Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И НАУК О ЗЕМЛЕ

Международная научно-практическая конференция молодых учёных

(Гомель, 20 сентября 2024 года)

Сборник материалов

Научное электронное издание

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2024

ISBN 978-985-577-994-1

© Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», 2024

УДК 502/504(082)

Современные проблемы экологии и наук о Земле [Электронный ресурс] : сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых учёных (Гомель, 20 сентября 2024 года) / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол. : О. В. Ковалёва (гл. ред.) [и др.]. – Электрон. текст. данные (19,0 МБ). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – Системные требования: IE от 11 версии и выше или любой актуальный браузер, скорость доступа от 56 кбит. – Режим доступа: http://conference.gsu.by. – Заглавие с экрана.

В сборнике материалов Международной научно-практической конференции молодых учёных представлены основные результаты исследований в области наук о Земле, экологической безопасности и охраны окружающей среды белорусских и зарубежных исследователей. Среди основных проблем, находящихся в центре внимания участников конференции, – социально-экономическое развитие регионов, оценка экологического и природно-ресурсного потенциала, использование ГИС-технологий и аэрокосмических методов для экологической оценки, моделирования и мониторинга природных объектов; изучение структуры и динамики наземных и водных экосистем; оценка экологического состояния радиационно загрязненных и других экологически неблагополучных территорий; исследования в области общей и региональной географии и геоэкологии.

Адресуется научным сотрудникам, преподавателям средних и высших учебных заведений, студентам, магистрантам, аспирантам, а также работникам системы природопользования, сотрудникам управленческих и хозяйственных структур.

Сборник издается в соответствии с оригиналом, подготовленным редакционной коллегией, при участии издательства.

Редакционная коллегия:
О. В. Ковалёва (главный редактор),
А. Ф. Карпенко (заместитель главного редактора),
А. С. Соколов (ответственный секретарь),
Т. А. Тимофеева, Г. Л. Осипенко

Рецензенты:
кандидат географических наук С. В. Андрушко,
кандидат сельскохозяйственных наук А. Г. Подоляк

ГГУ имени Ф. Скорины
246028, Гомель, ул. Советская, 104
Тел.: 50-49-03, 57-34-04
http://www.gsu.by

© Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Агеев И. Ю., Андреев А. Е. Оценка загрязнения приземного слоя воздуха района Капотня города Москвы……. 8
Адьянова А. Б., Булуктаев А. А., Манджиева С. С., Мукабенова Р. А. Влияние климата на продуктивность зерновых культур в разрезе регионов Республики Калмыкия за 2010–2021 годы……. 14
Алексеев Д. А. Изучение экологического состояния родниковых источников города Лакинск…… 21
Алиева М. А., Рондак У. А. Анализ системы озеления города Минска с применением ГИС-технологий…… 25
Андреева А. В., Королёв А. Э. Строение, состав и инженерно-геологические свойства грунтовых толщ погребенных оврагов на территории Татарстана…… 30
Баймурзина Я. М., Воронина А. В. Радиоэкологический мониторинг на территориях Челябинской и Свердловской областей…… 34
Барымова А. С. Рострегулирующая активность 24-эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на морфометрические параметры подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)…….. 38
Бахтин А. А. Анализ местоположения административных центров муниципальных образований Калужской области…… 41
Бахтиярова Л. И. Инженерная геология и ее роль в строительстве фундаментов. 46
Башкатова П. И. Влияние автострады на состояние популяций диких животных.. 52
Блинова Э. А., Родкина А. Ю., Киреева Ю. О., Кононенко Е. А. Города ЦФО: анализ экологических показателей и показателей заболеваемости……. 55
Богомолова Е. Д., Юркова С. С., Шабалина А. А. Использование культуры бактерий *Azotobacter* для повышения эффективности выращивания салата в условиях гидропоники…… 59
Борисова А. В., Сергеев В. А., Лукьянченко С. А. Антарктический проект России как фактор развития международных отношений: энергетика, логистика, экология….. 64
Ботько Е. С. Анализ способов обезжелезивания подземных вод в соответствии с наилучшими доступными техническими методами……... 69
Бутылин А. А. Прогноз погоды. Методология его составления……. 71
Винтерман И. А., Королёв Э. А. Карстово-суффозионные процессы на территории полигона «Собакинские ямы»……. 77
Витковская А. В. Формирование экологической культуры……. 82
Власова А. С., Сысоева П. Е. Использование природного ландшафта для обустройства общественной территории на примере проекта «Зеленые острова города»…… 84
Воробей М. А. Право наследования земельных участков в Республике Беларусь.. 89
Воробьёв Д. М., Колганов Л. А., Литвиненко В. В. Оценка экологического состояния реки Оби на территории Новосибирской области по состоянию на апрель – май 2024 года……. 91
Гайшун В. К. Организация охраны окружающей среды на Светлогорском заводе железобетонных изделий и конструкций…… 97
Гаранина Д. Е. Исследование фитотоксичности антисептиков различных групп в водной среде методом лабораторного биотестирования…….. 101
Герцен М. М., Харькова А. С., Каледин Ю. В., Большеченко А. А., Переломов Л. В. Параметры роста бактерий-нефтедеструкторов в системе «гуминовые кислоты – гексадекан – микроорганизмы»……. 105
Герцен М. М., Переломов Л. В., Большеченко А. А., Бурачевская М. В. Адсорбция катионов свинца бентонитом, модифицированным кокамид диэтаноламином….. 108

Голейдж Ф., Хафизов С. Ф. Статистическое моделирование трещиноватых сред с помощью метода Т-матрикс……. 111
Головков И. В., Станиславский К. С., Юсупова С. Р. Разработка технологии моделирования поверхностного стока средствами ГИС на примере города Ростов-на-Дону…….. 113
Гулигуев А. Т., Рубан К. К., Бухаева Л. Б., Бирицкая С. А., Ермолаева Я. К., Голубец Д. И., Кодатенко И. Д., Кульбачная Н. А., Лавникова А. В., Масленникова М. А., Миловидова И. В., Олимова А. Б., Охолина А. И., Рэчилэ Д. Г., Саловаров К. В., Карнаухов Д. Ю. Поглощение и выведение микропластика брюхоногими моллюсками *Benedictia baicalensis*…….. 118
Дамбе М. М., Межова Л. А. Геоэкологические проблемы природоохранных территорий Новохоперского района Воронежской области…… 124
Дорожко Е. Ю. Влияние донных отложений на экосистемы водных объектов: важность и последствия для окружающей среды…… 128
Достовалова Д. А., Подгородецкий Н. С., Трискиба С. Д. Почвенная микобиота рекультивированного породного отвала как индикатор загрязнения…… 132
Жерненков А. О., Парамонова Т. А., Кузьменкова Н. В. Распределение ^{137}Cs по органам растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) и влияние варки на остаточное содержание радионуклида в клубнях…… 137
Зиганшин Р. Ш., Давыдов М. А., Склюев П. В. Изменение фильтрационных характеристик призабойной зоны нефтяного пласта при закачке углекислого газа…….. 142
Имангулов Л. Р. Развитие сферы рециклинга черных металлов в российских регионах…… 151
Казанцева Ю. А., Фурманова А. А. Географический образ депрессивных регионов Центрального экономического района России…….. 157
Канаев К. С., Иванов А. Н. Представленность физико-географического разнообразия России в сети особо охраняемых природных территорий…… 160
Каратунов А. А., Коростелева М. М., Кобелькова И. В. Характеристика методов детекции микропластика в окружающей среде……. 164
Кизеев А. Н., Кульнев В. В., Сюрин С. А. Аккумуляция ^{14}C в компонентах природной среды и в продуктах питания на Кольском полуострове…… 169
Кинарейкина А. Г., Силиванова Е. А. Активность и некоторые кинетические параметры карбоксилэстераз *Musca domestica* L.……. 173
Кислицын Д. А., Лис К. Я. Применение космических методов для картографирования лесных вырубок на территории Дятловского района……. 178
Клементьевский И. И., Клементьевская Е. А. Некоторые особенности размножения травяных лягушек (*Rana temporaria* L., 1758), обитающих в окрестностях города Кандалакша……. 183
Ковалев А. А., Сабитова Э. Ф. Химический фактор в условиях нефтехимических производств……. 190
Козюкова Т. А., Чердакова А. С., Гальченко С. В. Оценка экологического состояния почв поймы реки Павловка в пределах города Рязань…… 193
Колычева С. С., Маслова Н. В., Сатуров А. С. Мониторинг уровня контаминантов, поглощаемых растительностью в санитарно-защитной зоне химически опасного объекта…… 197
Кузенкова Н. Д. Ипотека как один из способов использования земельных участков.. 203
Купрякова А. В. Влияние пожара на ландшафты в устьевой части реки Голоустной... 206
Лайко С. В. Разработка и актуализация требований при строительстве экологических троп……... 209
Леденёв И. М. Экологические выгоды выращивания бобовых: новые горизонты устойчивого сельского хозяйства…….. 214

Литвинова А. М., Шкуратова Н. В. Диагностические признаки в анатомической структуре листьев некоторых декоративных видов рода *Salix* L…….. 218
Максимук А. В. Размножение ежевики и малины в условиях *in vitro* как экологичный способ получения посадочного материала……. 221
Мальцева И. А., Яковийчук А. В., Бредихина Ю. Л., Дукова И. С. Участие почвенных водорослей и цианобактерий дубовых лесов степной зоны в биологическом поглощении и фиксации углекислого газа…….. 224
Маслова К. Д., Швед А. А. Сравнительная характеристика экологического состояния озёр Дедно и Волотовское…….. 227
Маслова Л. А., Фадеев Д. С. Систематизация проблем мелиоративного комплекса Пензенской области……. 230
Маслова С. С., Хребтова С. С. Изучение качества нефтепродуктов методом ТСХ... 234
Мауткина В. Е. Использование картографической составляющей правил землепользования и застройки на примере города Сокол…… 238
Машков Е. И., Крищук И. А. Видовое разнообразие и биотопическая приуроченность мелких млекопитающих восточного региона Беларуси…… 242
Мельник А. И., Дрейман И. А., Мамонтова Е. С. Повреждение энтомовредителями лесных насаждений на территории Красноярского края…… 248
Мельник К. А., Калмыкова Е. В. Особенности корневой системы сеянцев *Gleditsia triacanthos*…….. 254
Мишукова Е. М. Родники Барановичского района как ресурс качественной питьевой воды…….. 258
Моляренко В. Л. Типизация источников техногенной трансформации рельефа и отложений в районах добычи и переработки полезных ископаемых в Республике Беларусь……... 261
Морозов Н. М. Основные виды задач при восстановлении рельефа дна в Арктике по результатам гидрографических работ……. 264
Мукабенова Р. А., Манджиева С. С., Джимбеев Н. В., Булуктаев А. А., Адьянова А. Б. Оценка химических и физических свойств почв Кетченеровского района Республики Калмыкия…… 268
Нарыжнова Е. Ю., Лойко Н. Ю., Махнач А. В. Детализация строения продуктивной толщи линзы мела № 9 месторождения «Колядичи-II» с помощью геоинформационной системы Golden Software Surfer…… 272
Насибуллина А. А. Анализ внутригодового распределения стока реки Уршак методом реального года……... 275
Низамов Т. Ф., Соколов С. Н. Проект перепланировки и межевания территории «Мега.Парк» города Мегиона и инженерно-геодезические изыскания……. 280
Новиков С. Е. Оценка туристского потенциала в регионах АЗРФ: выявление наиболее перспективных субъектов в качестве дестинаций арктического туризма…… 285
Орлова С. Р., Павлова В. Е. Комплексная эколого-географическая характеристика водного туристического маршрута река Кунгус – река Агул – река Кан… 292
Отрох А. Д., Петровская Т. К. Анализ и перспективы использования торфа в Брянской области…….. 298
Павлов С. К., Ситнова А. А., Литвиненко В. В. Оценка загрязнения воздуха в районе Перово города Москвы…… 304
Пересторонина В. Р., Пересторонина А. Р., Абрамова Э. А., Пересторонина О. В. Биодеградация полиэтилена личинками восковой моли (*Galleria mellonella* L.)…… 309
Печерица М. А., Мойдинов Д. Р., Шамаров А. М., Степанова Е. Г. Подготовка экстрагента с применением струйных аппаратов……. 315
Пикмулина П. П., Квасникова З. Н. Оценка значимости ландшафтов бассейна реки Басандайка (Томская область)…… 318

Подова В. О. Trichoderma viride. Культивирование и проверка полезных свойств на практике…….. 322
Подорожний Д. С., Межова Л. А., Падалкин И. М., Подорожняя В. А., Шестакова К. М. Методы геоэкологического мониторинга с помощью геоинформационных интернет-технологий с обучающимися…… 332
Пучкова А. А. Разработка экологически безопасной методики утилизации органических отходов с использованием мицелия грибов *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm…… 335
Пущенко А. А. К вопросу инвентаризации редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных памятника природы озера Тиберкуль: видовой состав и оценка антропогенного влияния…….. 340
Рау Б. А., Аксёнова С. А. Влияние обработки почв пестицидами на организм человека…… 346
Ревнивцева А. Д., Андрейчев А. В. Морфология обыкновенного слепыша (*Spalax microphthalmus*) в Мордовии, обитающего в границах зоны радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС…….. 350
Романова С. Р. Снег как индикатор загрязнения окружающей среды…….. 354
Рябова Э. Г. Оценка загрязнения микропластиком снежного покрова посёлка Соловецкий Большого Соловецкого острова…… 359
Садигова Л. А. Анализ современного состояния растениеводства в Горно-Ширванском экономическом районе……. 365
Садковская А. И., Созинов О. В. Урожайность *Cormi vitis idaeae* в динамическом ряду естественных Pinetum pleurosiozum заказника «Гродненская пуща»…… 371
Сакаева Э. Х., Юдина Д. Р. Влияние нефтяных углеводородов на биологическую активность почв……. 375
Семина О. Ю. Лабильное органическое вещество и биологическая активность естественных и антропогенно нарушенных подзолов криолитозоны…….. 379
Солодовников Д. А., Солодовников А. Ю. Расселение белорусов в Тюменской области: по итогам Всероссийских переписей населения в начале XXI века…… 384
Стенина С. М., Шарифуллина С. Р., Шабалина А. А. Влияние антропогенной нагрузки и физико-химических показателей почвы на территории ООПТ Шарташский лесной парк на активность бактерий *Azotobacter*…… 389
Тимофеева Т. А., Гавриленко И. А. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников по основным отраслям хозяйства в городе Гомеле и Гомельском районе……... 393
Фатхутдинова И. Ш., Курбанова Л. А. Анализ содержания загрязняющих химических веществ, поступающих в реку Белая в пределах территории Уфимского промышленного узла путем сброса сточных промышленных вод…….. 396
Цветков И. Е. Оценка экологического состояния водных объектов городского округа Воскресенск Московской области по химическим показателям…… 400
Цедрик А. В. Горючие сланцы в Республике Беларусь как перспективный вид полезных ископаемых для повышения эффективности функционирования минерально-сырьевого комплекса…….. 406
Цюпа Е. А., Мальцева И. А. Роль растений кладбищ в поддержании экологической устойчивости населенных пунктов в Северо-Западном Приазовье…… 414
Чан Ф. Т. Некоторые проблемы демографии в Российской Федерации…… 417
Чердакова А. С., Гальченко С. В. Исследование металлоустойчивости различных сортов декоративных цветковых растений, используемых для озеленения городов.. 423
Шелоник М. А. Экологическая роль выращивания базидиальных грибов в области зеленых технологий……. 426

Шестакова К. М., Лютова Ю. В., Межова Л. А. Использование геоэкологического подхода при изучении школьниками урбанизированных территорий (на примере Советского района города Воронежа)..... 429
Шило А. С. Оценка соответствия образования коммунальных отходов на душу населения с принятыми нормативами..... 432
Шлыкова А. Ю. Комбинированный способ очистки сточной воды полиграфического производства..... 436
Щипец А. И., Лисина Т. С. Современные природные и природно-антропогенные геоморфологические процессы, изменяющие геологическую среду города Могилева.... 439
Эрзина В. А., Горелая Л. В. Исследования долины малой реки Чёрный Овраг.... 442
Юркевич Н. В., Семёнова Н. М. Рекреация в районе Капчагайского водохранилища... 445
Юсупова С. Р., Чувиков Н. В., Соколова И. В., Зайцев В. Г., Печеневский М. А., Станиславский К. С., Головков И. В. Применение ГИС-технологий при ландшафтных исследованиях на юге европейской территории России..... 450
Янгирова Л. Я., Петухова Г. А. Влияние нефтяного загрязнения почвы на биохимические показатели овса (*Avena sativa*)..... 456
Bagirova S., Atayeva L., Aliyeva L., Aghayeva J., Safarov M., Nasirli L., Ahmadova S. Bioecological basis of phytoremediation measures in technologically contaminated areas..... 462
Bulat D. V. Some aspects of shrinking spruce forests in the context of global climate change..... 467
Gulıeva L., Najafova S. Bioindicatıon of oil-polluted soils using microorganisms..... 471
Ilkevich D. A. Digitalization and information security in the Eurasian region..... 474
Kisialevich F. V. Biological diversity of xylotrophic basidiomycetes in the vicinity of the village of Okolitsa..... 479
Klimovich I. D. Purification of biotechnological synthesis products of cannabinoids associated with environmental pollution..... 484
Potapova A. K., Shabalina A. A. The use of chlorella microalgae culture to stimulate plant growght in organic farmihg..... 488
Volchek D. K. Enviromental safety of human activities..... 494

УДК 504

И. Ю. АГЕЕВ, А. Е. АНДРЕЕВ

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА РАЙОНА КАПОТНЯ ГОРОДА МОСКВЫ

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва, Российская Федерация, ageev12321@gmail.com, alexeyandreevone@gmail.com

В статье представлено исследование приземного слоя воздуха в районе Капотня и его анализ по трём показателям газоанализатора: диоксид углерода, летучие органические соединения, формальдегид. Оценка состояния воздуха в районе на момент июня 2024 года.

Ключевые слова: экология, окружающая среда, Москва, Капотня, МНПЗ, анализ воздуха, диоксид углерода, летучие органические соединения, формальдегид, газоанализатор.

Район Капотня – один из самых печально известных районов города Москвы. Он постоянно попадает в различные столичные антирейтинги по транспортной доступности, инфраструктуре, шумоизоляции, преступности, алкоголизму населения и т.д. Одна из главных проблем Капотни – её экологическая ситуация. Именно эта проблема будет рассматриваться в данной статье. Большую часть района занимает предприятие МНПЗ – Московский Нефтеперерабатывающий Завод (Акционерное общество «Газпромнефть – Московский НПЗ»), принадлежащий нефтяной компании «Газпромнефть». К тому же, район располагается вблизи МКАДа, что тоже влияет на экологический фактор в районе.

Цель работы: охарактеризовать текущее состояние приземного слоя воздуха в районе Капотня города Москвы на основе приборных методов. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Выбрать точки исследования в районе Капотня и провести анализ загрязнения атмосферного воздуха в исследуемых точках;
2. На основе полученных данных оценить состояние атмосферного воздуха в районе Капотня.

Район Капотня расположен в Юго-Восточном административном округе города Москвы. Граничит с районами Марьино и Люблино. Площадь его территории составляет 805,25 га. Численность населения – 33 761 человек, что довольно скромно для района Москвы таких размеров [3].

Административно район делится на пять кварталов, самый большой из которых 2-й, так как большую его часть занимает МНПЗ. Также хорошо выделяется 4-ый квартал, западную часть которого занимает крупная по площади парковая зона и протяженная набережная. Остальные же имеют примерно одинаковую площадь в составе района и, в основном, застроены жилыми массивами.

С 2011 года «Газпром Нефть» активно модернизирует МНПЗ для того, чтобы снизить его негативное воздействие на экологическое состояние района и города в целом.

В 2015 году по просьбе местных жителей для фиксации показателей воздуха в районе на улице Капотня был установлен экран «Экоинформер», который круглосуточно измеряет показатели воздуха и выводит их на экран, а также транслирует показатели в Интернет.

Для проведения замеров на предварительном этапе были выбраны 14 точек, равномерно, насколько это возможно, распределенных по району исследования. При распределении ставился акцент на том, чтобы в каждом квартале района были отмечены, как минимум, по две точки для проведения замеров. Также было учтено, что на территорию МНПЗ без соответствующего пропускного документа не пропускает охрана предприятия, в связи с чем было принято решение провести замеры на определенных точках по периметру завода (рисунок 1). Измерения проводились в ночь с 21.06 на 22.06 2024 года.

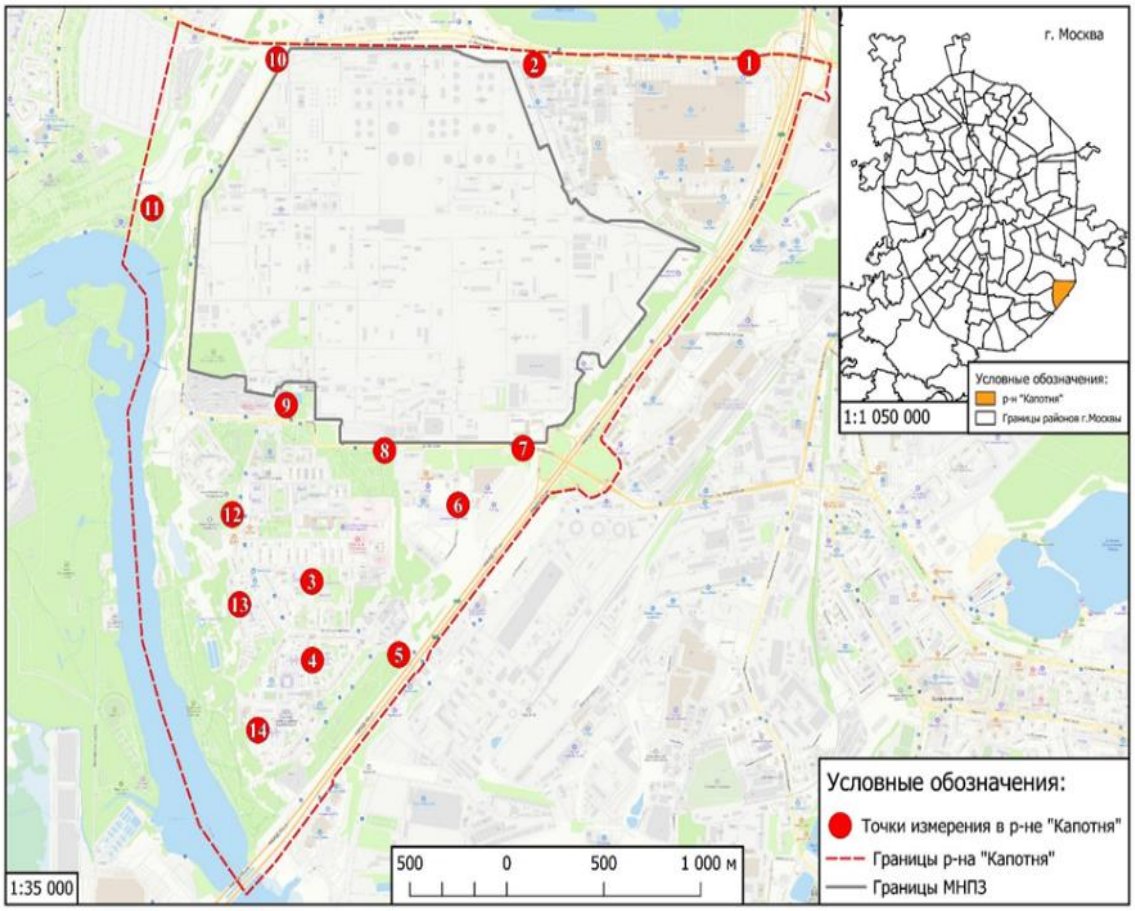


Рисунок 1 – Карта расположения точек измерения в районе «Капотня»

По СанПиН-21 предельно допустимая концентрация (ПДК) для суммарных ЛОС не установлена, поэтому в качестве норматива был выбран наиболее характерный для городской среды бензол, ПДК которого составляет 0,005 мг/м^3, а для формальдегида 0,010 мг/м^3 [5]. Для углекислого газа ПДК не установлены, но за условную норму было принято значение 400 ppm, что соответствует среднему содержанию CO_2 на открытом воздухе.

Полученные данные были оформлены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерений в приземном слое воздуха в районе Капотня

№	CO_2, ppm	ЛОС (TVOC), мг/м^3	HCHO, мг/м^3	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %
1	2	3	4	5	6
1	438	0,021	0,005	20,3	54,2
2	397	0,025	0,001	19,6	56,5
3	390	0,024	0,000	21,6	51,3
4	410	0,030	0,004	19,9	53,4
5	474	0,083	0,020	19,6	55,0
6	385	0,022	0,000	18,6	57,8
7	389	0,022	0,000	19,5	55,3
8	390	0,024	0,000	18,7	60,1
9	385	0,024	0,001	19,0	62,9
10	711	0,326	0,058	18,9	64,4
11	414	0,021	0,001	17,5	67,8

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
12	554	0,113	0,014	18,6	61,1
13	388	0,023	0,000	19,0	60,6
14	388	0,024	0,000	16,9	66,6
ПДК	**400**	**0,005** *(для бензола)*	**0,010**		

Точки № 1 и № 2 располагались рядом с ТК «Садовод» на улице Верхние Поля.

Точка № 1 находилась близ МКАДа к северо-востоку от торгового комплекса. Показатель диоксида углерода на ней превышен – 438 ppm. Концентрация ЛОС на этой точке составил 0,021 мг/м^3, что является превышением нормы в 4 раза. Высокие значения этих показателей обусловливаются непосредственной близостью к МКАДу. показатель формальдегида составил 0,005 мг/м^3.

Точка № 2 располагалась на противоположной стороне от первой точки относительно торгового комплекса. CO_2 там едва не был превышен. Показатель формальдегидов не заходит за грань ПДК (397 ppm и 0,001 мг/м^3, соответственно). Показатель ЛОС был превышен ровно в 5 раз.

Точка № 3 была расположена в третьем квартале района во дворе, рядом с Кузнецким корпусом ГБОУ г. Москвы «Школа в Капотне». Углекислый газ там был в норме (390 ppm), как и формальдегид, концентрация которого не была обнаружена. Концентрация ЛОС составила 0,024 мг/м^3.

Точка № 4 находилась в пятом квартале. Так же, как и предыдущая точка, она была во дворе. В близости к этой точке находятся три корпуса школы: Моховой, Бауманский и Боровицкий. На этой точке результаты измерений хуже – диоксид углерода переходит черту ПДК. CO_2 составляет 410 ppm, а формальдегид – 0,004 мг/м^3. Показатель ЛОС превышен в 6 раз.

Точка № 5 находится на пересечении съезда со МКАДа и 2-го Капотнинского проезда. Отсюда открывается хороший вид на ТЭЦ-22, которая работает на другой стороне кольцевой автодороги от точки измерений. Совокупность различных, в том числе вышеперечисленных, факторов объясняет, почему здесь превышены все три показателя. Углекислый газ составляет 474 ppm, формальдегид 0,020 мг/м^3 (превышение в 2 раза), а ЛОС и вовсе превышен в 16,6 раз (0,083 мг/м^3).

Точка № 6 расположена в середине 2-го Капотнинского проезда. Здесь прибор по всем измерениям, кроме ЛОС, показал своё минимальное значение (385 ppm - минимальный порог по значению CO_2 для используемого газоанализатора). ЛОС же превышены в 4,5 раза.

Точка № 7 находится в начале улицы Капотня рядом с остановкой «МКАД». Удивительно, но несмотря на близость к МКАДу здесь были получены хорошие результаты замеров. Показатель диоксида углерода составил 389 ppm, формальдегида обнаружено не было, а ЛОС составляют 0,022 мг/м^3, что для района исследования является типичным.

Точка № 8 находится на улице Капотня в 710 метрах от предыдущей точки напротив въезда на закрытую парковку для сотрудников МНПЗ. Здесь показатель CO_2 стабилизировался на уровне 390 ppm, что не выходит за пределы допустимой концентрации, а показатель ЛОС превышен почти в 5 раз (0,024 мг/м^3). Формальдегиды на этой точке обнаружены не были.

Точка № 9 расположена у Заводского пруда недалеко от КПП-2. Газоанализатор показал концентрацию диоксида углерода в 385 ppm (минимальный порог). Уровень формальдегидов здесь был незначителен – 0,001 мг/м^3, а показатель ЛОС совпал с предыдущей точкой (0,024 мг/м^3). Стоит отметить, что недалеко от этой точки размещен специальный светодиодный экран «Экоинформер», на котором указывается актуальное состояние окружающей среды. При сравнении данных, полученных в ходе замеров газоанализатором и информации на экране, было замечено, что показатель бензола с экрана

ниже в два раза показателя ЛОС газоанализатора, ПДК которого была взята с ПДК бензола. Скорее всего это связано с тем, что используемый газоанализатор замеряет данный параметр по всему спектру летучих органических соединениям, а не только по бензолу.

Точка № 10 находится на северо-западе района рядом с Т-образным перекрестком улиц Капотня и Верхние Поля. Ровно напротив места проведения замера газоанализатором расположен газовый факел [2], запах здесь тоже вызвал определенные вопросы к состоянию окружающей среды. Уровень углекислого газа здесь превышен в 1,5 раза – 711 ppm, концентрация формальдегида превышена почти в 6 раз – 0,058 мг/м^3, а содержание летучих органических соединений в воздухе в целых 65 раз – 0,326 мг/м^3. Безусловно, это место является наиболее загрязненным среди всех 14 точек. Можно предположить, что такие данные связаны с расположением точки вблизи двух крупных автодорог, но это легко опровергнуть двумя фактами. Во-первых, даже показатели возле МКАДа на трёх других аналогичных точках были не настолько высокими и совсем не близкими к таковым. Во-вторых, измерения проводились в ночное время суток (на точке № 10 измерение было сделано около полуночи) и плотность трафика, соответственно, была на очень низком уровне.

Точка № 11 расположена на границе районов Капотня и Марьино на восточной окраине парка «850-летия Москвы». Здесь же протекает ручей Средний, который впадает в реку Москву. Показатель диоксида углерода превышает ПДК и составляет 414 ppm. Так как измерения проводились ночью в парковой зоне, то растительность, сконцентрированная в больших количествах у точки измерения, в это время выделяла углекислый газ, с чем и может быть связан такой показатель. Кроме того, на это могла повлиять роза ветров. Формальдегид не превышен, и его концентрация составляет незначительные 0,001 мг/м^3. Концентрация ЛОС превышена чуть больше, чем в 4 раза – 0,021 мг/м^3.

Точка № 12 находится у фонтана в небольшой парковой зоне между «Храмом Рождества Пресвятой Богородицы в Капотне» и Капотненским кладбищем. Это одна из трёх точек, на которой превышен каждый из трех рассматриваемых показателей. Содержание углекислого газа здесь составляет 554 ppm – превышение в 1,2 раза. Концентрация формальдегида – 0,014 мг/м^3, а ЛОС превышен в 22,6 раза и составляет 0,113 мг/м^3. Эта точка вызывает наибольшее количество вопросов, ведь здесь расстояние до промышленной зоны составляет 600–630 метров, однако, возможные высокие значения могут быть связаны как с зоной осаждения загрязняющих веществ от предприятия, так и с направлением ветра, дующим со стороны промзоны.

Точка № 13 находится в жилой зоне рядом с домом №6 4-го квартала Капотни близ 8 подъезда. Показатель CO_2 составил 388 ppm, формальдегидов - 0 мг/м^3, а ЛОС – 0,023 мг/м^3.

Точка № 14 также расположена в жилой зоне, – в 5-м квартале между домами № 4 и № 5 и Арбатским корпусом ГБОУ «Школа в Капотне». Здесь все показатели идентичны показателям предыдущей точки, кроме незначительной разницы в концентрации летучих органических соединений – 0,024 мг/м^3. Полученные данные в виде графиков представлены на рисунках 2, 3.

При общем анализе данных, полученных в результате замеров, сильно выделяются три точки (№ 5, № 10 и № 12), на которых было зафиксировано превышение нормы по всем трём показателям (рисунки 2, 3). При этом только одна точка находится в непосредственной близости к территории предприятия, другие расположены либо вблизи главной магистрали Москвы – МКАДа, который также вносит свой вклад в загрязнение воздуха; либо в парковой зоне. Кроме того, ещё на трёх точках зафиксировано превышение предельно допустимой концентрации по двум показателям – диоксид углерода и ЛОС (№ 1, № 4 и № 11).

Следует отметить, что на всех точках превышена концентрация ЛОС (рисунок 3 (а)), но сравнение с аналогичными измерениями в других районах Москвы говорит о том, что для мегаполиса это совершенно обычное явление [1].

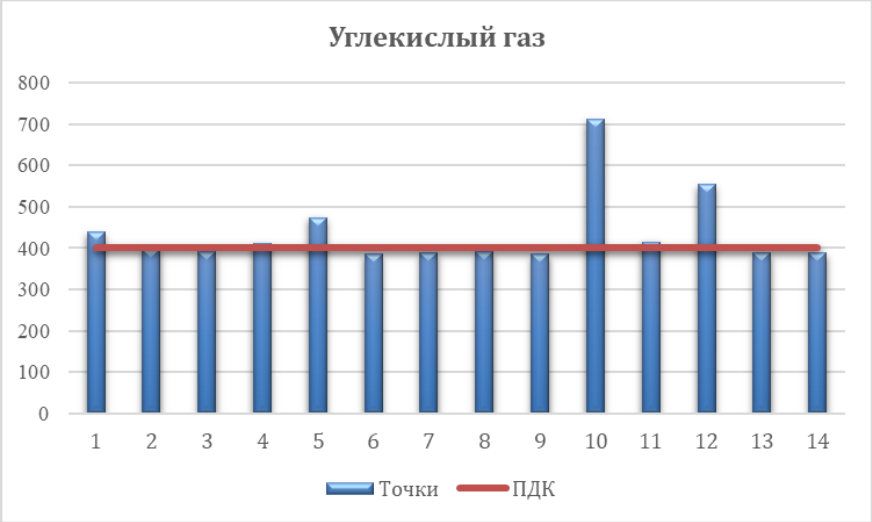
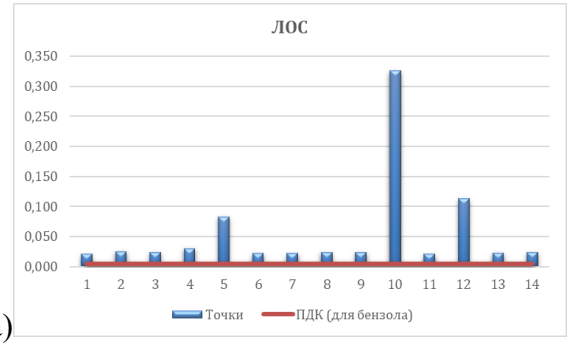


Рисунок 2 – Диаграмма концентрации диоксида углерода в воздухе точек измерения в районе «Капотня»

а)



б)

Рисунок 3 – Диаграмма концентрации летучих органических соединений (а) и формальдегида (б) в воздухе точек измерения в районе «Капотня»

При подсчёте среднего уровня загрязнения приземного слоя воздуха выяснилось, что в районе Капотня везде превышен показатель летучих органических соединений – в среднем, в 11 раз. Средняя концентрация диоксида углерода по всему району Капотня составляет 436,6 ppm, что является незначительным превышением нижней планки нормы, но в целом является характерной ситуацией для города или района с высоким уровнем промышленности и автотранспорта, поскольку CO_2 является продуктом сгорания органических веществ. Концентрация формальдегида, в среднем, находится в пределах нормы, за исключением точек № 5, № 10 и № 12.

Таким образом, складывается следующий вывод: почти на половине всех точек предельно допустимая концентрация превышена по двум и более показателям. Летучие органические соединения практически всегда превышены в городской среде, если сравнивать с другими районами города Москвы [1]. Наиболее неблагоприятная обстановка с загрязняющими веществами в приземном слое воздуха складывается в точках № 5, № 10 и № 12, что может быть объяснено совокупным влиянием МНПЗ и автотранспорта (МКАД и другие автодороги)

Исходя из сделанных выводов, были составлены рекомендации для улучшения экологии в районе «Капотня» города Москвы. Далее будут перечислены несколько из них.

На неблагоприятную обстановку в районе измерений наиболее влияют два фактора: близость к МКАДу – крупнейшая автомобильная дорога столицы, и соседство с МНПЗ – крупнейшим промышленным предприятием города.

Для того, чтобы снизить влияние МКАДа на концентрацию загрязняющих веществ, рекомендуется разместить шумозащитный экран на протяжении 18 и начала 19 километров внутренней стороны кольцевой автомобильной дороги – это не только уменьшит экологический ущерб от пыли и аэрозолей, но и понизит уровень шума в прилегающей жилой зоне. Также для большего эффекта предлагается высадить плотную лесополосу вдоль данного участка.

Схожие рекомендации можно применить к МНПЗ – заменить невысокие заборы, расположенные по улице Капотня, на более высокие барьеры, которые будут защищать жилую зону района от заводской пыли и прочих загрязняющих веществ; высадить лесополосы вдоль улицы Капотня; сформировать ярусную растительность в ближайших к предприятию зеленых зонах. Кроме того, необходимо и дальше продолжать работу по модернизации фильтрационных систем и механизмов предприятия.

Список литературы

1. Агеев, И. Ю. Оценка загрязнения приземного слоя воздуха района Марфино города Москвы и сравнение его с Московским районом Некрасовка / И. Ю. Агеев, А. Е. Андреев // Высшая школа: научные исследования: Материалы Межвузовского международного конгресса, Москва, 25 января 2024 года. – Москва: ООО «Инфинити», 2024. – С. 183–189. – DOI: 10.34660/INF.2024.66.84.190. – EDN FZLOFS.

2. Мачта установки утилизации факельных газов ПАО «Газпромнефть – Московский НПЗ» (Москва) [Электронный ресурс] // Wikimapia [сайт]. – URL: https://wikimapia.org/132098/ru/Мачта-установки-утилизации-факельных-газов-ПАО-«Газпромнефть. – Московский-НПЗ» (дата обращения: 01.07.2024).

3. О районе [Электронный ресурс] // Портал правительства Москвы: [сайт]. – URL: https://uprava-kapotnya.mos.ru/the-area-kapotnya/region-in-figuress/ (дата обращения: 30.06.2024).

4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Вступили в силу с 1 сентября 2021 года.

I. YU. AGEEV, A. E. ANDREEV

ASSESSMENT OF GROUND AIR POLLUTION IN THE KAPOTNYA DISTRICT OF MOSCOW

Moscow Pedagogical State University,
Moscow, Russian Federation,
ageev12321@gmail.com, alexeyandreevone@gmail.com

The article presents a study of the ground layer of air in the Kapotnya area and its analysis according to three indicators of a gas analyzer: carbon dioxide, volatile organic compounds, formaldehyde. Assessment of the air condition in the area as of June 2024.

Key words: ecology, environment, Moscow, Kapotnya, Moscow Refinery, air analysis, carbon dioxide, volatile organic compounds, formaldehyde, gas analyzer.

УДК 633.1

А. Б. АДЬЯНОВА[1], А. А. БУЛУКТАЕВ[1], С. С. МАНДЖИЕВА[1, 2],
Р. А. МУКАБЕНОВА[1]

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РАЗРЕЗЕ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ ЗА 2010–2021 ГОДЫ

[1]ФГБУН «Калмыцкий научный центр Российской академии наук»,
г. Элиста, Российская Федерация,
adyanovaaltana@nail.ru
[2]ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Климат является одним из основных экологических факторов, определяющих потенциал сельскохозяйственного использования земель. Негативное повышение температур приводит к значительным колебаниям на производительность возделывания зерновых культур. Изменение климатических показателей на территории Республики Калмыкия отражается в низкой продуктивности урожайности зерна. Данная проблема актуальна, вследствие чего, было проведено комплексное исследование изменения тенденции и характера климатических параметров, а также их влияние на продуктивность зерновых культур.

Ключевые слова: температура воздуха, осадки, урожайность, озимая пшеница, озимая рожь, озимая тритикале, яровой ячмень.

Введение. Республика Калмыкия расположена на на юго-востоке европейской части России и занимает 76,1 тыс. кв. м. (0,4 % площади РФ), ее общая протяженность составляет 458 км с севера на юг и 423 км с запада на восток. Доминирующая часть территории региона располагается в зоне степей, полупустынь и пустынь. Граничит республика с Ростовской, Астраханской, Волгоградской областями, Ставропольским краем и Республикой Дагестан. Климат территории Калмыкии резко-континентальный – лето жаркое и сухое, а зима малоснежная при среднем абсолютном минимуме до –28 °С [1, 2]. В то время как на территориях соседних регионов отмечается умеренно-континентальный и континентальный климат.

На территории Республики Калмыкия можно выделить 3 природно-климатических зоны, различающихся их сельскохозяйственным использованием. Так центральная зона региона включает в себя районы: Кетченеровский, Малодербетовский, Сарпинский, Целинный, Приютненский и Ики-Бурульский и используется в большей степени для скотоводства, в меньшей для растениеводства. Восточная зона Республики Калмыкия, располагается на территории Прикаспийской низменности, на территории которой располагаются Юстинский, Яшкульский, Черноземельский и Лаганский районы, эта зона в основном используется для скотоводства. Западная зона включает Городовиковский и Яшалтинский районы и используется в основном для растениеводства.

Исследование изменения температурного режима на территории Республики Калмыкии, имеет тенденцию к потеплению и аридизации, так среднегодовая температура воздуха в среднем за 6 лет превысила на 1–2 °С климатическую норму. Количество осадков значительно сокращается за весенне-летний период в наблюдаемый период исследования. Аналогично сокращение выпадающих осадков наблюдается и в другие сезоны года (Гольдварг и др., 2019). Аридизация климата приводит к усилению деградации земель через сокращение продуктивных водных ресурсов, снижение почвенного потенциала, продуктивности растительных сообществ и биологического разнообразия (Куст, 2020; Лобковский и др., 2022, Титкова и др., 2023). При этом климатические изменения

природно-ландшафтного потенциала могут привнести как положительное, так и негативное воздействие на состояние устойчивого землепользования сельскохозяйственных земель (Андреева и др., 2021)

Цель настоящего исследования – оценить зависимость урожайности зерновых культур в разрезе муниципальных районов Республики Калмыкия от средней температуры и количества осадков по каждому сезону в период с 2010 по 2021 гг.

Материалы и методы исследований.

Материалами исследования выступила собранная база данных климатических параметров (средняя температура воздуха (℃), осадки (мм)) с метеорологических станций Городовиковск (GO), Ики-Бурул (IB), Комсомольский (KO), Лагань (LA), Малые Дербеты (MD), Элиста (EL), Юста (YU) и Яшкуль (YA) за период с 2010 по 2021 год (рисунок 1).

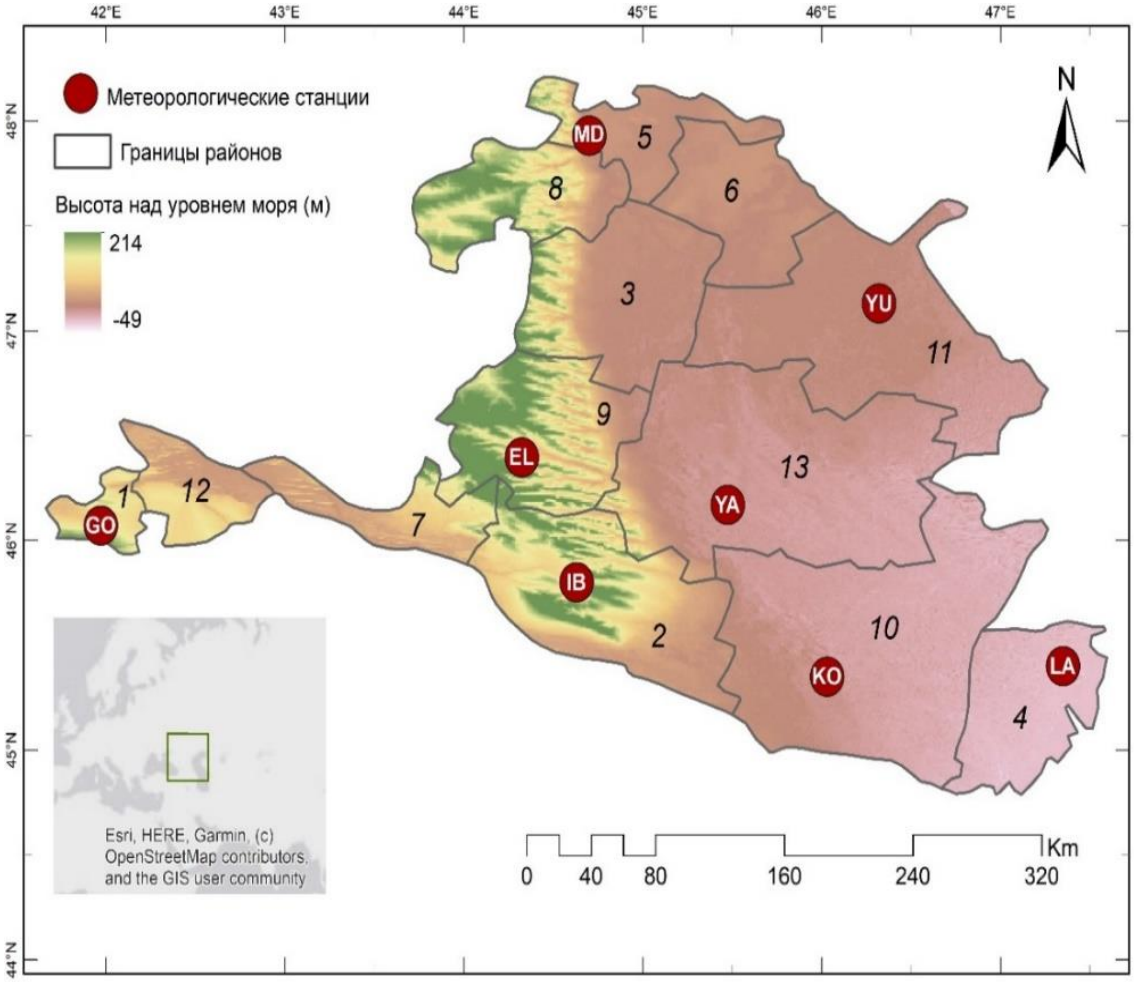


Рисунок 1 – Географическое расположение метеорологических станций и административных районов Республики Калмыкия

Анализ климатических изменений проводился по годам, а также сезонным периодам. Контрольной точкой для проведения сравнения выступила климатическая норма (к) рассчитанная по среднемноголетней информации (Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР, 1974).

Материалы и методы. В работе использованы данные о среднемесячной температуре и осадках по административным районам Республики Калмыкия в период с 2010 по 2021 гг., которые были получены из глобального архива CRU TS 4.07 (Climatic Research Unit) (High-Resolution Gridded Datasets. …). CRU TS – представляет собой набор климатических данных с привязкой к сетке с разрешением 0,5°x0,5° по всем наземным

областям мира, рассчитанные путем интерполяции ежемесячных климатических аномалий из обширных сетей наблюдений метеостанций (Harris et al., 2020). Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от сезонных климатических показателей рассчитывали с помощью коэффициента корреляции Пирсона при статистическом уровне значимости $p < 0,05$. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Анализ проводился по годам, а также сезонным периодам. Контрольной точкой для проведения сравнения выступила климатическая норма (к) рассчитанная по среднемноголетней информации.

Также в качестве материалов были использованы данные по урожайности озимой пшеницы, озимой ржи, озимого ячменя, озимой тритикале, пшеницы яровой и ярового ячменя по муниципальным районам, предоставленная Управлением Федеральной службы государственной статистики по Астраханской области и Республике Калмыкия, согласно формы № 29-сх «Сведения о сборе урожая сельскохозяйственных культур» за 2010–2021 гг.

Результаты исследования и их обсуждение. В целом, среднегодовая температура на восьми метеостанциях в период 2010–2021 гг. соответствовала климатической норме. Однако тенденции температуры воздуха по сезонам неоднозначны. За рассматриваемый период наблюдалось заметное снижение температур в зимний период. Летний период по температурному режиму превышает климатическую норму на 3–6° С. Осенний период характеризуется средней температурой равной +9,4 °С, что говорит о превышение температуры от климатической нормы (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели средней температуры воздуха за период 2010–2021 гг. на территории районов Республики Калмыкия

НП / Года	EL*	GO*	IB*	LA*	MD*	KO*	YA*	YU*
	°C							
2010	9,8	9,4	10,4	8,2	10,0	9,4	12,8	10,2
2011	10,8	10,2	9,6	9,0	9,9	8,2	13,0	6,5
2012	17,1	8,9	5,6	8,0	3,2	12,5	8,2	12,0
2013	3,6	7,9	8,9	9,1	11,6	11,1	6,8	15,3
2014	13,1	11,2	12,8	12,3	5,57	3,6	7,6	9,1
2015	11,0	6,4	11,2	12,8	7,6	4,3	8,9	11,8
2016	10,3	11,9	10,1	11,2	12,8	12,3	11,8	11,5
2017	10,5	10,8	7,9	8,9	9,1	12,2	11,8	9,1
2018	12,3	7,6	5,8	6,2	11,6	11,6	7,6	7,9
2019	10,2	12,3	8,5	6,4	6,2	11,8	18,2	7,6
2020	7,5	9,0	5,6	8,0	3,2	10,9	8,6	5,1
2021	7,9	13,2	6,5	7,4	8,0	13,1	4,5	6,7
К	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
Примечание: *названия населенных пунктов в соответствии с рисунком 1								

Среднегодовое количество осадков в среднем за 10 лет составило 215,4 мм при норме 351,0 мм. Особенно неблагоприятным периодом по количеству выпавших осадков можно назвать период с 2018–2020 гг. с величиной показателей 152 мм и 104,6 мм. Особенность климата исследуемого региона обусловлена неравномерным выпадением осадков по сезонам года (таблица 2).

Таблица 2 – Количество выпавших осадков на территории Республики Калмыкия за 2010–2021 гг.

НП / Годы	EL*	GO*	IB*	LA*	MD*	KO*	YA*	YU*
	мм							
2010	123	126	194	30	114	30	25	19
2011	135	140	111	45	46	18	30	17
2012	305	111	21	30	30	35	19	17
2013	401	633	368	205	460	109	312	288
2014	300	437	101	102	511	238	238	278
2015	273	112	309	90	115	89	65	133
2016	212	33	338	99	345	94	20	84
2017	207	46	148	83	33	169	48	16
2018	289	171	156	75	183	174		172
2019	118	194	58	44	87		237	60
2020	129	126	112	98	105	183	10	74
2021	219	55	132	101	210	295	27	155
К	351	351	351	351	351	351	351	351

В ходе исследования, с помощью корреляционного анализа, была оценена зависимость урожайности культур в разрезе муниципальных районов республики Калмыкия от средней температуры и количества осадков по каждому сезону в период с 2010 по 2021 гг. Климатические показатели в зимний сезон рассчитывали на основании набора метеоданных декабря предыдущего года и января, февраля текущего года. Расчёты проводили для наиболее широко используемых в регионе сельскохозяйственных культур, таких озимая пшеница, озимая рожь, озимая тритикале, озимый и яровой ячмень. Влияние климатических факторов на урожайность ярового ячменя оценивали в весенний и летний сезоны. Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, урожайность озимых культур в регионе, в целом, положительно коррелировала со средней температурой в зимний период. Наиболее наглядно эта зависимость прослеживается для озимой пшеницы. При этом для Октябрьского и Целинного районов эта связь значима (r = 0,78 и r = 0,59 соответственно). Аналогичная зависимость наблюдалась для озимого ячменя. Урожайность данной культуры также положительно (но не значимо) коррелировала с средней температурой в зимний период, а величина коэффициента корреляции для Городовиковского, Приютненского и Яшалтинского районов составила r = 0,44, r = 0,58 и r = 0,12 соответственно. Полученный результат вероятно связан с тем, что с повышением температурного режима зимой улучшаются условия перезимовки озимых культур. Аналогичные результаты были получены и для других регионов России.

Зависимость урожайности исследуемых культур от температурного режима в весенний сезон, в период активного роста вегетативной массы растений разнонаправлена и не значима. Температурный режим в летний сезон, в целом, отрицательно коррелировал с урожайностью исследуемых культур, за исключением озимой тритикале. Статистически значимая негативная связь отмечена для урожайности озимой пшеницы в Октябрьском, а также озимого ячменя в Яшалтинском районах (r = –0,78 и r = –0,68 соответственно). Значимая положительная связь отмечена между средней температурой в летний период и урожайностью озимой тритикале в Городовиковском и Целинном районах (r = 0,59 и r = 0,65 соответственно).

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между урожайностью и средней температурой и количеством осадков по сезонам в различных муниципальных районах Республики Калмыкия за период с 2010 по 2021 гг.

Озимая пшеница										
Район	Средняя температура, °С					Осадки, мм				
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Городовиковский	0.10	–0.32	0.15	–0.28	0.03	0.37	0.69*	0.22	0.15	0.55
Ики-Бурульский	0.31	–0.47	0.05	-0.41	–0.24	0.14	0.70*	–0.16	0.09	0.23
Кетченеровский	0.45	–0.22	0.33	0.31	0.59	0.06	0.37	–0.49	–0.32	–0.16
Малодербетовский	0.51	0.51	–0.11	–0.10	0.53	0.24	–0.10	–0.19	–0.40	–0.11
Октябрьский	0.78*	0.72	–0.78*	–0.13	0.31	–0.62	–0.44	0.30	–0.30	–0.57
Приютненский	0.34	–0.13	–0.04	–0.14	0.14	0.28	0.34	–0.10	0.00	0.13
Сарпинский	0.55	0.42	–0.23	–0.37	0.20	0.03	0.03	–0.11	–0.43	–0.12
Целинный	0.59*	0.16	0.00	–0.10	0.34	0.41	0.37	0.01	–0.17	0.23
Черноземельский	–0.18	0.03	–0.28	–0.44	–0.02	–0.02	0.01	0.18	0.32	0.19
Яшалтинский	0.04	–0.20	–0.05	–0.25	–0.02	0.41	0.44	–0.02	0.09	0.36
Озимая рожь										
Район	Средняя температура, °С					Осадки, мм				
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Городовиковский	–0.30	–0.64	0.24	–0.39	–0.17	0.66*	0.96*	0.00	0.97*	0.92*
Ики-Бурульский	–0.39	–0.07	–0.56	–0.69	–0.64	–0.15	–0.03	0.97*	0.49	0.34
Приютненский	0.29	–0.15	0.07	–0.52	–0.14	0.38	0.76*	0.35	0.65*	0.83*
Сарпинский	0.12	0.30	–0.06	–0.36	0.18	0.15	0.11	–0.34	–0.42	–0.32
Целинный	0.12	0.04	–0.44	–0.21	–0.30	0.11	–0.13	–0.13	–0.42	–0.14
Озимая тритикале										
Район	Средняя температура, °С					Осадки, мм				
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Городовиковский	–0.13	–0.23	0.59*	0.07	–0.28	0.16	0.54	0.28	–0.14	0.40
Ики-Бурульский	0.14	0.75	–0.38	–0.62	–0.29	–0.02	0.18	–0.02	–0.07	–0.06
Сарпинский	–0.50	0.19	0.12	–0.04	–0.18	0.52	–0.53	–0.37	–0.49	–0.43
Целинный	0.21	0.15	0.65*	–0.04	0.06	–0.03	0.26	–0.18	–0.44	0.01
Озимый ячмень										
Район	Средняя температура, °С					Осадки, мм				
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Городовиковский	0.44	–0.18	–0.40	0.00	0.37	0.11	0.36	0.06	0.02	0.24
Приютненский	0.58	0.10	–0.41	–0.16	0.28	0.04	0.40	0.32	0.06	0.42
Яшалтинский	0.12	–0.61	–0.68*	–0.40	–0.54	–0.41	0.09	0.08	0.14	0.00
Яровой ячмень										
Район	Средняя температура, °С					Осадки, мм				
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Городовиковский		–0.34	–0.03		–0.07		0.52	0.15		0.23
Ики-Бурульский		0.16	–0.11		0.03		0.12	0.23		0.24
Кетченеровский		–0.56	0.31		–0.03		0.69*	–0.44		–0.09
Малодербетовский		0.38	–0.06		0.40		0.30	0.38		0.46
Октябрьский		–0.07	–0.23		–0.28		0.34	0.12		0.25
Целинный		0.17	0.15		0.35		0.13	0.20		0.18

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Черноземельский		0.19	0.10		0.19		0.22	0.09		0.20
Яшалтинский		–0.21	0.09		–0.25		0.62*	0.44		0.48
Примечание: * – отмечены коэффициенты корреляции при статистическом уровне значимости $p < 0.05$										

Значимого влияния температурного режима осенью на урожайность исследуемых культур в районах исследования не обнаружено. Однако, в целом, урожайность и средне сезонная температура в данный период имели обратную связь. Полученный результат объясняется тем, что повышенные температуры осенью в условиях значительно иссушенных почвах региона является негативным фактором для роста и развития озимых культур.

Урожайность всех исследуемых культур, в целом, положительно коррелировала с количеством осадков в зимний период. Значимая связь между урожайностью озимой ржи и осадками зимой отмечена в Городовиковском районе. Достаточное количество осадков в зимний период является значимым фактором для благоприятного роста и развития озимых культур. Для начала активного роста растений в первые фазы вегетационного периода крайне важен достаточный запас почвенной влаги, который достигается благодаря осадкам зимой, в том числе в виде снега. Урожайность исследуемых культур аналогичным образом коррелировала с количеством осадков в весенний период. Например, во всех исследуемых районах отмечена положительная связь урожайности ярового ячменя и числа осадков весной, а в Кетченеровском и Яшалтинском районах эта связь значима ($r = 0,69$ и $r = 0,62$ соответственно). Также для отдельных районов характерна статистически значимая связь между осадками весной и урожайностью озимой пшеницы и ржи. Достаточное количество осадков в данный сезон критически важен для формирования высокой урожайности. Культуры должны быть хорошо обеспечены влагой в период активного роста (фазы выход в трубку-колошение). Более того, с повышением влагообеспеченности в данный период возрастает эффективность удобрений, что благоприятно сказывается на урожайности культур.

Влияние режима увлажнения на урожайность в летний и осенний сезон не столь выражена. Полученные зависимости разнонаправлены и не значимы для всех исследуемых культур за исключением озимой ржи. К примеру, урожайность данной культуры в Городовиковском, Ики-Бурульском и Приютненском районах сильно положительно коррелировала с количеством осадков в летний и осенний периоды. В целом, урожайность исследуемых культур в регионе имеет прямую связь с общим количеством осадков, что свидетельствует о недостаточном уровне увлажнения. Сокращение количества осадков, в особенности в зимний и весенний периоды, будет сопровождаться заметным снижение продуктивности сельскохозяйственных культур в регионе.

Заключение. Тенденции температуры воздуха неоднозначны, так в среднем за 10 лет среднегодовая температура воздуха на метеостанциях, расположенных на сильно и средне аридных зонах превышает климатическую норму на 0,6°С, среднегодовая температура на метеостанциях умеренно и слабо аридных зон соответствовала климатической норме. Среднегодовое количество осадков в среднем за 10 лет составило 215,4 мм при норме 351,0 мм. Урожайность исследуемых культур в регионе имеет прямую связь с общим количеством осадков, что свидетельствует о недостаточном уровне увлажнения. Сокращение количества осадков, в особенности в зимний и весенний периоды, будет сопровождаться заметным снижением продуктивности сельскохозяйственных культур в регионе.

Проведенные исследования на территории Республики Калмыкии, по изучению воздействия климатических показателей на изучаемые культуры, показало, что при воздействии определенные виды сельскохозяйственных культур реагируют избирательно. Например, озимая пшеница, озимая тритикале и яровой ячмень наиболее устойчивы к стрессовым факторам внешней среды, и обладают высокой экологической адаптивностью, что прослеживается при сборе урожая.

Список литературы

1. Бакинова, Т. И. Эколого-экономические проблемы аграрного землепользования в аридной зоне: на примере Республики Калмыкия. Автореф. дисс. ... д-ра эконом наук. – Ростов н/Д, 2000. – 44 с.

2. Бакинова, Т.И. Информационное обеспечение мониторинга как инструмент экологической оптимизации использования земель сельскохозяйственного назначения / Т.И. Бакинова, Н.Е. Дарбакова, Г.Ю. Казакова, С.А. Сангаджиева, И.Е. Дарбакова // Экологическое управление туризмом. – 2019. – № 10 (1). – С. 195–201.

3. Грициенко, В.Г. Погодные условия и урожай озимой пшеницы в центральной зоне Республики Калмыкия / В.Г. Грициенко, Б.А. Гольдварг, М.В. Боктаев // II Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». – Изд: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного землевладения, 2017. – С. 646–649.

4. Гудко, В.Н. Климатические тенденции в Предкавказском, Нижнедонском и Западно-Прикаспийском степных подрегионах за период 1961-2020 гг. / В.Н. Гудко, А.В. Усатов, К.В. Азарин // Степная Евразия – устойчивое развитие. Сборник материалов международного форума. – Таганрог: Южный федеральный университет, 2022. – С. 302.

5. Джиджиков В.Н., Степанов И.Т., Шарапов Б.Д. Почвы Калмыкии и пути их освоения. –Элиста: Калм.кн. изд-во, 1972. – 66 с.

6. Лобковский, В.А. Интеграция международной и национальной систем мониторинга и оценки деградации земель в России / А.В. Лобковский, О.В. Андреева, Г.С. Куст // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. – Т. 86. – № 1. – С. 9–27.

A. B. ADYANOVA[1], A. A. BULUKTAEV[1], S. S. MANDZHIEVA[1, 2],
R. A. MUKABENOVA[1]

INFLUENCE OF CLIMATE ON THE PRODUCTIVITY OF GRAIN CROPS BY THE REGIONS OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA FOR 2010–2021

[1]Kalmyk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Elista, Russian Federation,
adyanovaaltana@nail.ru,
[2]Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation,

Climate is one of the main environmental factors that determine the potential for agricultural use of land. A negative increase in temperatures leads to significant fluctuations in the productivity of grain crops cultivation. Changes in climatic indicators on the territory of the Republic of Kalmykia are reflected in the low productivity of grain yields. This problem is relevant, as a result of which a comprehensive study of changes in the trend and nature of climatic parameters, as well as their impact on the productivity of grain crops, was carried out.

Key words: air temperature, precipitation, yield, winter wheat, winter rye, winter triticale, spring barley.

УДК 551.4(470.314)

Д. А. АЛЕКСЕЕВ
Научный руководитель: Е. Д. МАХАЛОВА,
учитель

ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ГОРОДА ЛАКИНСК

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 1 города Лакинск»
г. Лакинск, Российская Федерация,
mahalova.liza@yandex.ru

Данная работа позволяет понять, в каком состоянии находятся родники города Лакинск. Выполнение проекта способствует развитию познавательных учебных действий, развивает исследовательские способности детей. Проект имеет познавательный характер, и будет интересен всем, кто изучает биологию и экологию городов. Автор обобщил информацию по данной теме и представил ее в увлекательной форме, которая, несомненно, вызовет интерес у школьников и студентов. Собранный в ходе работы материал об исследовании состояния родниковых источников г. Лакинска могут быть использованы на уроках географии и биологии в школе, а также на внеурочных занятиях.

Ключевые слова: родниковые источники, экологическое состояние, исследования.

Введение. С каждым годом все острее ощущается нехватка воды на планете. А родники являются стратегическими объектами природы. При возникновении чрезвычайной ситуации они могут выступать как единственные источники питьевой воды для населения.

К сожалению, в последние годы все чаще отмечаются факты загрязнения источников в результате возникновения стихийных свалок, огородов, что является причиной накопления в воде токсичных веществ. Тем не менее, большинство людей предпочитают пользоваться природными источниками, т.к. качество водопроводной воды оставляет желать лучшего. Очистные сооружения не могут полностью устранить некоторые загрязнители.

Цель исследования: изучить состояние родников города Лакинска и его окрестностей.

Задачи:

1. Способствовать формированию экологического сознания обучающихся в МБОУ СОШ № 1 г. Лакинск

2. Исследовать пресные источники в городе Лакинске и его окрестностях.

Большие запасы воды на нашей планете создают впечатление о ее неисчерпаемом изобилии. Однако следует иметь в виду, что гидросфера – самая тонкая оболочка Земли. Из общего количества воды на нашей планете, которая примерно исчисляется в 1 454 643 тыс. км^3, воды Мирового океана составляют 93,93 %, то есть 1 370 323 тыс. км^3. Из-за большой солености эта вода практически мало используется.

Для производственной деятельности человечества и его хозяйственно-бытовых нужд требуется пресная вода, количество которой составляет всего лишь 2,7 % от общего объема воды на Земле, причем очень малая ее доля (всего 0,36 %) имеется в легкодоступных для добычи местах

Работа выполнялась в следующей последовательности: выбор источника; описание родников; отбор проб; определение физико-химических свойств. Выбор источников провели по использованию воды жителями города. Пробы отбирались в бутылки, которые предварительно мылись дистиллированной водой. В точке опробования бутылку ополаскивали отбираемой водой, объем пробы 0,5 л.

В районе города Лакинска и его окрестностей нами исследовано 3 родника, которые нанесены на карту (рисунок 1).

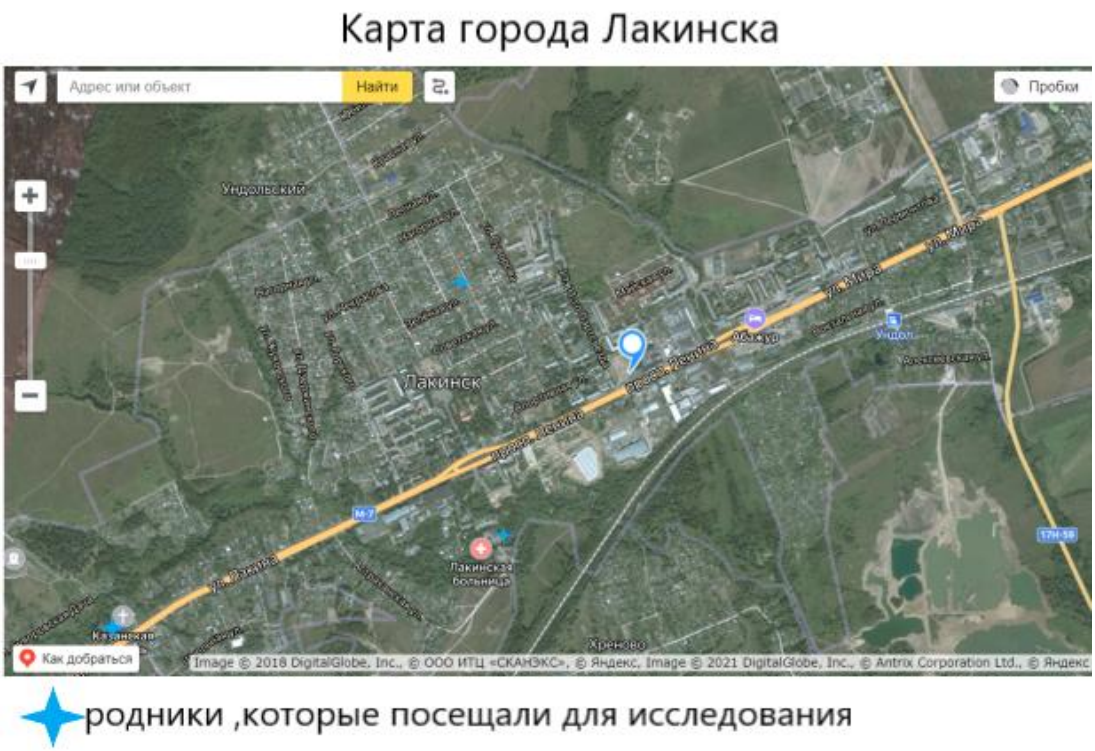


Рисунок 1 – Исследованные родники города Лакинск

Родник № 1 «У Больницы» находится на юго-востоке от города Лакинска, по дороге в деревню Хреново. Дебит источника составил 0,21 л/сек. Температура 4 °С. Вода прозрачная. Взята проба № 1. Родник хорошо оборудован для отбора воды. Население нашего города активно пользуется родником.

Родник № 2 находится по улице Комсомольская. Дебит – 0,16 л/сек. Температура 4 °С. Вода призрачная. Взята проба воды № 2. Родник хорошо оборудован для отбора воды, вода стекает в колодец. Этот родник наиболее посещаем.

Родник № 3 находится в окрестностях храма Казанской иконы Божьей Матери г. Лакинск. Дебит – 0,48 л/сек. Температура 4 °С. Вода прозрачная. Взята проба воды № 3.

Пробы воды, взятые на родниках мы подвергли исследованию в лабораторных условиях.

Жесткость воды – свойство воды (не мылиться, давать накипь в паровых котлах), связанное с содержанием растворимых в ней соединений кальция и магния, это параметр, показывающий содержание катионов кальция, магния в воде. Жесткость определяли по мылкости и накипи (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты определения жёсткости воды

№ п/п	Пробы воды	Результаты опыта определения жесткости по мылкости	Результаты опыта определения жесткости по накипи	Вывод
1	2	3	4	5
1	Дистиллированная вода	хорошо пениться	накипи нет	Вода мягкая
2	Родник «У Больницы»	пениться слабо	накипь незначительная белого цвета	средней жесткости
3	Родник на ул. Комсомольская	пениться слабо	накипь незначительная белого цвета	средней жесткости

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
4	Окрестности храма Казанской Божьей Матери г. Лакинск	пениться слабо	накипь незначительная белого цвета	средней жесткости
5	Водопроводная вода	не пениться	накипь рыжего цвета	жесткая

Определить запах можно ощущением воспринимаемого запаха только что набранной воды при температуре окружающей среды (землистый, хлорный, бензиновый и т. д.). Также можно определить запах при нагревании до 20 °С в колбе на спиртовой или газовой горелке (таблица 2).

Таблица 2 – Шкала запаха воды

Интенсивность запаха	Характер появления запаха
Нет запаха	Запах не ощущается
Очень слабая	Не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании
Слабая	Запах замечается потребителем, если обратить на него внимание
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздерживаться от питья

Характер вкуса и привкуса воды также можно определить различными методами. Различают четыре основных вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами. Характер вкуса или привкуса различают по ощущениям, набирая воду в рот малыми порциями, не проглатывая, задерживая ее во рту на 3–5 сек. В лабораторных условиях или при испытании у источника воду нагревают до 20 °С и оценивают по пятибалльной шкале. Применение данного метода позволило сделать заключение, что вода имеет сладкий привкус

Заключение. В результате проведенной работы, которая основывалась на опытах по изучению свойств воды разных родников нашего города, можно сделать вывод, что вода представляет собой бесцветную прозрачную жидкость без запаха. Температура источников составляет примерно 3–4 °С.

В нашей работе описано три источника нашего города. Качество воды из родников было сравнено качеством водопроводной воды водопроводной. Жёсткость воды определялась по мылкости и образования накипи. Результаты представлены в таблице, из которой видно, что родниковая вода более мягкая, чем водопроводная. Запах воды определялся при температуре 20 °С и 60 °С. У родниковой воды запаха нет, а у водопроводной она очень слабая. Установлено, что вода имеет сладкий привкус. Таким образом, родниковая вода имеет лучшие характеристики, чем водопроводная.

Список литературы

1. Альтовский М. Е. Классификация родников // Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии. – Сб. 19. – М., 1961.

2. Борейко В.Е., Грищенко В.Н. Как помочь роднику и речке // Родники Екатеринбурга. – 15.05.2002. – С. 3.

3. Гордеев Д.Н. Подземные воды Ивановской и Ярославской областей // Гидрология СССР. – В IV кн. Кн. 2. – М.–Л.: Госгеолитиздат, 1941.

4. Горский И.И. О соляных источниках губерний Вологодской, Костромской, Ярославской, Нижегородской и Владимирской. Материалы по общей прикладной геологии. Вып. 22. – Л., 1926.

5. Иванов А.Н., Новский В.Л. Геологическое строение и полезные ископаемые // Природа и хозяйство Ярославской области. – Ярославль: Природа, 1959.

6. Рохмистров В.Л. Подземные воды Ярославского района. // Краеведческий сборник. Ученые записки. Вып.71. – Ярославль, 1968.

7. Рохмистров В.Л. Плещеево озеро: гидрологический очерк. – Ярославль, 2002.

8. Урисон В.О., Егоров Б.Д. Электрическая разведка минеральных вод в районе с. Больших Солей Ивановской области. Т. III. Вып. II. // Извест. Московского геолого-гидрогеодезического треста. – М.-Л., 1935.

9. Хаскин В.В. Экология: учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1999.

D. A. ALEKSEEV
Scientific supervisor: E. D. MAKHALOVA,
teacher

THE STUDY OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE SPRINGS OF THE CITY OF LAKINSK

Secondary School № 1 of the city of Lakinsk,
Lakinsk, Russian Federation,
mahalova.liza@yandex.ru

The project "Study of the ecological state of spring springs in the city of Lakinsk" introduces us to the state of springs in the city of Lakinsk Project type: Research This work will help to understand the condition of the springs of the city of Lakinsk. The implementation of the project contributes to the development of cognitive learning activities, develops children's research abilities. The project is educational in nature, and will be of interest to anyone who studies the biology and ecology of cities. The author summarized the information on this topic and presented it in a fascinating way that will undoubtedly arouse the interest of schoolchildren and students. The material collected during the work on the study of the state of spring springs in Lakinsk can be used in geography and biology lessons at school, as well as in extracurricular activities.

Key words: springs, ecological status, and research.

УДК 504.062

М. А. АЛИЕВА, У. А. РОНДАК

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНИЯ ГОРОДА МИНСКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
m.alieva5030@gmail.com, rondakulyana@gmail.com

В статье представлены результаты анализа системы озеленения г. Минска с применением ГИС-технологий. Рассчитаны количественные показатели озеленения и составлены карты их пространственного распределения. Выявлено, что наиболее высокие показатели озеленённости и обеспеченности населения характерны для восточных районов, а наименьшая фрагментация доступности – для центральных.

Ключевые слова: система озеленения, ГИС-технологии, доступность озеленённых территорий, озеленённость территории, обеспеченность озеленёнными территориями.

В настоящий момент постоянный рост городов не прекращает быть главной общемировой тенденцией. Согласно данным Организации Объединённых Наций (ООН), доля городских жителей сейчас составляет более 56 % мирового населения, а сами города занимают площадь около 2 миллионов квадратных километров. При этом в европейском регионе доля городских жителей и вовсе превышает среднемировой показатель, составляя почти 75 % [1]. Для Республики Беларусь на данный момент показатель ещё выше – 78,4 % населения страны [2]. Такое положение приводит к возникновению потребности в формировании экологически устойчивых и при этом экономически процветающих и социально справедливых городов.

Среди возможных и наиболее эффективных стратегий достижения поставленной цели является создание системы городского озеленения. Главное преимущество озеленённых территорий состоит в их многофункциональности: растительный покров способен осуществлять санитарно-гигиенические, структурно-планировочные, декоративно-художественные, рекреационные и прочие ценные функций.

Однако количество озеленённых пространств в городах постоянно сокращается, а существующие насаждения подвергаются воздействию большого количества разнообразных отрицательных факторов. Именно поэтому, в целях поддержания существующей системы озеленения города в благоприятном состоянии, необходимо всестороннее изучение насаждений. Такой комплексный анализ может быть проведён с помощью географических информационных систем (ГИС), позволяющие быстрее и точнее традиционных методов обрабатывать и комбинировать большие массивы разноплановых данных.

Главным объектом данного исследования является территория города Минска – столицы и крупнейшего города Республики Беларусь, административного центра Минской области и Минского района, самостоятельной административно-территориальной единицы с особым (столичным) статусом, а также многофункционального города европейского значения. Минск является крупнейшим транспортным узлом, политическим, экономическим, культурным и научным центром. Площадь населённого пункта составляет 348,85 км^2, а количество жителей достигает почти 2 миллиона человек [2].

Система озеленения г. Минска состоит из насаждений общего, ограниченного и специального пользования. При этом наибольшую ценность для жителей представляет именно озеленение общего пользования: 17 городских лесов, 13 лесопарков, 71 парк, 225 скверов и 45 бульваров, которые в совокупности занимают площадь 4 304,03 га [3].

Помимо площади и целевого назначения, система городского озеленения также характеризуется такими пространственными показателями, как доступность озеленённых территорий, озеленённость территории и обеспеченность озеленёнными территориями.

Доступность озеленённых территорий – расстояние, которое необходимо преодолеть для достижения объекта озеленения. В данном исследовании доступность была оценена при помощи буферного анализа, результатом которого является карта, на которой отображены озеленённые территории и полигоны эквидистант вокруг них (в метрах). Карта была скомпонована и выведена для озеленённых территорий общего пользования г. Минска в программе ГИС QGIS, для построения зон использовался инструмент Множественные Буфер (рисунок 1).

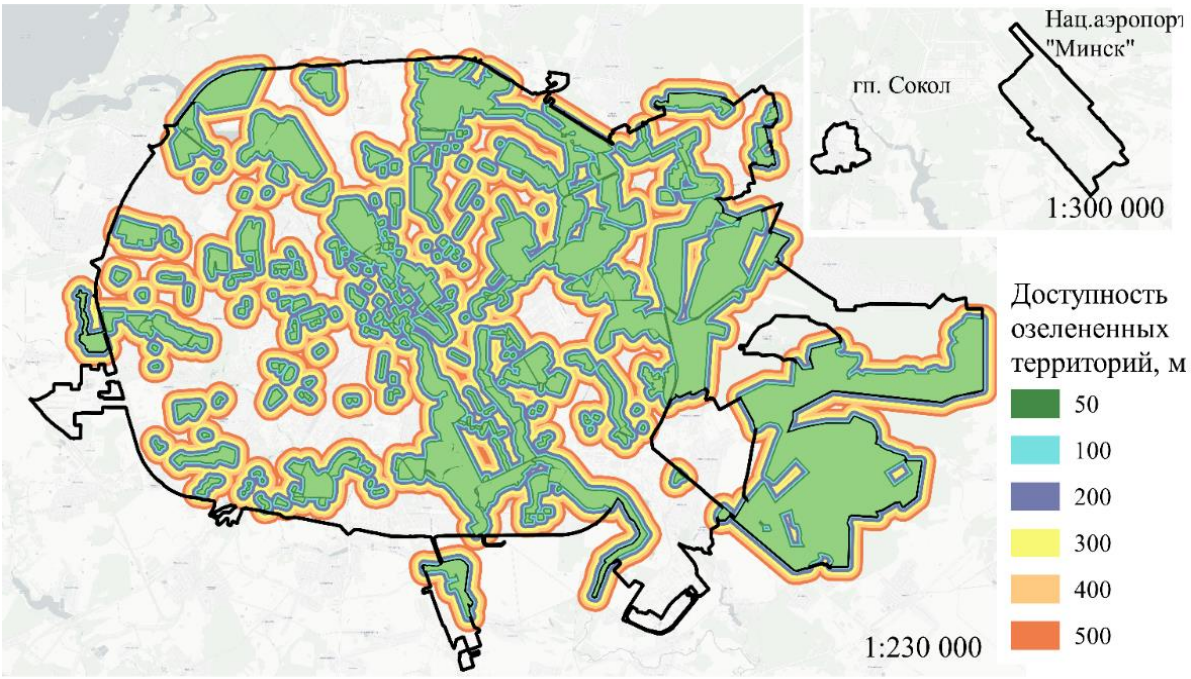


Рисунок 1 – Доступность озеленённых территорий г. Минска

Большая часть города, согласно карте, находится в 500-метровом пределе доступности для жителей. Наилучшее положение озеленённых территорий наблюдается в центральных районах г. Минска, а также в северо-восточной части города. А вот в пределах западных районов наблюдается большое количество пространств, не затронутых буферами доступности. Карта позволяет легко увидеть границы, однако, не позволяет оценить доступность озелененных территорий относительно плотности населения и не позволяет понять доступность по затраченному времени для того, чтобы добраться до озеленённых территорий.

Также важно учесть озеленённость территории (степень озеленённости территории), которая рассчитывается как отношение площади объектов озеленения к общей площади территории участка, выраженное в процентах. Согласно нормативным показателям, для г. Минска озеленённость территории в пределах застроенных территорий должна составлять не менее 40 %, а в границах территории жилой или смешанной застройки – не менее 25 % [4].

Степень озеленённости может быть оценена методом регулярной сети. При применении такой визуализации границы размываются, но при этом полученное гридовое покрытие характеризует территорию всего города единым нормализированным массивом равновеликих гексагонов. Для создания регулярной сети был выбран индекс H3 – иерархический геопространственный индекс, разработанный компанией Uber для упрощения расчетов и манипулированием пространственными данными глобального покрытия. [5]

Он представляет собой мультимасштабную регулярную эквидистантную гексагональную сеть, которая покрывает весь земной шар и поддерживает 16 уровней разрешения с различной степенью детализации. Индекс легко воспроизвести различными языками программирования, а также в QGIS – плагин Density Analysis.

Полученная карта (рисунок 2) была построена с применением рассматриваемого индекса и отображает долю пространства, занимаемой озеленённой территорией в каждом гексагоне, с разрешением индекса равному 8 (средняя длина стороны составляет 400 м). Наиболее высокие показатели наблюдаются в юго-восточной и восточной частях города, где расположены большие массивы городских лесов, а также скопления более мелких объектов озеленения. Также мы видим отдельные островки высоких показателей повсеместно вдоль речной системы города, а также вблизи крупных водохранилищ.

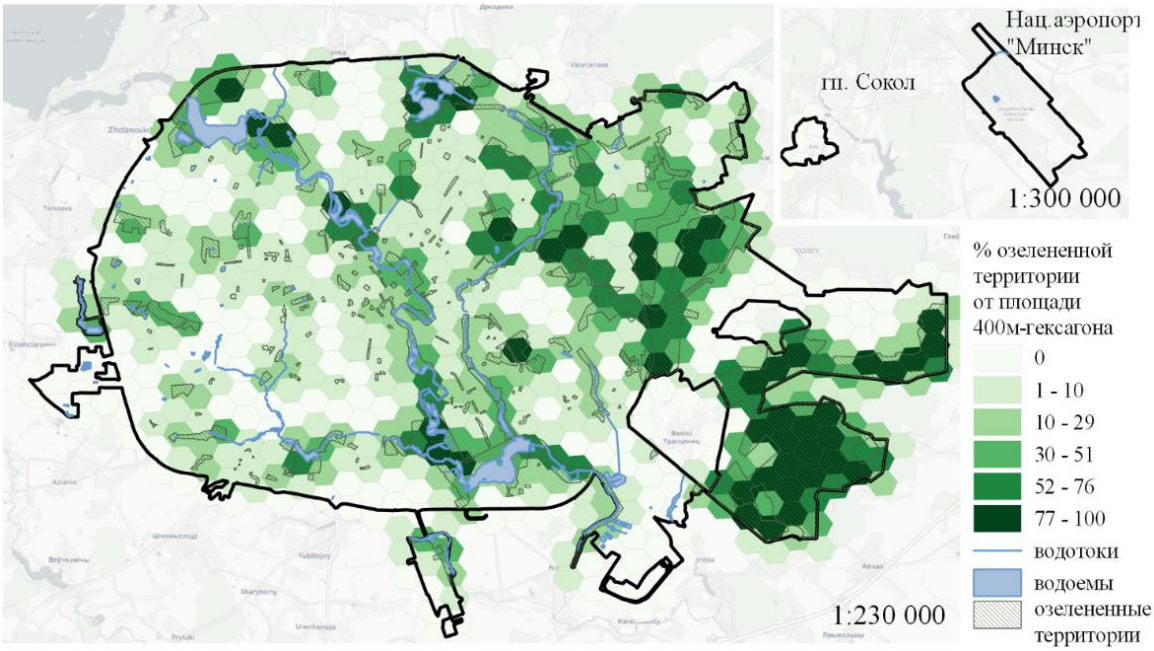


Рисунок 2 – Озеленённость территорий г. Минска

Однако наиболее наглядным показателем является обеспеченность озеленёнными территориями, который рассчитывается как отношение суммарной площади озеленённых пространств к числу жителей данной территории. В случае г. Минска нормативное значение по этому показателю равно 9-10 м^2/чел [4].

Обеспеченность можно оценить при наличии геоданных о распределении плотности населения. Представленная карта (рисунок 3) была получена при «перекрещивании» данных о плотности населения Kontur Population Dataset с массивом гексагонов с долями озелененных территорий, который был использован для карты озеленённости, с применением метода бивариативной хороплетной визуализации в QGIS. Kontur Population Dataset – это открытый набор данных о плотности населения Земли, созданный для применения в гуманитарной картографии, о чем свидетельствует размещение набора на Humanitarian Data Exchange портале, курируемого Управлением ООН по координации гуманитарных вопросов (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, UN OCHA). Набор данных фактически представляет собой композит разной информации о плотности населения, нормированный при помощи H3 индекса [6]. Нормированность исходных данных, которые скрещиваются при создании бивариатного хороплета, необходима. В нашем случае гарантом нормированности является гексогональное представление исходных данных. Далее по отдельности данные о плотности населения и данные о долях озелененных территорий разбиваются на классы (по 3 класса в каждом квантильным методом), классы

категорируются по классам (через создание нового поля в атрибутивной таблице) [7]. Полученные индексы складываются, и, в результате, получаются 9 уникальных индексов – от A1 («низкая плотность населения – малое расстояние до озелененной территории») до C3 («высокая плотность населения – большое расстояние до озелененной территории»).

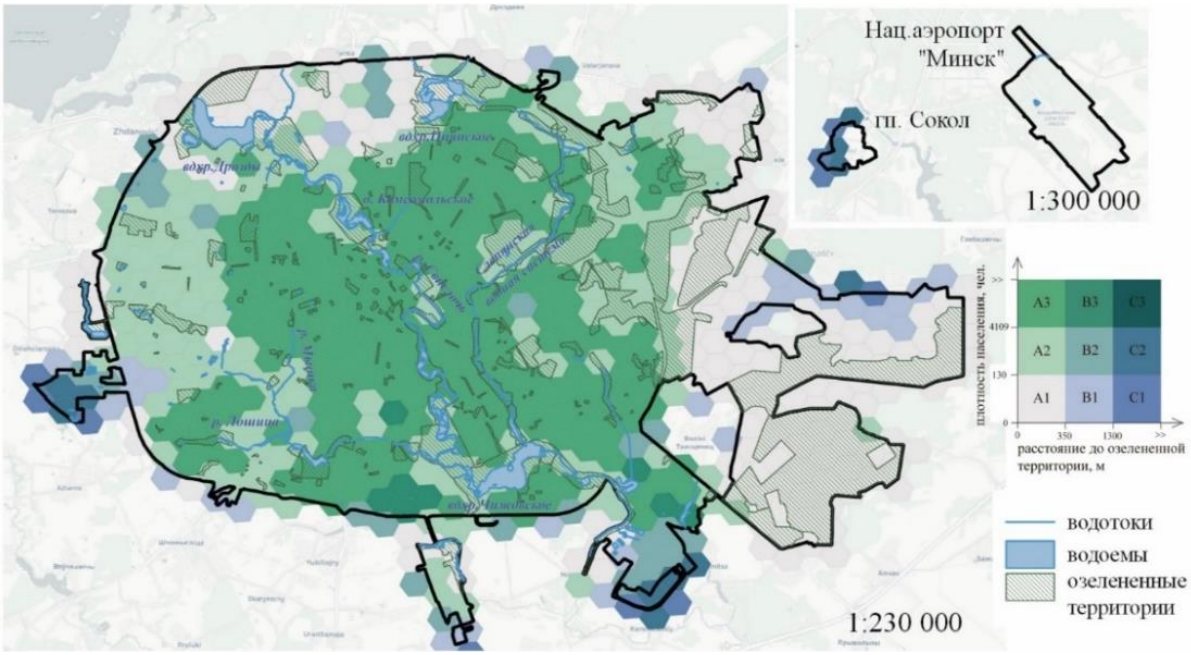


Рисунок 3 – Обеспеченность населения г. Минска озеленёнными территориями

Большая часть территории города при такой оценке имеет индекс A3 («высокая плотность населения – малое расстояние до озелененной территории»), что характеризует г. Минск как населённый пункт, хорошо обеспеченный озеленёнными территориями. В тоже время некоторые жилые микрорайоны на периферии города чуть менее обеспечены озеленёнными территориями (индексы A2 и B2), что объясняется как небольшим количеством здесь объектов озеленения, так и высокой населённостью данных территорий. Также в городе нет пространств с оценкой под индексом C3 («высокая плотность населения – большое расстояние до озелененной территории»).

Таким образом, территория г. Минска характеризуется наличием достаточно разветвлённой и обширной системы озеленения, важную часть которой составляют озеленённые территории общего пользования. Согласно полученным данным, наиболее благоприятная организация системы озеленения наблюдается в восточной части города в силу расположения здесь большого количества зелёных насаждений и проживания небольшого количества населения. Хорошо организована система и вдоль водного диаметра города и, соответственно, близлежащих к водным объектам территорий. Наихудшее положение наблюдается в западной части г. Минска – в силу наиболее плотной застройки и высокой заселённости, а также расположения в основном мелких объектов озеленения.

Список литературы

1. Rescuing SDG 11 for a Resilent Urban Planet [Electronic resource]: United Nations Human Settlements Programme: UN-Habitat. – Mode of access: https://unhabitat.org/sites/default/files/2023/07/sdg_11_synthesis_report_2023_executive_summary_final.pdf . – Date of access: 29.04.2024.

2. Численность населения на 1 января 2023 г. и среднегодовая численность населения за 2022 год по Республике Беларусь в разрезе областей, районов, городов, поселков

городского типа. [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/266/g7tfria1rlnl0pb5rp7b942bh6eu6tiv.pdf. – Дата доступа: 29.04.2024.

3. Решение Минского городского исполнительного комитета “Об утверждении градостроительных проектов специального планирования” [Электронный ресурс] – 10.01.2019. – N 58. – Режим доступа: https://minsk.gov.by/ru/org/6034/attach/b7839b8/. – Дата доступа: 20.04.2024.

4. Градостроительство. Населённые пункты. Нормы планирования и застройки. [Электронный ресурс] – ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) / Мин. архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Режим доступа: https://primaline.by/assets/files/w01833598p_1543006800.pdf .– Дата доступа: 29.04.2024.

5. H3: Uber’s Hexagonal Hierarchical Spatial Index [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.uber.com/en-GB/blog/h3/. – Дата доступа: 24.03.2024

6. Kontur Population Dataset [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://data.humdata.org/dataset/kontur-population-dataset?. – Дата доступа: 30.03.2024

7. Bivariate Choropleth Maps: A How-to Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.joshuastevens.net/cartography/make-a-bivariate-choropleth-map/ – Дата доступа: 30.03.2024.

M. A. ALIEVA, U. A. RONDAK

MINSK GREEN SPACES’ SYSTEM ANALYSIS APPLYING GIS TECHNOLOGIES

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
m.alieva5030@gmail.com, rondakulyana@gmail.com

The article presents Minsk green spaces’ system analysis applying GIS technologies results. Quantitative indicators of green spaces have been calculated and maps of their spatial distribution have been compiled. It was revealed that the highest rates of greening and provision of the population are typical for the eastern regions, and the least fragmentation of accessibility is for the central ones.

Key words: green spaces’ system, GIS technologies, green areas accessibility, greening, green areas provision.

УДК 69.051

А. В. АНДРЕЕВА, А. Э. КОРОЛЁВ

СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВЫХ ТОЛЩ ПОГРЕБЕННЫХ ОВРАГОВ НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСТАНА

Институт геологии и нефтегазовых технологий,
Казанский федеральный университет,
г. Казань, Российская Федерация,
andreeva.anastasiya.03@bk.ru, albert-korolev-kpfu@mail.ru

В работе рассмотрено строение грунтовых толщ погребенных оврагов, осложняющих скальные массивы уржумского яруса Приволжской возвышенности. Грунтовая толща сложена высокопористыми делювиальными суглинками, обладающими нестойкостью структурных связей к увлажнению. Это обуславливает активизацию в них оползней при проходки дорожных выемок.

Ключевые слова: Татарстан, речные палеодолины, строение, состав, свойства грунтов.

Строительство автодорожных трасс, требующих закладку глубоких выемок, обычно сопровождается нарушением условий залегания грунтовых толщ в массивах горных пород. Неоднородное сложение массивов приводит к активизации негативных процессов, осложняющих строительные работы. Подобные примеры широко известны и освещены в научной литературе [1–3]. На территории восточной части Приволжской возвышенности, где в последние годы идет масштабное дорожное строительство, грунтовые массивы так же не отличаются простым строением. В первую очередь это обусловлено различным характером залегания разновозрастных осадочных толщ и их взаимоотношением друг с другом, тектоническими подвижками территории, экзогенными процессами, сформировавшими современный рельеф, наличием многочисленных водоносных горизонтов. Наиболее сложные участки строительства приурочены к местам вскрытия дорожных выемок погребенных оврагов неоплейстоценового возраста.

Согласно геологической истории развития, овраги сформировались в эпоху последнего Валдайского оледенения. В это время холодный сухой климат, господствовавший в перигляциальной зоне на территории Приволжской возвышенности, сменился на более теплый и влажный. Избыточное увлажнение в период межстадиального потепления способствовало активизации водно-эрозионных процессов. Воды атмосферных осадков, стекающие с холмов эрозионно-денудационных останцев в восточной окраине Приволжской возвышенности, сливаясь в низинах создали условия для формирования протяженных оврагов. Базисом эрозии оврагов служила уже существовавшая к этому времени Палео-Волга. Направленный сток поверхностных и грунтовых вод с запада на восток, с водораздела в сторону палео-Волжской речной долины, создал предпосылки для заложения параллельных друг другу протяженных овражных систем. По мере денудации холмистых возвышенностей скорость стока поверхностных и подземных вод замедлилась, и овраги вступили в стадию трансформации в балки. Дно оврагов постепенно заполнялось пролювиально-делювиальными четвертичными отложениями. К концу голоцена большая часть ранее образованных овражных форм были снивелированы в рельефе, оставшись в виде корытообразных балок, переходящих в выположенные склоны холмов. В таком виде погребенные палеоовраги, выполненные пролювиально-делювиальными отложениями, просуществовали до нынешнего времени.

Дорожные выемки, произведенные при строительстве автотрасс в междуречье р. Волга и р. Свияга, вскрыли большое количество погребенных оврагов неоплейстоценового возраста. Таким образом, здесь образовались участки, представляющие потенциальную опасность для строительных работ. В стенках дорожной выемки погребенные овраги представляют собой эрозионные ложбины, врезанные в горизонтально залегающие коренные осадочные породы уржумского яруса. Дно ложбин широкое, корытообразное, плавно переходящее в выположенные склоны холмистых возвышенностей. Основание и боковые стороны овражных ложбин сложены уржумским континентально-морским карбонатно-терригенным комплексом, в котором переслаиваются слои светло-серых доломитов, зеленовато-серых доломитовых мергелей, красно-бурых аргиллитоподобных глин и зеленовато-серых пылеватых песчаников. Породы в различной степени трещиноватые, раздроблены системами пересекающихся трещин на крупноблочные, плитчатые и щебнистые отдельности. Основанием эрозионных врезов служат слои доломитов, являющихся наиболее устойчивыми к разрушению, склоны – представлены всеми литотипами пород. На склонах широко проявлены процессы эрозионной складчатости, обусловленные оползанием слоев глин и доломитовых мергелей под действием гравитации. В эрозионных ложбинах палеооврагов с несогласием залегают отложения четвертичного возраста. Переход от горизонтально залегающих пестроцветных коренных пород уржумского яруса к однородным темно-бурым четвертичным весьма резкий, отчетливо наблюдается по смене окраски и структурно-текстурным признакам. Анализ строения грунтовых толщ погребенных оврагов показал наличие в разрезах двух генетических разностей современных отложений. В нижней части грунтовых толщ непосредственно на слоях уржумских доломитов залегаю пролювиальные отложения мощностью 0,5–0,8 м. Они представлены щебнисто-дресвяным обломками светло-серых доломитов и зеленовато-серых доломитовых мергелей, сцементированных светло-бурыми суглинками, обогащенными псаммитовыми зернами кварца, полевых шпатов, а также обломков эффузивных и кремнистых горных пород (продукты разрушения песчаников). В составе обломочного материала присутствуют редкие глыбы доломитов и мергелей, которые, вероятно, являются продуктами обрушения коренных пород со склонов эрозионных ложбин (коллювий). Выше по разрезу пролювиальные отложения сменяются делювиальными. Делювий представлен однородными по строению и составу светло-бурыми суглинками с массивной текстурой. Мощность делювиальной толщи может варьировать от 5,0 до 10,0 м. Сверху грунтовая толща погребенных оврагов перекрыта почвенно-растительным слоем толщиной до 0,5 м. За счет обогащения гумусом почвенно-растительный слой характеризуется темно-серой окраской, комковатым строением, наличием корневищ травянисто-кустарниковой растительности, пронизывающих верхний покров четвертичных отложений.

Грунтовые толщи погребенных неоплейстоценовых оврагов содержат подземные воды. Гидрогеологические условия простые за счет наличия лишь одного водоносного горизонта. Водоносный слой приурочен к подошве эрозионных ложбин, водовмещающими являются пролювиальные отложения. По условиям залегания подземные воды относятся к грунтовым со свободной поверхностью. Область питания расположена в пределах вершин и пологих склонов холмистых поднятий, примыкающих к овражным ложбинам. Источником пополнения запасов грунтовых вод являются атмосферные осадки, проникающие по трещинам коренных пород уржумского яруса в слои пролювиальных отложений. Этому способствует высокая степень нарушенности первичного залегания глин и мергелей на склонах палеооврагов экзогенными складчатыми и дизъюнктивными дислокациями. Разгрузка водоносных горизонтов осуществляется в виде нисходящих родников в бортах современных оврагов, речных долин и ручьев, впадающих в р. Волга. Подземные воды по минерализации пресные, по гидрохимическому типу – гидрокарбонатно-кальциевые.

Изучение вещественного состава грунтовых толщ погребенных палеооврагов с помощью рентгенофазового анализа показало, что делювиальные суглинки содержат 18–23 %

глинистой компоненты, 71–73 % обломочной компоненты и 7–9 % аутигенных минералов. Глинистые минералы представлены смешанослойной фазой сложного иллит-монтмориллонитового состава (6 %), иллитом (6–11 %), хлоритом (2–4 %) и каолинитом (2–3 %). Обломочная составляющая представлена зернами кварца (28–36 %), альбита (18–34 %) и микроклина (10–15 %). Также в грунтах присутствуют трубчатые агрегаты аутигенного кальцита, развивающиеся вдоль ходов корней кустарниково-травянистой растительности. Проведенные гранулометрические исследования показали, что в составе грунта преобладают пылеватые фракции (29,74–62,38 %) и частицы дисперсной размерности (35,46–39,74 %). Доля частиц песчаной размерности составляет от 0,52 до 2,13 % (таблица 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав делювиальных суглинков

Суглинок	Содержание фракций различной размерности, мм			
	0,25–0,1	0,1–0,05	0,05–0,01	< 0,01
Верхняя часть разреза	0,52 %	3,12 %	26,62 %	39,74 %
Нижняя часть разреза	2,13 %	16,51 %	45,87 %	35,49 %

Изучение физических свойств суглинков овражного делювия показало, что их природная влажность находится в пределах 11,84–15,62 %, плотность – 1,98–2,01 г/см^3, пористость – 30,59–32,83 %, число пластичности составляет 12,8, содержание органического вещества – 0,8–1,7 %. Породы обладают нестойкими структурными связями, при повышенной влажности куски теряют монолитность, образцы, помещенные в прибор ПРГ-1Ф в течении 1-3 минут форму, превращались в рыхлую бесструктурную массу. Согласно полученным данным порода относится к суглинкам легким пылеватым.

Подобные свойства делювиальных суглинков обуславливают их низкую устойчивость в стенках автодорожных выемок, пересекающих грунтовые толщи погребенных оврагов. Уже в течение 3–4 месяцев после вскрытия в толще делювиальных суглинков фиксируются сходы оползней. Все оползни по положению поверхности скольжения относятся к асеквентным, поскольку развиваются в однородных по составу и структуре породах. Начало образование оползней маркируется появление в верхней части грунтовой толщи погребенных оврагов параллельных друг другу трещин отрыва. Постепенно расширяясь, трещины сливаются между собой, их полости увеличиваются. В нижней части формирующихся оползней отмечаются выходы подземных вод в виде родников. С подземными водами идет вынос тонкодисперсного материала, что ведет к образованию щелевидных ниш. Ниши резко переходят в конусовидные шлейфы из тонкодисперсного материала, прорезанных ветвящимися каналами ручейковой эрозии. В какой-то период времени за счет суффозионного выноса грунта из нижней части грунтовой толщи и увеличения размеров трещин отрыва в верхней части происходит обрушение блока делювиальных суглинков. Слабые структурные связи между минеральными частицами способствуют полному разрушению грунта. Тело оползней бесструктурное, представляет собой рыхлую, несвязанную грунтовую массу. После обрушения тела оползня в грунтовой толще образуются практически вертикальные стенки отрыва. Если выходы подземных вод в основание толщи делювиальных суглинков не прекратятся, то в грунтовой толще погребенного оврага вновь активизируются сходы новых оползневых тел.

Расчеты, проведенные с использованием геотехнической программы GEO5, показали, что грунтовые толщи делювиальных суглинков в случае нарушения условий их естественного залегания образуют неустойчивые склоны в бортах дорожных выемок. В основу расчетов были положены результаты, полученные в ходе трехосного сжатия образцов грунта естественного сложения (удельный вес – 23 кН/м^3, угол внутреннего трения – 28 град., удельное сцепление – 19 кПа).

На основание вышеизложенного, можно считать грунтовые толщи погребенных оврагов локальными участками с нестабильными условиями геологической среды. С течением времени, даже после проведения работ по травосеянию с использованием геоматов, в них будут протекать оползневые процессы. По масштабу вовлеченных в процесс смещения грунтовых масс все оползни будут относиться к мелким (5–50 га), не представляющим серьезную опасность.

Список литературы

1. Кадыралиева, Г. А. Причины нарушение местной устойчивости откосов горных дорог / Г.А. Кадыралиева // «Современные концепции научные исследования». – Москва: Часть 3. Изд. Евразийский союз ученых. – 2014. – С. 49-52.

2. Петров, Н. Ф. Оползни на автомобильной дороге М-7 «Волга» (Москва – Казань, 583–584 км) в правобережье р. Сура в Чувашской Республике / Н. Ф. Петров, А. Н. Павлов, И. В. Никонорова, Е. Ю. Яковлев, А. Н. Александров // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 625.

3. Чалкова, Ю. С. Оползневые процессы, их прогнозирование и борьба с ними / Ю. С. Чалкова, Б. М. Черепанов // Ползуновский вестник. – 2007. – №1. – С. 80–89.

A. V. ANDREEVA, A. E. KOROLEV

STRUCTURE, COMPOSITION AND ENGINEERING-GEOLOGICAL PROPERTIES OF GROUND STRUCTURES OF BURIED GOVLES IN THE TERRITORY OF TATARSTAN

Institute of Geology and Oil and Gas Technologies,
Kazan Federal University,
Kazan, Russian Federation,
andreeva.anastasiya.03@bk.ru, albert-korolev-kpfu@mail.ru

The work examines the structure of soil strata of Neopleistocene buried ravines, complicating the rock massifs of the Urzhum stage of the Volga Upland. The soil layer is composed of highly porous colluvial loams, which have structural bonds that are unstable to moisture. This causes the activation of landslides in them during the excavation of road excavations.

Key words: Tatarstan, river paleovalleys, structure, composition, soil properties.

УДК 504.064

Я. М. БАЙМУРЗИНА, А. В. ВОРОНИНА

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ТЕРРИТОРИЯХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ И СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Российская Федерация, yana.b174@gmail.com

Жители Уральского региона проживают в условиях постоянного облучения, вызванного остаточным радиоактивным загрязнением окружающей среды в результате прошлых радиационных аварий и инцидентов. В условиях радиоактивного загрязнения особая важная роль отводится радиоэкологическому мониторингу окружающей среды.

Ключевые слова: почва, донные отложения, стронций, цезий, удельная активность, радиоактивное загрязнение, Восточно-Уральский радиоактивный след.

Челябинская и Свердловская области находятся в зоне влияния различных по генезису радиационных воздействий. Вклад в загрязнение объектов окружающей среды на территориях областей оказали как глобальные выпадения при испытаниях ядерного оружия, так и радиоактивные следы, образованные при радиационных авариях. В их число входят Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), «Карачаевский» радиоактивный след, а также след от аварии на Чернобыльской АЭС.

Важным фактором радиоактивного загрязнения биосферы стали испытания ядерного оружия. Радиоактивные выпадения от испытаний ядерного оружия вызывали локальное, региональное и глобальное загрязнение окружающей среды. Согласно оценкам НКДАР ООН, в суммарной активности нуклидов, поступивших в атмосферу в результате ядерных взрывов, преобладают относительно короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада менее 1 года, вклад которых составляет около 91 %. Однако по радиологической значимости доминируют долгоживущие радионуклиды, поступление которых в атмосферу Земли составило: ^{3}H – 186 000 ПБк, ^{14}C – 213 ПБк, ^{90}Sr – 622 ПБк, ^{137}Cs – 948 ПБк, ^{239,240}Pu – 10,87 ПБк, ^{241}Pu – 142 ПБк [1].

Взрывы ядерных зарядов проводились не только при испытании ядерного оружия, но и в мирных целях. В СССР было произведено более 120 «мирных» подземных ядерных взрывов, предназначенных для: интенсификации добычи углеводородного сырья, создания подземных емкостей для его хранения, создания водохранилищ, дробления рудных залежей и ряда других целей.

Максимальное воздействие на Озерский городской округ Челябинской области оказали выбросы после аварии в 1957 г. на «ПО «Маяк». В результате Кыштымской аварии в атмосферу было вовлечено около 740 ПБк (20 МКи) β-активности, из которой около 10 % выпало на прилегающей территории за пределами производственной площадки предприятия. Два миллиона кюри радиоактивности, подхваченные юго-западным ветром, разнесло по лесам, озерам, полям на площади около 20 тыс. км^2 в Челябинской, Свердловской и Тюменской областях. В результате радиоактивных выпадений образовался радиоактивный след протяженностью до 300 км в длину, по ширине 5–10 км, который в последствии получил название Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС).

По результатам обследования Челябинской, Свердловской, Курганской и Тюменской областей составили таблицу 1 [2] этих мест, и на карте появились контуры ВУРСа.

Вторая авария (1967 г.) была связана с выносом радиоактивной пыли с берегов озера Карачай, в которое сливались среднерадиоактивные отходы ПО «Маяк». В результате пылевого переноса с береговой полосы было вынесено 0,6 млн Ки. Радиоактивная пыль, включающая 600 кюри активности, в основном за счет цезия-137, была развеяна на значительной территории промплощадки, а также перенесена на территорию площадью 1 800 км^2. Произошло радиоактивное загрязнение части территории Каслинского, Кунашакского и Аргаяшкого районов. Радиоактивный след получил название «Карачаевский». Карачаевский след незначительно наложился на ВУРС. Площадь распространения следа за пределами промышленной зоны ПО «Маяк» по Sr-90 составила 1 660 тыс. км^2 с суммарной активностью 800 Ки, по Cs-137 – 4 650 тыс. км^2 с суммарной активностью 2 360 Ки.

Таблица 1 – Состояние загрязненности территории ряда областей Урала

Степень загрязненности по стронцию-90	Площадь загрязненности, км^2		
	Челябинская область	Свердловская область	Общая
Свыше 2 Ки/км	590	470	1 060
Свыше 0,2 Ки/км	3 100	4 700	7 800
Свыше 0,1 Ки/км	4 950	9 470	14 420

На Свердловскую область пик радиоэкологических проблем приходится на пятидесятые – начало шестидесятых годов. Площадь загрязнения в Свердловской области составила 470 км^2, из них 55 % пришлось на сельскохозяйственные угодья, в том числе на пашню до 30 %. Кроме того, на территорию Свердловской области пришлись выпадения после аварии на Чернобыльской АЭС.

Через всю территорию Европейской части России прошел так называемый Восточно-Чернобыльский радиоактивный след, охвативший южную часть Пермского края и распространившейся в Свердловской области. Плотность поверхностного загрязнения цезием-137 в пределах Свердловской области составила 3,7–7,5 Бк/км^2 с аномальными участками более 18,5 ГБк/км^2. В районе поселков Калиновского и Бисерти, станции Исеть плотность загрязнения цезием-137 достигала 18,5–43,7 ГБк/км^2.

В работе проведён анализ радиоактивности почв и донных отложений озёр и рек, которые были отобраны на территориях Челябинской и Свердловской областей в зонах влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа и Чернобыльского следа. Пробы отобраны вблизи озера Большая Нанога, озера Иртяш (деревня Новая Теча), озера Сунгуль, поселка Татыш и поселка Калиновский в Челябинской области, в районе Волчихинского водохранилища, в городе Ревда и в городах Ивдель и Серов на севере Свердловской области.

Отбор проб почв проводили методом конверта, донные отложения отбирали широкогорлым сосудом в прибрежной зоне рек и озёр. Измерение гамма-радиоактивности воздушно-сухих проб проводили после пробоподготовки на сцинтилляционном гамма-бета-спектрометре Атомтех АТ1315. В качестве геометрии использовали сосуды Дента или Маринелли. Определение Sr-90 проводили в пробах с наибольшей активностью по Cs-137 методом радиометрии после радиохимического выделения на смоле Sr производства компании Triskem. В таблице 2 приведена удельная активность проб почв и донных отложений озёр и рек.

Исходя из исследований можно сделать вывод, что в исследуемых образцах почвы и донных отложений присутствуют природные радионуклиды ^{40}K и ^{226}Ra. Калий-40 присутствует во всех пробах, его содержание варьируется от 140 Бк/кг до 3 030 Бк/кг. ^{226}Ra присутствует в 8 пробах, его максимальная активность 30 Бк/кг найдена в пробе донных отложений озера Сунгуль (Челябинская область). Исходя из данных таблицы, можно заметить, что радионуклид чаще встречается в донных отложениях водоёмов.

Искусственный радионуклид ^{137}Cs встречается в 8 пробах из 13 исследованных. Максимальная удельная активность ^{137}Cs 387 Бк/кг приходится на почву в поселке Калиновский. Активность ^{137}Cs нормируется ОСПОРБ 99/2010. На основе данных в зоне постоянного доступа населения, активность Cs-137 не превышает допустимый норматив на неограниченное использование твёрдых материалов – 100 Бк/кг, за исключением поселка Калиновский и донных отложений озера Большая Нанога.

Таблица 2 – Удельная активность почв и донных отложений водоёмов

Название пробы	Удельная активность, Бк/кг		
	Cs-137	K-40	Ra-226
Д.о. оз. Большая Нанога 1 (г. Озерск)	245 ± 4	3 030 ± 47	< МИА
Д.о. оз. Большая Нанога 2 (г. Озерск)	105 ± 1	1 623 ± 12	< МИА
Д.о. оз. Большая Нанога 3 (г. Озерск)	245 ± 2	3 788 ± 25	< МИА
Почва (д. Новая Теча)	25 ± 5	325 ± 64	26 ± 5
Почва (п. Татыш)	49 ± 10	258 ± 53	7 ± 2
Почва (п. Калиновский)	387 ± 8	598 ± 14	< МИА
Д.о. оз. Сунгуль (посёлок Вишневогорск)	17 ± 5	643 ± 185	30 ± 9
Д.о. Волчихинского водохранилища (г. Ревда)	< МИА*	195 ± 33	17 ± 3
Д.о. р. Каква (г. Серов)	37 ± 5	293 ± 40	10 ± 2
Почва с берега р. Ивдель (г. Ивдель)	< МИА	277 ± 137	24 ± 12
Почва между г. Ревда и г. Первоуральск	< МИА	289 ± 53	19 ± 4
Почва г. Серов 1	< МИА	147 ± 40	6 ± 2
Почва г. Серов 2	< МИА	250 ± 66	< МИА
Примечание: *минимально измеряемая активность на сцинтилляционном гамма-бета-спектрометре Атомтех АТ1315 для ^{137}Cs = 1Бк/кг; ^{40}K = 20 Бк/кг; ^{226}Ra = 3 Бк/кг			

В таблице 3 представлена удельная активность посв и донных отложений по ^{90}Sr (в равновесии с ^{90}Y).

Таблица 3 – Удельная активность проб по ^{90}Sr (в равновесии с ^{90}Y)

Название пробы	Ауд (озоленная проба), Бк/кг	Ауд (воздушно-сухая), Бк/кг
п. Калиновский	256 ± 84	223 ± 73
Д.о. Б.Нанога 1	53 ± 17	47 ± 15
Д.о. Б.Нанога 2	870 ± 275	448 ± 142

Активность стронция-90 достигает 870 Бк/кг в озоленной пробе. Высокая удельная активность обусловлена последствиями аварии на «ПО «Маяк». В местах широкого доступа населения активность почв и донных отложений по ^{90}Sr не превышает норматив на неограниченное использование твёрдых материалов по ОСПОРБ 99/2010– 1000 Бк/кг.

Список литературы

1. Новоселов, В. Н. Атомный след на Урале / В. Н. Новоселов, В. С. Толстиков. – Челябинск, Рифей, 1997. – 240 с.

2. Тощев, В. В. Результаты радиоэкологического обследования сельскохозяйственных земель Свердловской области / В. В. Тощев, О. Г. Андреев // Агрохимический вестник. – 2008. – №2. – С. 15–16.

Y. M. BAIMURZINA, A. V. VORONINA

RADIOECOLOGICAL MONITORING IN THE CHELYABINSK AND SVERDLOVSK REGIONS

Ural Federal University,
Yekaterinburg, Russian Federation,
yana.b174@gmail.com

At present, part of the population of the Ural region lives in conditions of chronic exposure due to residual radioactive contamination of the environment as a result of past radiation accidents and incidents. In conditions of radioactive contamination, radioecological monitoring of the environment plays an extremely important role.

Key words: soil, bottom sediments, strontium, cesium, specific activity, radioactive contamination, East Ural radioactive trace.

УДК 577.175.1:581.143

А. С. БАРЫМОВА

РОСТРЕГУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ 24-ЭПИКАСТАСТЕРОНА И ЕГО КОНЪЮГАТОВ С КИСЛОТАМИ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОДНОЛЕТНЕГО (*HELIANTHUS ANNUUS* L.)

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь,
arina.smolenskaya642@mail.ru

Изучена биологическая активность 24-эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на ростовые параметры подсолнечника однолетнего. Показано, что наиболее эффективными концентрациями исследуемых веществ, оказывающими наибольший эффект на рост корней и побегов подсолнечника однолетнего, являются 24-ЭК в концентрации 10^{-10} М, S23 в концентрации 10^{-9} М и 10^{-7} М и S31 в концентрации 10^{-9} М.

Ключевые слова: брассиностероиды, 24-эпикастастерон, конъюгаты, подсолнечник, рострегулирующая активность

Введение. Непрерывный рост глобального потепления и засушливой погоды, а также постоянное увеличение воздействия человеческой деятельности, приводят к ухудшению количества и качества продукции, производимой в сельском хозяйстве. Современное сельское хозяйство нуждается в новаторских методах для повышения урожайности и укрепления устойчивости растений к неблагоприятным условиям. Одним из перспективных решений в этой области является использование как природных, так и синтетических регуляторов роста и развития растений, включая брассиностероиды (БС).

Существует возрастающий интерес к брассиностероидам из-за их способности стимулировать рост растений и улучшать качество урожая. Оказывая защитное воздействие, они помогают снизить концентрацию вредных веществ в растительной продукции, что позволяет сократить вредное воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционными химическими методами защиты растений.

Брассиностероиды считаются стрессовыми адаптогенами, обладающими сильной фиторостостимулирующей активностью [1]. Регуляторная роль БС проявляется в растениях в стимуляции процессов роста, интенсивности фотосинтеза, изменении белкового метаболизма, поступления ионов и многих других сторон обмена веществ [2]. БС выполняют важную регуляторную роль в клетках, обеспечивая устойчивость растений к абиотическим [3] и биотическим стрессам [4].

Целью данного исследования является исследование биологической активности 24-эпикастастерона и его конъюгатов с салициловой и индолилуксусной кислотами на морфометрические параметры подсолнечника однолетнего *Helianthus annuus* L.

Материалы и методы исследования. Для определения оптимальных концентраций брассиностероидов, оказывающих наибольшее влияние на посевные качества семян подсолнечника однолетнего сорта Везувий были использованы 24-эпи-кастастерон (ЭК) и его конъюгаты: 2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23), тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31), синтезированные в лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии НАН Беларуси. Согласно имеющимся литературным источникам и ранее полученным данным нами был исследован широкий диапазон концентраций: 10^{-11} М, 10^{-10} М, 10^{-9} М, 10^{-8} М, 10^{-7} М. Оценка воздействия на рост и развитие растений осуществлялась по следующим параметрам: энергия прорастания и всхожесть семян

(согласно ГОСТ 12038–84), после чего замерялись длины подземной (средняя длина корней) и надземной (средняя длина побегов) частей подсолнечника однолетнего. Все опыты проводились в четырехкратной повторности.

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение влияния 24-эпикастастерона и его конъюгатов с кислотами на длину корня и побега подсолнечника однолетнего показало, что растения подсолнечника положительно отзываются на предварительное замачивание в растворах исследуемых стероидных соединений практически во всех исследуемых концентрациях (таблица 1). Зарегистрировано увеличение подземной части подсолнечника при воздействии ЭК в диапазоне от 0,7 % в концентрации 10^{-9} М до 5,7 % в концентрации 10^{-10} М, при воздействии S23 от 1,0 % в концентрации 10^{-9} М до 4,4 % в концентрации 10^{-8} М, при воздействии S31 от 4,4 % в концентрации 10^{-11} М до 14,6 % в концентрации 10^{-9} М.

Таблица 1 – Влияние 24-эпикастастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры начальных этапов роста подсолнечника однолетнего сорта Везувий

Вариант опыта	Корень		Побег	
	длина, мм	% к контролю	длина, мм	% к контролю
24-Эпикастастерон				
Контроль	135,0 ± 1,89	100,0	56,7 ± 1,34	100,0
10^{-11} М	141,0 ± 2,10*	104,4	57,8 ± 1,52	101,9
10^{-10} М	142,7 ± 2,57*	105,7	66,1 ± 1,66*	116,6
10^{-9} М	135,9 ± 3,82	100,7	58,1 ± 1,79	102,5
10^{-8} М	136,3 ± 3,33	101,0	58,9 ± 1,53	103,9
10^{-7} М	134,9 ± 3,57	99,9	59,4 ± 1,29	104,8
2-моносалицилат 24-эпикастастерона (S23)				
Контроль	135,0 ± 1,89	100,0	56,7 ±1,34	100,0
10^{-11} М	139,1 ± 4,32	103,0	57,6 ± 1,31	101,6
10^{-10} М	136,4 ± 5,27	101,0	57,4 ± 1,41	101,2
10^{-9} М	136,4 ± 2,54	101,0	63,1 ± 1,69**	111,3
10^{-8} М	141,0 ± 4,82	104,4	56,5 ± 1,53	99,6
10^{-7} М	138,9 ± 1,84	102,9	60,9 ± 1,50*	107,4
тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона (S31)				
Контроль	135,0 ± 1,89	100,0	56,7 ±1,34	100,0
10^{-11} М	140,9 ± 3,40	104,4	57,4 ± 1,43	101,2
10^{-10} М	143,5 ± 4,46	106,3	54,2 ± 1,55	95,6
10^{-9} М	154,7 ± 3,71***	114,6	68,3 ± 1,32***	120,5
10^{-8} М	152,6 ± 3,72***	113,0	59,0 ± 1,51	104,1
10^{-7} М	153,9 ± 3,02***	114,0	58,7 ± 1,31	103,5
Примечание: * – достоверно при $P \leq 0{,}05$; ** – при $P \leq 0{,}01$; *** – при $P \leq 0{,}001$				

Увеличение надземной части подсолнечника относительно контроля наблюдается при воздействии ЭК в диапазоне от 1,9 % в концентрации 10^{-11} М до 16,6 % в концентрации 10^{-10} М, при воздействии S23 от 1,2 % в концентрации 10^{-10} М до 11,3 % в концентрации 10^{-9} М, при воздействии S31 от 1,2 % в концентрации 10^{-11} М до 20,5 % в концентрации 10^{-9} М (таблица). Незначительное уменьшение длины надземной части подсолнечника наблюдается при воздействии S23 в концентрациях 10^{-8} и при воздействии S31 в концентрациях 10^{-10} М.

Заключение. Таким образом, по результатам лабораторного опыта наиболее достоверными и эффективными концентрациями исследуемых веществ, оказывающими

наибольший эффект на рост корней и побегов подсолнечника однолетнего сорта Везувий являются 24-эпикастастерон в концентрации 10^{-10} М, 2-моносалицилат 24-эпикастастерона в концентрации 10^{-9} М и 10^{-7} М и тетраиндолилацетат 24-эпикастастерона в концентрации 10^{-9} М.

Работа выполнена в рамках НИР «Оценка влияния природных брассиностероидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений» подпрограммы «Химические основы процессов жизнедеятельности» (Биооргхимия) ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия» на 2021-2025 годы (№ ГР 20211450 от 20.05.2021 г.).

Список литературы

1. Zullo, M. Brassinosteroid phytohormones – structure, bioactivity and applications / M. Zullo, G. Adam // Braz. J. Plant. Physiol. – 2002. – Vol. 14. – P. 143–181.

2. Хрипач, В. А. Брассиностероиды / В. А. Хрипач, Ф. А. Лахвич, В. Н. Жабинский. – Минск: Наука и техника, 1993. – 287 с.

3. Sasse, J. M. Physiological actions of brassinosteroids: an update / J. M. Sasse // J. Plant Growth Regul. – 2003. – Vol. 22. – P. 276–288.

4. Khripach, V. Brassinosteroids: a new role of steroids as bio-signaling molecules / V. Khripach, V. Zhabinskii, R. Karnachuk // Chemical probes in biology: Science at the Interface of Chemistry, Biology and Medicine; ed. M. P. Schneider. – Dordrecht: Springer Netherlands, 2003. – P. 153–167.

A. S. BARYMOVA

GROWTH-REGULATING ACTIVITY OF 24-EPICASTASTERONE AND ITS CONJUGATES WITH ACIDS ON MORPHOMETRIC PARAMETERS OF ANNUAL SUNFLOWER (*HELIANTHUS ANNUUS* L.)

Brest State A. S. Pushkin University
Brest, Republic of Belarus,
arina.smolenskaya642@mail.ru

The biological activity of 24-epicastasterone and its conjugates with acids on the growth parameters of annual sunflower has been studied. It is shown that the most effective concentrations of the studied substances, which have the greatest effect on the growth of roots and shoots of annual sunflower, are 24-EK at a concentration of 10^{-10} M, S23 at a concentration of 10^{-9} M and 10^{-7} M and S31 at a concentration of 10^{-9} M.

Key words: brassinosteroids, 24-epicastasterone, conjugates, sunflower, growth-regulating activity.

УДК 913

А. А. БАХТИН

АНАЛИЗ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЦЕНТРОВ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 13»,
г. Калуга, Российская Федерация,
aleksandrbahtin348@gmail.com

В данной статье проанализировано местоположение административных центров муниципальных образований Калужской области при помощи метода пространственного анализа. В результате проведенного исследования составлена классификация административных центров по их пространственным конфигурациям.

Ключевые слова: пространственный анализ, пространственные связи, ареал, каналы проницаемости, узлы – центры, пространственные конфигурации.

Пространственный анализ в социально – экономической географии, направление в географии, которое изучает закономерности пространственной организации географических явлений различной природы, и в первую очередь территориальную организацию расселения, производства и транспорта. Это направление оформлено в начале 1960-х гг. британским географом П. Хаггетом. Оно исходит из представлений о географии как о фундаментальной науке, изучающей эволюцию пространственных форм, обладающих способностью к саморазвитию и не являющихся производными от функций географических объектов.

Как и теоретическая география, пространственный анализ берёт истоки в первой половине 19 века в работах немецкого географа К. Риттера (идея упорядоченного каталога форм географических объектов), немецкого экономиста И. Г. фон Тюнена (размещение хозяйства в идеальном пространстве), немецкого путешественника и географа И. Г. Коля (транспортная иерархическая модель). Пространственные закономерности сопряжённого саморазвития транспортных сетей и систем расселения впервые сформулировал французский инженер Л. Лаланн в 1863 г. Видным предшественником современного пространственного анализа был русский географ В. П. Семёнов-Тян-Шанский , который фактически разработал в 1915 г. каталог форм устойчивой пространственной организации государств. В предвоенный период (1940 год) выдающимся вкладом в последующее становление и развитие пространственного анализа стала теория экономического ландшафта немецкого экономиста и географа А. Лёша [9].

Актуальность. Появление населенных пунктов имеет свои географические предпосылки. Изучением месторасположения в географии населённых пунктов занимается пространственный анализ. То, что работ, изучающих закономерности пространственного расположения населенных пунктов Калужской области, не производилось, определило актуальность выбранной темы.

Цель – проведение анализа местоположения административных центров муниципальных образований Калужской области с позиции пространственного анализа.

Гипотеза: расположение административных центров муниципальных образований можно объяснить с помощью пространственных конфигураций по методу С. В. Рогачева.

Задачи:

1. Изучить методику пространственного анализа С. В. Рогачева.
2. Проверить работает ли методика пространственного анализа на административных центрах муниципальных образований Калужской области.
3. Объяснить с позиции методики пространственного анализа расположение административных центрах муниципальных образований Калужской области.

Объект исследования – административные центры муниципальных образований Калужской области.

Предмет исследования – расположение административных центров муниципальных образований Калужской области.

Методы исследования: картографический, историко-географический. Были использованы карты и картографические произведения Калужской области:

– топографическая карта Калужская область, высота, рельеф (topographic-map.com);

– карта Калужской области масштаб 1:430 000 издательства «РУЗ Ко»;

– карта Калужской области с городами – Яндекс Карты.

Практическая значимость - результаты исследования могут быть использованы при пространственном планировании и управлении территориями Калужской области.

Пространственный анализ – форма географического мышления, направленная на решение вопроса: «Почему это *здесь* находится?».

Пространственный анализ изучает те случаи, когда размещение определяется не собственными свойствами данного места, а его отношениями с другими местами, то есть *пространственными связями* («горизонтальная» обусловленность) [1].

Рогачев Сергей Вячеславович, научный сотрудник географического факультета МГУ им. Ломоносова, в цикле своих лекций подробно описал метод пространственного анализа.

Пространственный анализ отвечает на вопрос, что значит быть удачно или неудачно расположенным в системе пространственных связей. Какое положение и почему наиболее удачно для развития определенного элемента пространственной системы [1].

В географической реальности приходится иметь дело с объектами как размещенными по принципу «вертикальной» приуроченности, так и развившимися в результате благоприятного стечения пространственных связей. Как правило, в любом размещении проглядывают оба принципа.

Населенный пункт – это самый яркий объект на географической карте, который может быть назван узлом пространственных связей в лучшем виде, высшая форма централизации географического пространства.

Ниже приведены основные понятия пространственного анализа.

Основным объектом изучения в пространственном анализе являются **пространственные связи –** проявление градиентов.

Ареал – это участок местности с определенными свойствами. Он обладает свойствами плотности, емкости, привлекательности и, как уже говорилось, *проницаемости*. В исследовании отражены высокоплотные ареалы, резко выделяющиеся на окружающем разреженном фоне. Формирование таких высокоплотных ареалов может происходить по двум типам причин, а иногда они действуют вместе.

Линии фигурируют в пространственном анализе в четырех основных качествах:

– граница (раздел сред с разными качествами);

– барьер (линейно вытянутое препятствие);

– поток (реальная связь, или потенциальный канал проницаемости пространства);

– фронт (как бы сумма окончаний параллельных пространственных связей; это активный рубеж продвижения влияний, исходящих от некоего ядра или центра).

Те **точки**, которыми интересуется пространственный анализ, представляют собой скрещение, фокусирование линейных связей, стягивание ареалов в **узлы – центры**. Узлы могут перерастать в ядра.

Ареалы, каналы проницаемости, барьеры и т.п., взятые вместе во взаимных отношениях, образуют пространственные **конфигурации** [2].

С. В. Рогачев выделяет следующие виды пространственных конфигураций:

– игрек-образные конфигурации [3];

– икс-образные конфигурации [3];

– конфигурации восклицательного знака [4];

– конфигурация диафрагмы [4];

– V-образные конфигурации [4];
– T-образные конфигурации [5];
– U-образные конфигурации [6];
– конфигурации «радикала» [7];
– конфигурации «замыкателей обрывков проводов» [7].

Постараемся применить пространственные конфигурации С. В. Рогачева к административным центрам муниципальных образований Калужской области.

Калуга представляет собой типичный пример Y-образной конфигурации, образованной рекой Окой и впадающей в неё Угрой. В роли каналов проницаемости в данном случае выступают реки. В то же время Калуга, находящаяся на крупной излучине Оки, является эталонным примером U-образной конфигурации.

Сухиничи – яркий пример X-образной конфигурации. В данном случае конфигурацию образуют ж/д магистрали, на пересечении которых находятся Сухиничи. В роли каналов проницаемости выступают железные дороги.

Медынь находится на пересечении нескольких дорог и представляет собой пример X-образной конфигурации. В роли каналов проницаемости здесь выступают дороги.

Спас–Деменск расположен в низине, рассекающей цепь холмов, и является примером конфигурации диафрагмы.

Малоярославец и Боровск также являются типичными примерами конфигурации диафрагмы, располагаясь на реках, разрезающих пояс высот.

К Обнинску же в полной мере не применима ни одна из пространственных конфигураций С. В. Рогачева. Это связано с тем, что основание города Обнинск напрямую связано с чисто административным решением о постройке Обнинской АЭС.

Таруса же располагается на излучине Оки, и к ней применима U-образная конфигурация и в некоторой мере Y-образная конфигурации.

Так же, как и к Обнинску, к Жукову нельзя применить пространственные конфигурации. Это происходит потому, что город Жуков появился из-за металлургических заводов.

Перемышль – крайне ярко выраженный пример Y-образной конфигурации, образованной Окой и впадающей в неё в этом месте Жиздрой.

Людиново же подходит и под конфигурацию диафрагмы, и под Y-образную конфигурацию.

Думиничи и Юхнов также являются примерами Y-конфигурации, образованной долинами рек.

Киров относится к X-образной конфигурации, образованной железнодорожными линиями.

Хвастовичи подходят под конфигурацию диафрагмы .

К таким же населенным пунктам, как Бабынино, Барятино, Кондрово, Жиздра, Износки, Козельск, Бетлица, Мещовск, Мосальск, Ульяново, Ферзиково нам не удалось подобрать пространственные конфигурации.

По резудьтатам проведенного исследования составлена классификация административных центров муниципальных образований Калужской области по их пространственным конфигурациям (таблица 1).

Таким образом, на основе анализа таблицы сделаны выводы:

– в Калужской области преобладает конфигурация диафрагма и Y-образная конфигурация. Это можно объяснить тем, что в Калужской области распространены цепи возвышенности, на проходах через которые и располагаются узлы пространственных связей и большим количеством рек;

– также встречается X-образная конфигурация, U-образная конфигурация;

– другие виды пространственной конфигурации не применимы к населенным пунктам Калужской области.

Таблица 1 – Классификация административных центров муниципальных образований Калужской области по их пространственным конфигурациям

Название населенного пункта	Вид пространственной конфигурации
Г. Калуга	Y-образная, U-образная
Г. Обнинск	–
Пос. Бабынино	–
С. Барятино	–
Г. Боровск	диафрагма
Г. Кондрово	–
Пгт Думиничи	Y-образная
Г. Жиздра	–
Г. Жуков	–
С. Износки	–
Г. Киров	X-образная
Г. Козельск	–
С. Бетлица	–
Г. Людиново	диафрагма, Y-образная
Г. Малоярославец	диафрагма
Г. Медынь	X-образная
Г. Мещовск	–
Г. Мосальск	–
С. Перемышль	Y-образная
Г. Спас-Деменск	диафрагма
Г. Сухиничи	X-образная
Г. Таруса	U-образная, Y-образная
С. Ульяново	–
П. Ферзиково	–
С. Хвастовичи	диафрагма
Г. Юхнов	Y-образная

Из рассмотренных нами 26 административных центров муниципальных образований Калужской области к 13 удалось подобрать пространственные конфигурации С. В. Рогачева, т.е. к 50 % от всего числа населенных пунктов.

Пространственный анализ – это важное и перспективное направление, поэтому исследования по этой теме приобретают большую значимость. С помощью этого метода можно не только объяснить расположение тех или иных уже существующих населенных пунктов, но и попробовать определить наиболее выгодное месторасположение для новых.

Изучив методику пространственного анализа, я проверил работает ли эта методика на административных центрах муниципальных образований Калужской области.

Также объяснил с позиции методики пространственного анализа расположение административных центров муниципальных образований Калужской области.

По результатам исследования составил таблицу, где отражена классификация административных центров муниципальных образований Калужской области по их пространственным конфигурациям.

Моя гипотеза частично подтвердилась. К части административных центров муниципальных образований Калужской области, в том числе к самым значимым из них, мне удалось подобрать соответствующие пространственные конфигурации. Отсутствие ярко выраженных пространственных конфигураций у другой части административных центров можно объяснить тем, что они не являются значимыми узлами пространственных связей или тем, что они возникли по другим причинам.

Сведения, добытые в результате этой работы, могут быть полезны в сфере градостроительства и управления территориями

Работа не является окончательной. Исследования будут продолжены в следующих направлениях:

– изучение центров соседних с Калужской областей с позиции пространственного анализа;

– объяснение причин возникновения населенных пунктов, к которым не удалось подобрать пространственную конфигурацию с использованием исторических данных.

Список литературы

1. Лекция 1. Что изучает пространственный анализ? Для чего нужны уроки понимания карты? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://igor-grek.ucoz.ru/publ/teoria/rogachev_1/11-1-0-73. – Дата доступа: 10.08.2023.

2. Лекция 2. Понятийный аппарат пространственного анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://igor-grek.ucoz.ru/publ/teoria/rogachev_2/11-1-0-70. – Дата доступа: 11.08.2023.

3. Лекция 3. Природные каналы проницаемости и размещение человечества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://igor-grek.ucoz.ru/publ/teoria/rogachev_3/11-1-0-74. – Дата доступа: 11.08.2023.

4. Лекция 4. Природные барьеры и размещение человечества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://igor-grek.ucoz.ru/publ/teoria/rogachev_4/11-1-0-75. – Дата доступа: 15.08.2023.

5. Лекция 5. Природные рубежи и размещение человечества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://igor-grek.ucoz.ru/publ/teoria/rogachev_5/11-1-0-72. – Дата доступа: 15.08.2023.

6. Лекция 6. Анализ структурообразующих линий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://igor-grek.ucoz.ru/publ/teoria/rogachev_6/11-1-0-76. – Дата доступа: 17.08.2023.

7. Лекция 7. Сложные физико-географические конфигурации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://igor-grek.ucoz.ru/publ/teoria/rogachev_7/11-1-0-71. – Дата доступа: 17.08.2023.

8. Лекция 8. Моделирование территории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://igor-grek.ucoz.ru/publ/teoria/rogachev_8/11-1-0-77. – Дата доступа: 17.08.2023.

9. Пространственный анализ в социально-экономической географии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bigenc.ru/c/prostranstvennyi-analiz-v-sotsial-no-ekonomicheskoi-geografii-a6cad2?ysclid=lq81ug0xj0728214614. – Дата доступа: 17.09.2023.

A. A. BAKHTIN

ANALYSIS OF THE LOCATION OF ADMINISTRATIVE CENTERS OF MUNICIPALITIES OF THE KALUGA REGION

Secondary school № 13,
Kaluga, Russian Federation,
aleksandrbahtin348@gmail.com

In this article, the location of the administrative centers of the municipalities of the Kaluga region is analyzed using the spatial analysis method. As a result of the conducted research, a classification of administrative centers according to their spatial configurations has been compiled.

Key words: spatial analysis, spatial connections, area, permeability channels, nodes – centers, spatial configurations.

УДК 624.131

Л. И. БАХТИЯРОВА

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ЕЕ РОЛЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ

Башкирский государственный аграрный университет,
г. Уфа, Республика Башкортостан,
bakhtiyarova97@mail.ru

В статье рассматривается вопрос о важности инженерных геологических изысканий в проектировании и строительстве фундаментов. Рассматриваются ключевые этапы при исследовании оснований. Уделено внимание влиянию качества исследования грунтов на проектирование фундаментов.

Ключевые слова: инженерная геология, строительство, проектирование, основание, изыскания, фундамент, исследование, грунт.

Любое строительство, будь то промышленное здание, жилой многоквартирный дом, сельскохозяйственное здание или просто небольшой коттедж, начинается с проектирования устойчивого и прочного основания. Долговечность и прочность зданий напрямую зависит от фундамента. А вот прочность самого фундамента уже зависит от изучения его основания.

Инженерная геология – наука, изучающая геологические процессы и материалы с целью их использования в инженерной практике. Она включает в себя такие дисциплины, как геодинамика, региональная инженерная геология, грунтоведение, геология оснований, гидрогеология, экологическая геология, мелиорация и инженерно-геологическое картирование. Эти разделы помогают инженерам и геологам комплексно подходить к решению задач, связанных с проектированием и строительством различных объектов, учитывая природные и техногенные факторы.

Геология оснований изучает свойства грунтов и горных пород, на которых возводятся здания и сооружения, производит оценку несущей способности, деформируемости и устойчивости грунтов, а также исследует процессы оседания, просадки и других деформаций [1].

Гидрогеология оценивает воздействия подземных вод на строительные конструкции, изучает подземные воды, их режимы, запасы и химический состав и проектирует системы дренажа и водопонижения.

Геодинамика и геотектоника занимаются изучением сейсмичности, сейсмической опасности, тектонических движений и процессов, их влияние на строительство и влияния тектонических процессов на деформации земной поверхности.

Инженерно-геологическое картирование определяет геологические условия на площадках строительства и инженерно-геологические условия местности, составляет инженерно-геологические карты и разрезы.

Грунтоведение и механика грунтов моделирует поведение грунтов под нагрузкой, определяет характеристики прочности, плотности, водопроницаемости и других свойств грунтов, также изучает физические и механические свойства грунтов [1].

Экологическая геология разрабатывает меры по охране окружающей среды при строительстве, исследует загрязнения грунтов, подземных вод и воздействия строительных работ на окружающую среду.

Мелиорация и рекультивация земель – это науки, которые изучают методы улучшения свойств грунтов и восстановления нарушенных земель, проектируют и реализуют мелиоративные и рекультивационные мероприятия, оценивают эффективность мелиоративных мероприятий.

Инженерная геология играет критически важную роль в строительстве, обеспечивая глубокое понимание геологических условий, необходимых для планирования, проектирования и реализации строительных проектов. Эта информация позволяет инженерам и архитекторам разрабатывать безопасные и устойчивые конструкции, минимизировать риски и оптимизировать затраты. Полученные данные помогают оценить пригодность участка для строительства, выбрать оптимальный тип фундамента и предусмотреть необходимые меры для обеспечения устойчивости и долговечности сооружения.

Основные виды данных, которые предоставляет инженерная геология, включают:

– геологическое строение участка – описание различных слоев грунта, их минеральный состав, свойства, детальное описание последовательности и характеристик слоев грунта от поверхности до нужной глубины (определение глубины залегания каждого слоя и его толщины, определение типов грунтов в каждом слое) [2];

– гидрогеологические условия – включают в себя изучение и оценку водного режима грунтов, которые могут существенно повлиять на проектирование и эксплуатацию сооружений [4];

– глубина залегания – необходимо знать глубину залегания грунтовых вод для того, чтобы выбрать правильную глубину и тип фундамента. Также, при высоком уровне грунтовых вод может быть экономически целесообразно закладывать фундаменты на меньшую глубину, чтобы избежать проникновение воды в конструкцию фундамента, что может вызвать коррозию арматуры, и сложных, дорогостоящих дренажных решений;

– сезонные колебания уровня, а также химический состав грунтовых вод – знание химического состава позволяет защитить строительные материалы от коррозии и разрушения, выбрать подходящие материалы и методы строительства;

– водопроницаемость грунтов – способность грунта пропускать воду, что важно для оценки дренажных условий и риска подтопления [4].

Физико-механические свойства грунтов:

– несущая способность – способность грунта выдерживать нагрузки от здания (влияет на выбор фундамента: ленточный, плитный, свайный; на определение размеров и глубины заложения фундамента, оценки осадки фундамента) [5];

– сжимаемость – степень деформации грунта под действием нагрузки;

– коэффициент трения – важен для оценки устойчивости грунтов и проектирования свайных фундаментов;

– плотность, влажность, пористость – основные параметры, влияющие на поведение грунта под нагрузкой.

Для получения корректных данных от инженерно-геологической организации по запрашиваемому участку под строительство, нужно сообщить им для работы количество этажей проектируемого сооружения, планируемые нагрузки на фундамент и предполагаемые тип фундамента и глубину его заложения. Сообщение предполагаемого типа фундамента и глубины заложения на этапе проектирования позволяет инженерам провести более точные инженерно-геологические изыскания, правильно рассчитать параметры фундамента, выбрать соответствующие строительные материалы и технологии, а также предусмотреть меры по предотвращению возможных рисков, связанных с грунтовыми условиями. Различные типы фундаментов и глубины заложения требуют оценки свойств грунтов на определенных уровнях. Глубина заложения влияет на то, какие слои грунта будут несущими. Инженеры должны знать, на какую глубину планируется закладка фундамента, чтобы правильно оценить механические свойства и устойчивость этих слоев. Разные типы фундаментов (ленточные, свайные, плитные и т.д.) распределяют нагрузки по-разному. Знание типа фундамента позволяет определить, как давление будет передаваться на грунт, и необходимо ли учитывать возможные деформации и осадки [3].

Глубина заложения фундамента имеет прямое отношение к уровню подземных вод. Важно знать глубину, чтобы предусмотреть меры по защите от подтоплений, коррозии

и вымораживания. Для свайных фундаментов это особенно важно, так как сваи могут проходить через водоносные горизонты. Также, правильный выбор типа фундамента и глубины заложения может значительно повлиять на стоимость строительства. Инженеры должны учитывать экономические аспекты при выборе оптимального варианта, обеспечивающего безопасность и долговечность.

Этапы инженерно-геологических изысканий:

1. Подготовительный этап: изучение имеющихся данных о геологическом строении района, результатов предыдущих изысканий, карт и отчетов; определение целей и задач изысканий, выбор методов и объемов исследований, составление программы работ и сметы; оформление необходимых разрешений и согласований для проведения полевых работ.

2. Полевые исследования: визуальное обследование территории, описание рельефа, гидрографии, выявление геологических особенностей; прокладка буровых скважин для отбора образцов грунтов и подземных вод. Оценка мощности и состава грунтовых слоев; проведение статического и динамического зондирования для определения физико-механических свойств грунтов; применение методов геофизики (электроразведка, сейсморазведка) для изучения подповерхностных слоев; забор образцов грунта и воды для лабораторных анализов.

3. Лабораторные исследования: определение физических (плотность, влажность, гранулометрический состав), механических (прочность, сжимаемость) и химических свойств грунтов; определение уровня, химического состава, агрессивности и динамики подземных вод.

4. Камеральные работы: обобщение результатов полевых и лабораторных исследований, составление инженерно-геологических разрезов и карт; проведение расчетов несущей способности, осадок и устойчивости грунтов, моделирование взаимодействия сооружений с грунтовым основанием.

5. Составление отчетной документации: описание методов и результатов исследований, выводы и рекомендации по проектированию и строительству. Отчет включает карты, разрезы, таблицы и графики; рекомендации по выбору типа фундамента, глубине заложения, мерам по защите от подземных вод, мероприятиям по улучшению грунтов и другим аспектам строительства.

6. Экспертиза и утверждение результатов: проведение экспертизы и утверждение результатов изысканий компетентными органами; при необходимости, внесение корректировок в проект на основе рекомендаций инженерно-геологических изысканий.

Отчет по инженерно-геологическим изысканиям представляет собой детальный документ, содержащий результаты исследований, анализы, выводы и рекомендации. Он должен быть четко структурирован, содержать все необходимые данные для обоснования проектных решений и обеспечивать полное понимание инженерно-геологических условий участка. Фрагменты реального отчета представлены далее (рисунки 1–4).

На карте фактического материала приводится информация о характере рельефа, приводится схема расположения скважин, отметка их устья и обозначаются сделанные геологические разрезы.

После выбуривании скважины в процессе полевых работ происходит описание вскрытых грунтов и фиксируются мощности слоев.

В дальнейшем керны грунтов отправляются в лабораторию для проведения испытаний и определения физико-механических характеристик. Количество кернов с каждой скважины регламентируется нормативной документацией.

По результатам обработки инженерно-геологических колонок прорабатывается разрез, в котором описывается характер сложения инженерно-геологических элементов в пределах исследуемой области, вскрытые и прогнозируемые уровни грунтовых вод.

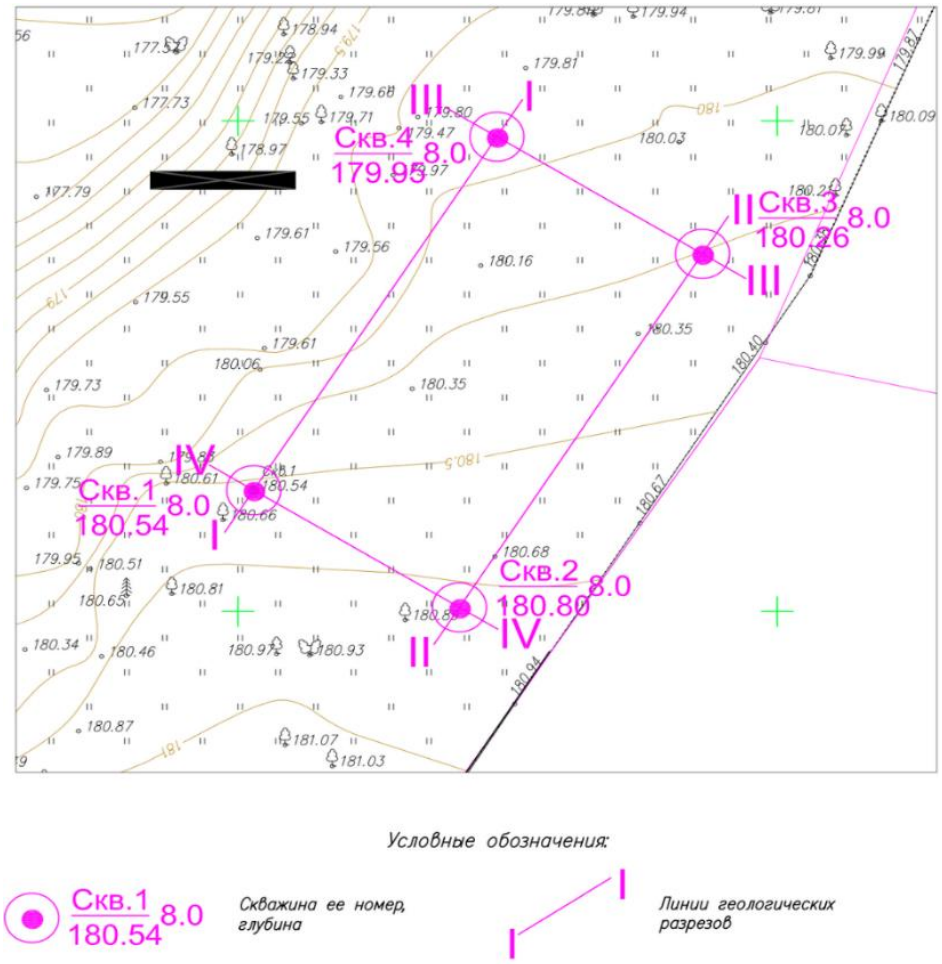


Рисунок 1 – Карта фактического материала (КФМ)

Описание выработки скв. N 1

Объект: [redacted]
Местоположение: см. схему

Абс. отм. 180.54 м
Глубина 6.00 м
Дата бурения: 07/08/2021 г

СТРАТИГР. ИНДЕКС	N ИГЭ	АБС ОТМ	ГЛУБ. ЗАЛ.	МОЩ-НОСТЬ	ОПИСАНИЕ ГРУНТОВ	Глубина подз. вод (м) появ.	уст.
pQIV		180.44	0.10	0.10	Почвенно-растительный слой		
prQIII	2	179.54	1.00	0.90	Суглинок коричневый, полутвердый, с прослоями суглинка тугопласт.		
f,lgQIIms	3	174.54	6.00	5.00	Суглинок коричневый, тугопластичный, с прослоями песка, с вкл. дресвы		3.20 5.00

Рисунок 2 – Фрагмент инженерно-геологической колонки одной скважины

Рисунок 3 – Извлеченный из скважины керн

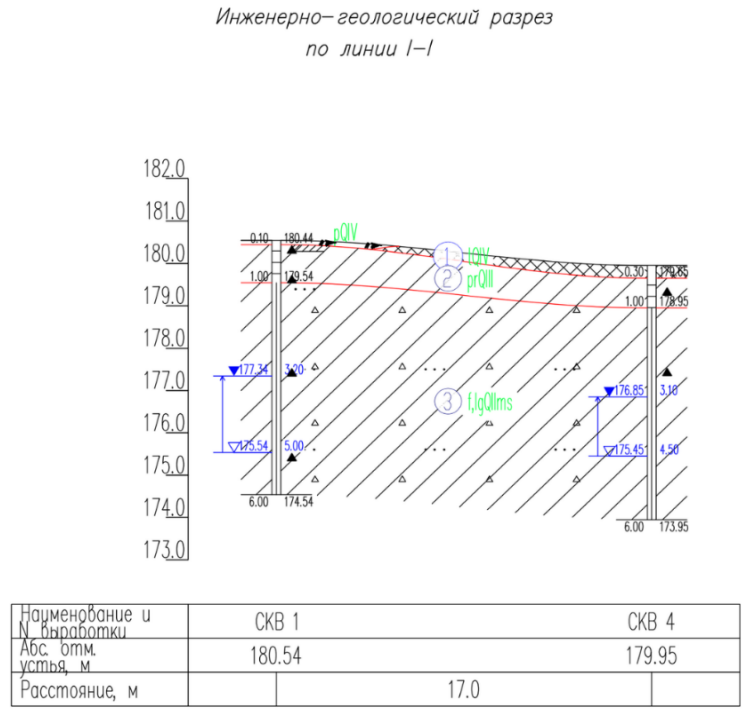


Рисунок 4 – Инженерно-геологические разрезы (один из разрезов для примера)

Инженерно-строительные изыскания играют особую роль в проектировании зданий и сооружений, обеспечивая надежность и безопасность строительства. Результаты грамотно выполненных изысканий позволяют выполнить технико-экономическое обоснование строительства, а именно определение типа и конструкции фундамента, а также учесть специфические условия исследуемого участка. Всё это способствует оптимизации затрат на строительство и повышению экономической эффективности проекта.

Также, она помогает выявить и оценить потенциальные геологические риски, такие как осадки, оползни, подтопления и карстовые процессы. На основе этой информации разрабатываются меры по предотвращению или смягчению негативных воздействий, что снижает риски повреждения или разрушения сооружений.

Инженерная геология является неотъемлемой частью процесса проектирования фундаментов и строительства в целом. Без надлежащих инженерно-геологических изысканий невозможно обеспечить безопасное и надежное строительство, особенно в сложных геологических условиях.

Список литературы

1. Владимирская, А.Р. Почвоведение и инженерная геология: Учебное пособие / А.Р. Владимирская. – СПб.: Лань, 2016. – 258 с.

2. Сергеев, Е.М. Инженерная геология / Е.М. Сергеев. – М.: Альянс, 2011. – 248 с.

3. Маслов, Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов / Н.Н. Маслов. – М.: Высш. шк., 1982. – 512 с.

4. Шестаков, В.М. Гидрогеодинамика / В. М. Шестаков. – М.: МГУ, 1995.

5. Кейльман, Г.А. Основы геологии / Г. А. Кейльман. – М.: Недра, 1991.

L. I. BAKHTIYAROVA

ENGINEERING GEOLOGY AND ITS ROLE IN THE CONSTRUCTION OF FOUNDATIONS

Bashkir State Agrarian University,
Ufa, Republic of Bashkortostan,
bakhtiyarova97@mail.ru

The article discusses the importance of engineering geological surveys in the design and construction of foundations. The key stages in the study of the bases are considered. Attention is paid to the influence of the quality of soil research on the design of foundations.

Key words: Engineering geology, construction, design, foundation, surveys, foundation, research, soil.

УДК 551.1

П. И. БАШКАТОВА

ВЛИЯНИЕ АВТОСТРАДЫ НА СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ

МАОУ «Гимназия № 12 имени Г. Р. Державина»,
г. Тамбов, Российская Федерация,
polinabaskatova065@gmail.com

Статья посвящена выявлению наиболее эффективных, выгодных и гуманных методов борьбы с сокращением численности диких животных из-за близкой расположенности к ним автострад.

Ключевые слова: дикие животные, экология, численность, выявление, автострада.

Человек всё чаще вторгается в дикую природу, нарушая её законы и установленные порядки. На Земле осталось очень мало нетронутых или неисследованных нами территорий на суше. С каждым годом разрастаются города, многие деревни забрасываются, присоединяются к мегаполисам, а земли покрываются асфальтом. Диким животным остаётся только уходить глубже в леса, однако, и между деревьев люди прокладывают дороги – автострады. Звери в поисках пропитания или же по иным причинам вынуждены рисковать, пересекая зоны движения автомобилей на большой скорости, а потому нередки случаи ДТП с участием диких животных. Они страдают от вмешательства человека в экосистемы, хотя их вины здесь нет. Конечно, в современных условиях жизни люди не в силах отказаться от строительства дорог между населёнными пунктами, однако лишь мы способны найти решение данной проблемы.

Тамбовскую область проблема ДТП с участием диких животных не обошла стороной, ведь она располагается вблизи смешанных лесов. В министерстве экологии региона вывели статистику с января по ноябрь 2023 года: на дорогах области зафиксировано 87 ДТП с участием диких животных. Например, в октябре в Тамбовском округе под колёса автомобиля попала косуля, а в сентябре водитель «Лады» сбил выскочившего на дорогу лося, которого забрали на лечение с переломами ног.

Данный вопрос был поднят в июле, когда к главе Тамбовской области, Максиму Егорову, обратился житель Инжавинского района: «На территории Инжавинского района нет ни одно знака «Возможен выход диких животных». Также проезжие части ни коем образом не оборудованы, чтобы обезопасить водителей и дорожное движение. Я сам пострадал в прошлом году. Выскочил лось на дорогу. Случилось ДТП. Машина пришла в негодность. Месяц пролежал в больнице. Чудом выкарабкался, и таких аварий очень много», – Александр Шубный, руководитель такси в Инжавине. Численность лосей и косуль за последние годы выросла. Кроме того, вблизи района есть заповедник, где обитает 54 вида животных, в том числе занесенные в Красную книгу региона. В ответ на этот запрос глава области заверил население, что проблема будет рассмотрена в рамках всей области, а до конца июля 2023 года планировалось поставить соответствующие дорожные знаки Инжавинском районе, а после проведения соответствующих исследований они должны будут появиться по всему региону.

Таким образом, проблема влияния автострад на диких животных в Тамбовской области обостряется, но пока используются лишь предупреждающие меры, не позволяющие кардинально бороться с данной угрозой.

Собрав и проанализировав всю необходимую для работы информацию, мы пришли к выводу, что тема влияния автострад на диких животных имеет острый социальный характер. Следовательно, для того, чтобы составить наиболее полные выводы, понадобилось провести анкетирование среди жителей городов РФ.

Подводя итоги всего анкетирования, могу сделать вывод, что большая часть населения знает о существовании данной проблемы, а также заинтересована в её решении, несмотря на низкую осведомлённость о сущности влияния автострад на диких животных.

Проанализировав влияние автострад на жизнедеятельность диких животных, мы пришли к выводу, что несмотря на некоторые положительные аспекты воздействия, действуют трассы на зверей по большей части отрицательно. Кроме того, такое влияние носит как краткосрочный, так и долгосрочный характер, негативно воздействуя на всю затронутую экосистему. Во-первых, происходит снижение численности за счёт ДТП с участием животных, во-вторых, строительство дорог отнимает территорию, лишая их части пищи, а иногда и укрытий, что заставляет тех переходить проезжие части, более того, браконьерам открываются новые возможности охоты и вырубки лесов, на открываемых участках учащаются пожары; автомобильные выхлопы вредят окружающей среде, отравляют животных; от угрозы в поисках пищи те бегут в города и населённые пункты, что становится опасностью и для них самих, и для проживающих там людей, и для городской экосистемы в целом. Нарушаются установленные порядки, сокращается численность популяций в лесах и иных придорожных привычных животным сред обитания. Проанализировав результаты анкетирования, мы поняли, что проблема влияния автострад на диких животных волнует большую часть населения страны, кроме того, многие заинтересованы в ней и активно следят за результатами политики государства относительно данной проблемы.

Кроме того, способов решения данной проблемы немного: строительство специальных переходов, предупреждающие знаки и ограждения. В России борьбу с ней начали совсем недавно, но в планах строительство несколько экодуков, что не может не радовать. В Тамбовской же области пока ограничиваются предупреждающими мерами.

Проведённое мною исследование имеет практическую значимость, будучи направленное на выведение способов борьбы с актуальной проблемой, само являясь результатом проделанной мной работы.

Список литературы

1. Карев, С. В. Решение проблемы дорожно-транспортных происшествий с участием диких животных / С. В. Карев, А. В. Селезнева // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 2 (часть 3). – С. 78–82.

2. Потапов, И. В. Зоология с основами экологии животных / И. В. Потапов. – М.: ACADEMA, 2001. – 239–242.

3. Adme.media [Электронный ресурс]. – URL: https://adme.media/zhizn-zhivotnye/v-nekotoryh-stranah-uzhe-est-perehody-dlya-zhivotnyh-i-oni-nastolko-effektivny-chto-nuzhny-nam-vezde-2031715/ ?ysclid=lrg84v2d4h817653150 (дата обращения: 16.01.2024).

4. Happy-pet.ru [Электронный ресурс]. – URL: https://happy-pet.ru/гибель-животных-на-дорогах-оценка-воз/?ysclid=lrg7nvso7p823767533 (дата обращения: 16.01.2024).

5. Minstroyrf.gov.ru [Электронный ресурс]. – URL: https://minstroyrf.gov.ru/press/zhivotnye-na-dorogakh-kak-predotvrashchayut-dtp-s-dikimi-peshekhodami/ (дата обращения: 16.01.2024).

6. Studfile.net [Электронный ресурс]. – URL: https://studfile.net/preview/2652206/page:22/ (дата обращения: 16.01.2024).

7. Studme.org [Электронный ресурс]. – URL: https://studme.org/130457/ekologiya/vliyanie_transportno_dorozhnogo_kompleksa_rastitelnyy_zhivotnyy?ysclid=lrg7m51ld8718466821 (дата обращения: 16.01.2024).

8. Tamlife.ru [Электронный ресурс]. – URL: https://tamlife.ru/news/incident/2023-11-14/v-tambovskoy-oblasti-dikie-zhivotnye-stali-uchastnikami-pochti-90-dtp-211028?ysclid=lrg8bqfcrc342 263199 (дата обращения: 16.01.2024).

P. I. BASHKATOVA

THE IMPACT OF THE HIGHWAY ON THE STATE OF WILDLIFE POPULATIONS

Gymnasium №. 12 named after G. R. Derzhavin,
Tambov, Russian Federation,
polinabaskatova065@gmail.com

The article is devoted to identifying the most effective, profitable and humane methods of combating the reduction in the number of wild animals due to the proximity of motorways to them.

Key words: wild animals, ecology, number, identification, freeway.

УДК 504.03

Э. А. БЛИНОВА, А. Ю. РОДКИНА, Ю. О. КИРЕЕВА, Е. А. КОНОНЕНКО

ГОРОДА ЦФО: АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина», г. Рязань, Российская Федерация,
e.blinova@365.rsu.edu.ru

Анализ статистических показателей позволяет выявить распространённость различных заболеваний и выявить взаимосвязь между заболеваемостью и экологическими факторами для принятия профилактических мер и улучшения общественного здоровья региона. В работе проанализированы показатели заболеваемости населения Центрального федерального округа Российской Федерации по данным статистических сборников за 2022 год.

Ключевые слова: ЦФО, экологические факторы, заболеваемость, мониторинг.

Экологически обусловленные заболевания возникают под воздействием экологических факторов (химических, физических, биологических). Контроль и предотвращение загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы, радиоактивным загрязнением, специфическими биологическими агентами являются ключевыми в предотвращении и снижении риска экологически обусловленных заболеваний.

Цель работы – провести анализ экологических показателей и показателей заболеваемости в Центральном федеральном округе Российской Федерации (далее – ЦФО).

Задачи:

1. Провести анализ социально-экономических показателей регионов ЦФО.
2. Проанализировать статистический сборник «Здравоохранение в России» за 2022 год.
3. Составить диаграммы сравнения основных показателей.
4. Сделать выводы и рекомендации по снижению количества экологически-обусловленных заболеваний.

Материалы и методы исследования. Ретроспективное исследование статистических данных по заболеваемости и социально-экономических показателей [9].

Результаты исследования. На диаграмме (рисунок 1) представлены 7 основных классов причин смерти в РФ (согласно международной статистической классификации болезней). Болезни системы кровообращения и новообразования – основные причины смерти трудоспособного населения в 2022 году. Заболеваемость населения характеризуется числом случаев, выявленных (или взятых под диспансерное наблюдение) при обращении в лечебно-профилактические организации, а значит существует определенное количество неучтенных случаев, в частности внебольничные смерти пациентов с ишемической болезнью сердца, не диагностированный, нелеченый или неконтролируемый статус гипертонии, гиперхолестеринемии или сахарного диабета [6]. Сердечно-сосудистые заболевания по частоте смертельных исходов находятся на первом месте. Среди экологических факторов, оказывающих влияние на здоровье сердечно-сосудистой системы можно выделить высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха тяжёлыми металлами, оксидами углерода и азота, взвешенными веществами [5]. Так, европейские рекомендации по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний для пациентов очень высокого риска развития данной патологии, проживающим в регионах с высоким уровнем загрязнения воздуха, предлагают рассмотреть вопрос о смене места жительства, а проживающим в регионах с повышенным уровнем загрязнения – провести дополнительные медицинские обследования. Доказано, что длительное воздействие высокого уровня шума от автотранспорта или промышленных объектов, может повысить риск развития гипертонии и других сердечно-сосудистых заболеваний [1].

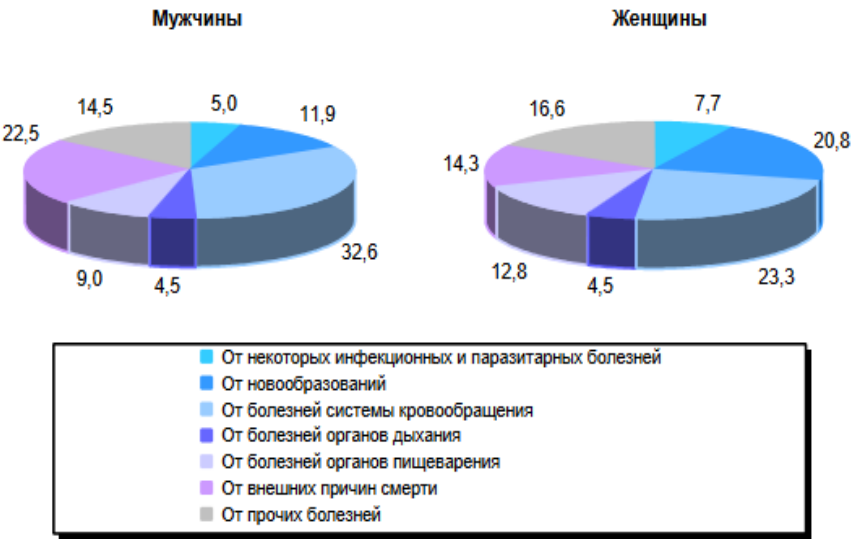


Рисунок 1 – Умершие в трудоспособном возрасте по полу и основным классам причин смерти в 2022 году [2]

Повышение температуры воздуха в летние периоды в городах в связи с изменениями климата («волны тепла») увеличивают риск возникновения сердечных приступов [3].

Нами проведено сравнение основных социально-экономических показателей нескольких областей РФ – Брянской, Курской, Орловской и Рязанской и в целом по ЦФО (рисунок 2).

Брянская область находится на первом месте по величине валового регионального продукта (далее − ВРП). ВРП характеризует уровень производства товаров и услуг. В Брянской области основные отрасли промышленности − машиностроение, металлообработка, радиоэлектроника, пищевая промышленность, лесопереработка. Количество смертей по причине новообразований в Брянской области ненамного превышает данный показатель по Курской области. Курская область лидирует по величине смертей по причине болезней органов дыхания (рисунок 3). Основные отрасли производства в Курской области − добыча и обогащение руды, машиностроение и др. [8]. В Орловской области величина смертей от сердечно-сосудистых заболеваний более чем на 200 тыс. случаев выше чем в Брянской, Рязанской и Курской областях. По данным торгово-промышленной палаты основные отрасли промышленности Орловской области − машиностроение (производство оборудования для текстильной, кожевенно-обувной, стекольной, пищевой промышленности, автогрейдеров, автопогрузчиков, приборов, вычислительных машин, часов, насосов); производство стального проката, пластмасс; микробиологическая, легкая, пищевая (сахарная, мясная) промышленность; производство стройматериалов [6]. В Орловской области число сердечно-сосудистых заболеваний существенно возросло, а за период с 2006 г по 2019 год. В Рязанской области выше количество смертей по причине болезней органов пищеварения. Для Рязанской области характерна проблема качества питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения и крайне низкое качество поверхностных водных объектов [10]. С каждым годом увеличивается доля проб, не удовлетворяющих гигиеническим нормам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Выявлено высокое влияние качества воды на болезни крови и системы кровообращения, органов пищеварения, мочеполовой и нервной системы [4].

Необходимо обратить особое внимание на состояние атмосферного воздуха, для этого продолжать работу с промышленными предприятиями и крупными заводами по установке специализированного оборудования, обеспечивающего меньше количество выбросов в атмосферный воздух и отслеживать качество питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, что также способствует формированию различных видов заболеваний у населения различных регионов.

Рисунок 2 – Место, занимаемое субъектом по основным социально-экономическим показателям (составлено авторами)

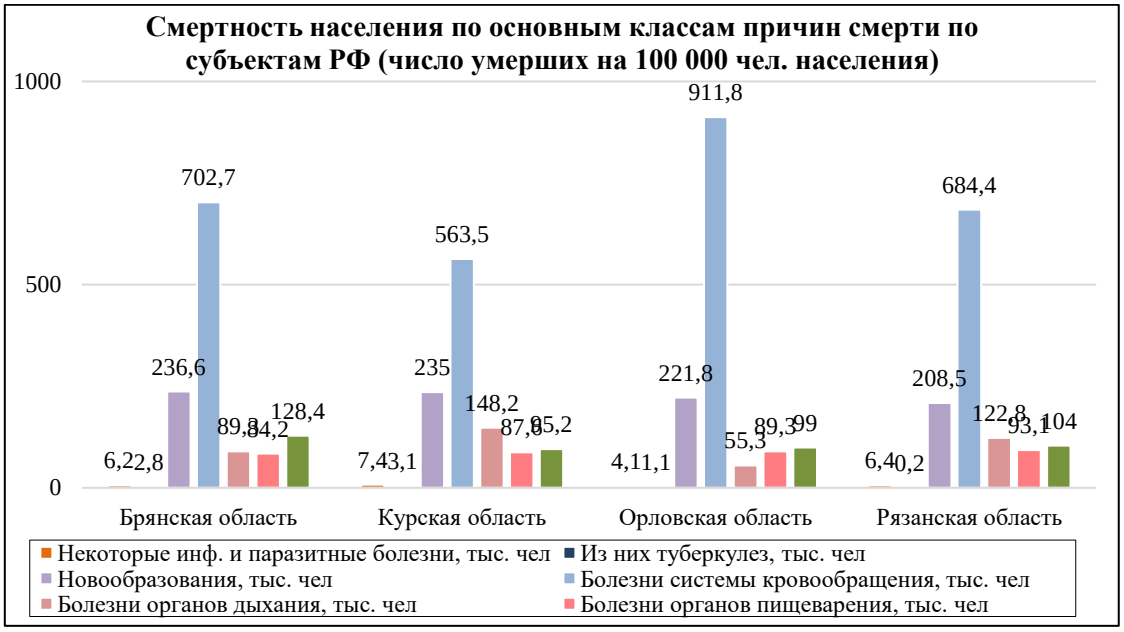


Рисунок 3 – Смертность населения по основным классам причин смерти по субъектам РФ (составлено авторами)

Выводы:

1. Анализ экологических показателей и показателей заболеваемости позволяет установить взаимосвязь между загрязнением окружающей среды и состоянием здоровья населения. Изменения в окружающей среде приводят к возникновению и усилению экологической зависимости и увеличению числа патологических групп.

2. Структура экономики и отраслевая специализация во многом определяют вероятность возникновения определенных групп экологически-обусловленных заболеваний.

3. Необходимо уделять внимание экологическим аспектам производства, внедрению наилучших доступных технологий, улучшению условий труда и жизни работников, и мерам по профилактике заболеваний среди населения.

Список литературы

1. Длительное воздействия транспортного шума ассоциируется с повышением риска развития артериальной гипертонии // ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова». – Режим доступа: https://cardioweb.ru/news/item/3956-dlitelnoe-vozdejstviya-transportnogo-shuma-assotsiiruetsya-s-povysheniem-riska-razvitiya-arterialnoj-gipertonii (дата обращения 29.04.2024).
2. Здравоохранение в России. 2023: Стат.сб. / Росстат. – М., 2023. – 179 с.
3. Козловская, И.Л. Жара и сердечно-сосудистые заболевания (обзор эпидемиологических исследований) / И.Л. Козловская // Терапевтический архив. – 2015. – Т. 87. – №. 9. – С. 84–90.
4. Кострова, Ю.С. Оценка риска здоровью населения Рязанской области, связанная с загрязнением питьевой воды / Ю.С. Кострова, Н.В. Ефремов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – №. 12 (126). – С. 65.
5. Нахратова, О.В. Влияние загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами на риск сердечно-сосудистых заболеваний (обзор) / О.В. Нахратова, Д.П. Цыганкова, Е.Д. Баздыров // Экология человека. – 2022. – №. 8. – С. 531–546.
6. Орловская область. Территория и логистика. – Режим доступа: https://orel.tpprf.ru/ru/region/terr/ (дата обращения 29.04.2024).
7. Плотникова, М.О. Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний Орловской области / М.О. Плотникова // Первичные иммунодефициты и COVID-19. – 2023. – С. 70–77.
8. Прогноз социально-экономического развития Курской области на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов. – Режим доступа: https://adm-files.rkursk.ru/693/docs/112483_77_114763.docx (дата обращения 29.04.2024).
9. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: Стат. сб. / Росстат. – М., 2023. 1126 с.; Здравоохранение в России. 2023: Стат.сб./Росстат. - М., 2023. – С. 179.
10. Чёрная, В.В. Рекреационный мониторинг поверхностных водных объектов (на примере Рязанской области / В. В. Чёрная // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2022. – Т. 7. – №. 3 (29). – С. 55.

E. A. BLINOVA, A. Y. RODKINA, Y. O. KIREEVA, E. A. KONONENKO

CITIES OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT: ANALYSIS OF ECOLOGICAL INDICATORS AND INCIDENCE INDICATORS

Ryazan State University named after S. A. Yesenin,
Ryazan, Russian Federation,
e.blinova@365.rsu.edu.ru

Analysis of statistical indicators allows us to identify the prevalence of various diseases and identify the relationship between morbidity and environmental factors in order to take preventive measures and improve the public health of the region. The work analyzes the morbidity rates of the population of the Central Federal District of the Russian Federation according to statistical collections for 2022.

Key words: Central Federal District, environmental factors, morbidity, monitoring.

УДК 631.95

Е. Д. БОГОМОЛОВА, С. С. ЮРКОВА, А. А. ШАБАЛИНА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БАКТЕРИЙ *AZOTOBACTER* ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ САЛАТА В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОНИКИ

Специализированный учебно-научный центр ФГАОУ ВО
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация,
katyushkacat486@mail.ru, yurckova.sonya2019@yandex.ru, shabalanna@yandex.ru

Свежей зеленью собственного производства можно обогащать питание школьников круглый год, что актуально для климатических условий Урала. Эффективность гидропонного выращивания зеленных культур можно повысить с помощью бактерий, стимулирующих рост растений: ускорить сроки созревания, увеличить урожайность и улучшить качество урожая.

Ключевые слова: гидропоника, бактерии, стимулирующие рост растений, бактерии Azotobacter, салат Латук.

За последнее время в мире возникла проблема истощения почв на фоне быстрого роста населения и высокого спроса на сельскохозяйственную продукцию, что приводит к изъятию и распашке почв природных ландшафтов и к росту применения химических удобрений [2]. Поэтому очень остро стоит проблема улучшения плодородия почвы, без использования химических удобрений. Одним из методов естественного восстановления почвы является внесение в нее PGPR микроорганизмов [8, 9] – бактерий, способных к азотфиксации, фосфатмобилизации, продукции сидерофоров и др. А самым перспективным на сегодняшний день способом беспочвенного выращивания растений является гидропоника [4].

XX столетие было веком применения минеральных удобрений. На рубеже веков стало ясно, что широкое применение химических соединений в сельском хозяйстве приведет к непредсказуемым последствиям. Присутствие в продуктах питания нитратов, нитритов, пестицидов, гербицидов отрицательно сказывается на здоровье населения планеты и приводит к развитию многих заболеваний, прежде всего аллергического характера [1]. Накопление в почве химических соединений, используемых в сельском хозяйстве, обуславливает резкое ухудшение ее плодородия вне зависимости от климатических зон и типов почвы [5].

Перед человечеством по-прежнему стоит проблема обеспечения высокой продуктивности сельскохозяйственных культур и защиты растений от болезней. Биологические препараты являются альтернативой минеральным удобрениям, а также химическим протравителям семян фунгицидам.

Действующим началом биопрепаратов являются бактерии и микроскопические грибы, обитающие в почве. Путем длительной селекции из их числа отбирают микроорганизмы, которые хорошо приживаются в ризосфере растений и оказывают положительное действие на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Для людей и животных такие микроорганизмы совершенно безопасны, а при внесении в почву могут существенно улучшить ее плодородие [7]. При этом использование гидропонных установок должно снизить нагрузку на почву, что также будет способствовать сохранению больших почвенных площадей от деградации.

Таким образом, используя бактерии, стимулирующие рост растений, можно повысить эффективность гидропонного выращивания сельскохозяйственных культур: ускорить сроки созревания, увеличить урожайность и улучшить качество урожая.

Цель исследования: оценить эффективность бактеризации салата культурой *Azotobacter* в условиях гидропонного выращивания

Задачи:

1. Создать условия для гидропонного выращивания салата латук.
2. Выделить из почвенных проб бактерии рода *Azotobacter* и вырастить чистую культуру.
3. Провести эксперименты по бактеризации растений с помощью данных микроорганизмов.
4. Провести морфометрические измерения и химический анализ вегетативной массы урожая

Материалы и методы исследования. Схема эксперимента представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Схема исследования

Перед началом эксперимента мы собрали две гидропонные установки, сделали навески солей и приготовили гидропонный раствор Кнопа ($Ca(NO3)2$, $MgSO4*7H2O$, $KH2PO4$, KCl, $FeCl3$), постепенно высадили в торфяной субстрат семена салата латук сорта «Берлинский желтый». Далее мы культивировали бактерии рода *Azotobacter*: на чашках Петри на питательной среде Эшби сделали посевы и наблюдали за обрастаниями почвенных комочков колониями бактерий [6].

Затем нарастили чистую культуру бактерий, перед этим сделав пересев бактерий на свежую питательную среду. Из биомассы бактерий приготовили суспензию разной концентрации, и каждый день добавляли в субстрат в одной и той же установке (экспериментальные растения). Установка, где были растения, растущие без бактеризации, являлась контролем.

Бактеризацию проводили на разных стадиях роста растений. У 5 растений – на стадии посадки семян, ещё у 5 растений – на стадии проростка (первых семядольных листочков, посажены за несколько дней до эксперимента), и ещё у 5 взрослых растений (посажены за две недели до эксперимента). Через 7 дней с начала эксперимента фиксировали показатели: морфометрические (длина и масса побега) и химические (содержание сахаров в соке) [3]. Одновременно фиксировали те же самые показатели у растений, выращенных без бактеризации, но в аналогичных условиях.

Эксперимент проводили в двух вариантах: в июне 2023 года на базе учебной лаборатории ЗОЦ Таватуй – проводили бактеризацию 5 % суспензией в течение 5 дней. В ноябре 2023 года на базе учебной лаборатории СУНЦ УрФУ – 2 % суспензией в течение 3 дней.

Во время экспериментов вели контроль показателей гидропонного раствора: pH, электропроводность, количество растворенных веществ. Бактериальную массу микроскопировали, чтобы убедиться в наличии клеток азотобактера [3].

Результаты исследования. Через 7 дней с начала эксперимента сделали замеры по трем показателям: длина побега (см), масса (г) и содержание сахаров в соке (%), занесли данные в дневник наблюдений. Средние значения данных показателей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфометрические и химические показатели растений при бактеризации на разных жизненных стадиях

Повторности эксперимента	Морфометрические и химические показатели								
	Длина побега, см			Масса побега, г			Содержание сахаров в соке, %		
	Семена	Проростки	Взрослые	Семена	Проростки	Взрослые	Семена	Проростки	Взрослые
Контроль 1	1,7	4,2	22,0	0,3	0,7	25	2,7	2,5	1,5
Эксперимент 1	3,7	4,5	30,0	0,4	0,5	27	4,2	2,4	4,4
Контроль 2	1,5	3,7	20,0	0,3	0,5	23,0	2,5	3,5	2,0
Эксперимент 2	2,7	4,0	25,0	0,3	0,5	25,0	3,7	3,7	4,2

Бактеризация повлияла на длину побега: и в первом и во втором эксперименте увеличилась длина побега у растений, выросших из семян и у взрослых растений (рисунок 2).

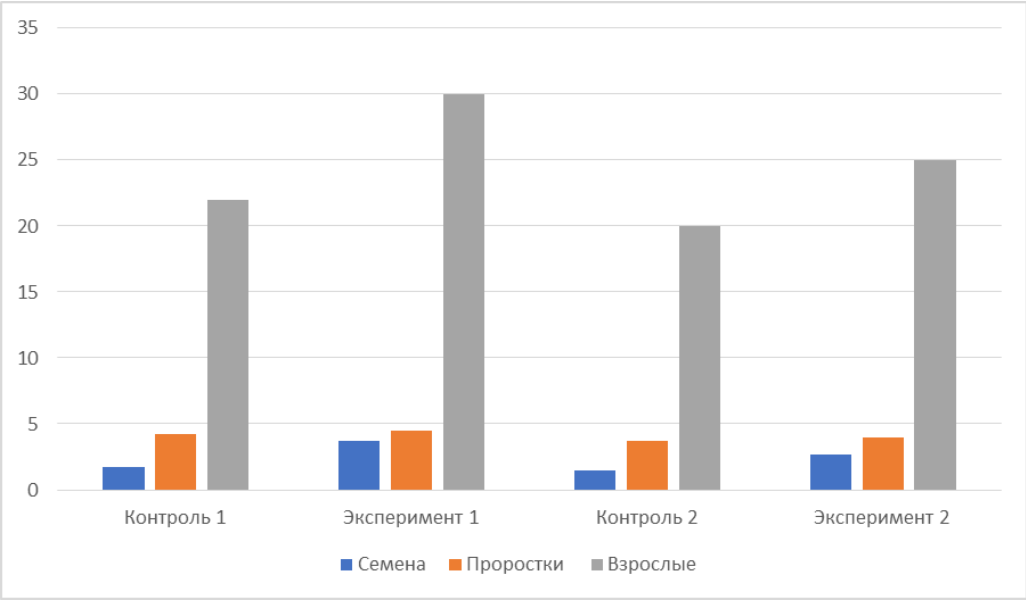


Рисунок 2 – Среднее значение длины побега растений в эксперименте и контроле, см

Незначительно увеличилась масса взрослых растений (рисунок 3) и в первом и во втором эксперименте, увеличилось содержание сахаров в соке растений, которые выросли из семян, подвергшихся бактеризации и у взрослых растений (рисунок 4). У проростков бактеризация не повлияла на наблюдаемые параметры.

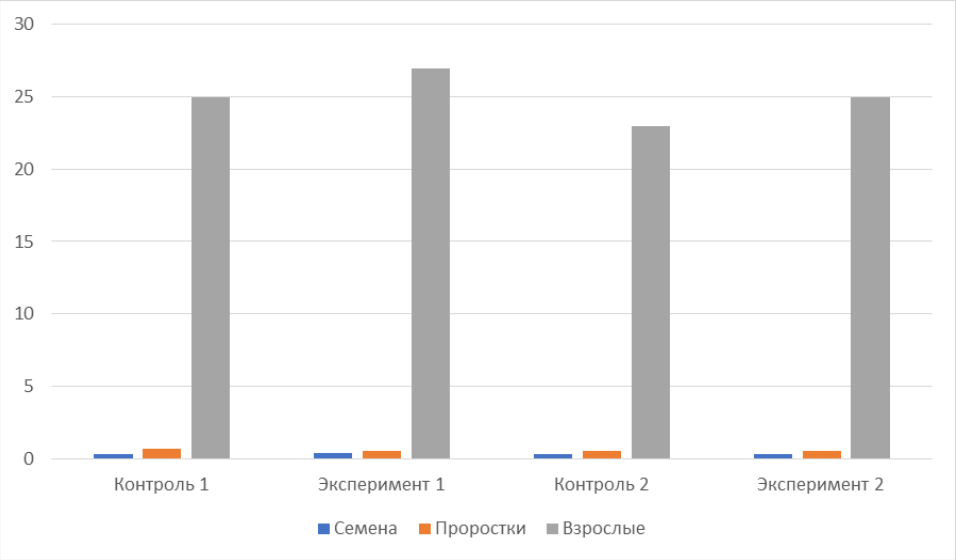


Рисунок 3 – Среднее значение массы побега растений в эксперименте и контроле, г

Если сравнить первый и второй эксперимент, то мы наблюдаем, что снижение концентрации бактериальной суспензии оказывает меньшую стимуляцию как на морфометрические показатели растений (рисунки 2, 3), так и на содержание сахаров в соке (рисунок 4).

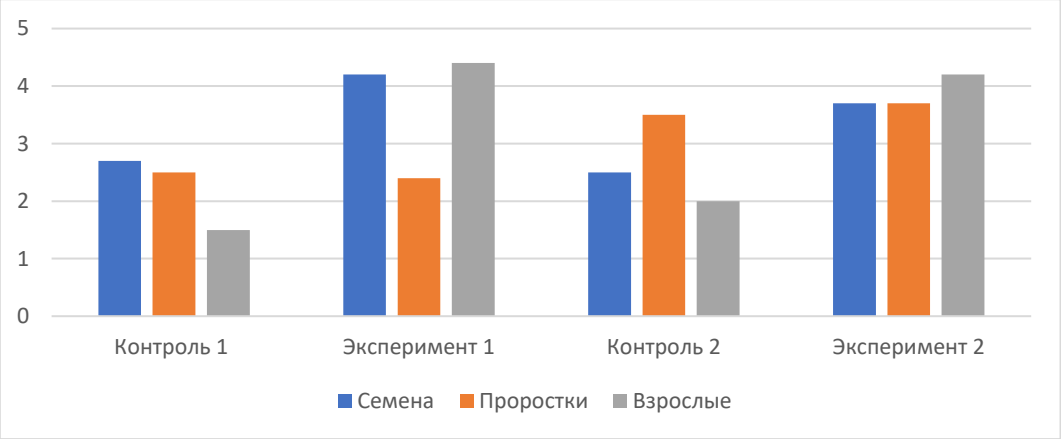


Рисунок 4 – Среднее значение содержания сахаров в соке растений в эксперименте и контроле, %

Таким образом, наибольший эффект показывает бактеризация семян и взрослых растений в концентрации 5 %, это увеличивает их размер и содержание сахаров в соке. Проводить бактеризацию проростков нецелесообразно. Снижение концентрации бактериальной суспензии и уменьшение времени бактеризации оказывает заметно меньшую стимуляцию на растения на всех жизненных стадиях.

Проанализировав полученные нами данные можно сделать заключение, что применение культуры бактерий рода *Azotobacter* оказывает стимулирующее влияние на развитие растений при гидропонном выращивании.

Список литературы

1. Волова, Т. Г. Биологические удобрения // Биотехнология / под ред. акад. И. И. Гительзона. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 1999. – С. 190–193.

2. Демиденко, Г. А. Сельскохозяйственная экология: учеб. пособие / Г.А. Демиденко, Н.В. Фомина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 330 с.

3. ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.

4. Гречушкина, К.С. Гидропоника как способ выращивания экологически безопасных овощей / К. С. Гречушкина // Материалы 69-й науч.-практ. конф. студентов и аспирантов: сб. науч. статей: в 2 ч. (21–23 марта 2017 г.). – Мичуринск, 2017. – С. 109–111.

5. Клещев, Н. Ф. Агробиотехнология: биологическая фиксация. Учебное пособие / Н. Ф. Клещев. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2014.

6. Практикум по биологии почв: Учеб. пособие / Г. М. Зенова, А. Л. Степанов, А. А. Лихачева, Н. А. Манучарова. – М.: Издательство МГУ, 2002. – 120 с.

7. Проворов, Н. А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего / Н. А. Проворов, И.А. Тихонович. – СПб: Изд-во СПб. ун-та, 2009. – 209 с.

8. Свойства бактерий, стимулирующих рост растений (PLANT-GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR)): учебно-методическое пособие к спецдисциплинам по микробиологии. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2015. – 19 с.

9. Умаров, М. М. Микробиологическая трансформация азота в почве / М. М. Умаров, А. В. Кураков, А. Л. Степанов – Москва: ГЕОС, 2007. – 137 с.

E. D. BOGOMOLOVA, S. S. YURKOVA, A. A. SHABALINA

THE USE OF BACTRIUM *AZOTOBACTER* CULTURE TO INCREASE THE EFFICIENCY OF LETTUCE CULTIVATION IN HYDROPONIC CONDITIONS

Specialized Educational and Scientific Center
of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
"Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin",
Yekaterinburg, Russian Federation,
katyushkacat486@mail.ru, yurckova.sonya2019@yandex.ru, shabalanna@yandex.ru

Fresh herbs of our own production can enrich the nutrition of schoolchildren all year round, which is important for the climatic conditions of the Urals. The effectiveness of hydroponic cultivation of green crops can be improved with the help of bacteria that stimulate plant growth: accelerate the maturation period, increase yields and improve crop quality.

Key words: hydroponics, bacteria that stimulate plant growth, Azotobacter bacteria, Lettuce.

УДК 911.6

А. В. БОРИСОВА, В. А. СЕРГЕЕВ, С. А. ЛУКЬЯНЧЕНКО

АНТАРКТИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ РОССИИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ: ЭНЕРГЕТИКА, ЛОГИСТИКА, ЭКОЛОГИЯ

ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет»,
г. Владивосток, Российская Федерация,
angelina.borisova02@mail.ru, vladser02@mail.ru, sophialukianchenko@mail.ru

В статье обсуждается роль Антарктики в мировой политике и научных исследованиях. Российские научные экспедиции в Антарктике рассматриваются как важный элемент стратегии обеспечения равноправного доступа к ресурсам и научным исследованиям. Исследование подчеркивает важность устойчивого развития Антарктики и необходимость защиты ее уникальной экосистемы.

Ключевые слова: Антарктика, мировая политика, соперничество, потенциальный конфликт, климатическая система, ресурсы, экосистема, научные экспедиции, исследования.

Введение. В контексте мировой политики Антарктика представляет собой одновременно и зону многостороннего сотрудничества, функционирующую несколько автономно от других «театров» международных отношений, и арену потенциального соперничества, а в перспективе – межгосударственного конфликта. Антарктика является важным компонентов климатической системы планеты, а естественные процессы, происходящие в рамках региона, имеют определяющее значение в формировании глобального климата. Кроме того, научная деятельность, которая ведется сегодня в Антарктике национальными исследовательскими коллективами стран-подписантов Договора об Антарктике, касается не только изучения изменений в атмосфере, гидросфере и криосфере Земли, но и разведки значительных запасов минеральных и энергетических ресурсов и биологического сырья, которые содержатся в недрах и водах Антарктического региона. Гипотетическое освоение ресурсного потенциала материка притягивает за собой логистические задачи по установлению стабильного океанического маршрута между Антарктикой и другими континентами.

Для России антарктическое направление в настоящее время является значимым как с научной точки зрения, так и с позиций обеспечения равноправного доступа к освоению ресурсной базы материка. Тем самым, актуальность данной работы обусловлена двумя аспектами: во-первых, к моменту окончания срока действия Договора об Антарктике в 2048 году вопрос о балансе сил и порядке использования Антарктики станет пунктом повестки дня, по важности сравнимым с вопросом освоения Арктики в настоящее время. Во-вторых, резко возрастет международная конкуренция за Антарктику при возможном снятии запрета на эксплуатацию ее недр, и Россия столкнется со стратегической необходимостью отстаивать свои права в регионе. Научная значимость данной статьи связана с описанием теоретической конфигурации российского «Антарктического проекта» в среднесрочной перспективе.

В рамках настоящего исследования были использованы научные работы о международном экономическом, экологическом и политическом статусе Антарктики за авторством В. А. Батыря, В. Лукина, Г.Э. Грикурова и др. В исследовании В.А. Батыря «Статус антарктических станций в контексте «замороженных» территориальных претензий государств-участников Договора об Антарктике и применимого национального законодательства» изучается сущность нормативной базы, регламентирующей международное взаимодействие в антарктическом регионе. Автор отмечает, что положения Договора об Антарктике создают условия для бессрочной «заморозки» территориальных претензий стран-членов, благодаря чему снижается конфликтный потенциал совместного освоения континента. Работа Г. Э. Грикурова «Минеральные ресурсы Антарктики: геологические

предпосылки и перспективы освоения» касается ресурсного богатства Антарктики. Исследователь подчеркивает, что несмотря на наличие значительных запасов углеводородов и минеральных ресурсов в недрах Антарктики, их фактическое освоение из-за суровых климатических условий представляется нерентабельным предприятием с текущим уровнем развития антарктических технологий.

Основная часть. Для понимания намерений российского политического руководства в отношении Антарктики представляется необходимым рассмотреть непосредственный ресурсный потенциал материка и его возможную роль в поддержании стабильного состояния глобальной промышленности и экономики, изучить конфигурацию сил, претендующих на Антарктику, и установившийся правовой режим в регионе, а также оценить три ранее указанных фактора (энергетика, экология и логистика) в контексте российской внешней политики. Методология исследования в целях выполнения поставленных задач определена методами индукции, анализа, синтеза, моделирования и компаративным методом.

Природные ресурсы Антарктики остаются малоизученными из-за сложных условий геологической разведки и невозможности проведения глубинных исследований. Обнаруженные месторождения включают железную руду, никель, свинец, медь, драгоценные и редкоземельные металлы, марганец, драгоценные камни и прочие ресурсы. Однако предварительные данные указывают на их разрозненность и малые размеры, а для более детальной разведки потребуется не одно десятилетие, так как доступно для исследования не более 1 % континента. В Трансантарктических горах обнаружены обширные залежи угля (наиболее значительное в горах Принц-Чарльза, оцениваемое в 7–8 млрд тонн), но низкого качества. Запасы природного газа и нефти оцениваются в 100 трлн кубометров и 19 млрд баррелей соответственно. Однако удаленность месторождений и их разрозненность делают эффективную добычу ресурсов практически невозможной на сегодняшний день.

Добыча биологических ресурсов антарктических вод ограничена квотами между странами-участницами международных организаций по рыболовству и демонстрирует тенденцию к снижению. Кроме того, с конца 2017 г. в силу вступил международный запрет на вылов криля и рыбы в прибрежных водах значительной части Антарктики с целью сохранить биологическое разнообразие континента и защитить уникальных биологических видов от коммерческого промысла. Что немаловажно, ледовый покров Антарктиды заключает в себе 90 % мировых запасов пресной воды, а ледники поддаются транспортировке в другие части света.

Таким образом, в теории, Антарктиду можно считать альтернативным глобальным источников углеводородов и редкоземельных металлов, а освоение и эксплуатация этих ресурсов могли бы качественно повлиять на конфигурацию мирового рынка. На практике же добыча этих запасов крайне сложна технологически, трудо- и времязатратна, а также юридически запрещена, что не позволяет говорить об Антарктиде как ресурсной альтернативе на ближайшую перспективу.

Теперь рассмотрим особенности политического и правового регулирования деятельности в антарктическом регионе. Как было отмечено ранее, Антарктика – это особый во всех аспектах регион; занимая десятую часть площади планеты, на континенте нет государственных или таможенных границ, постоянного населения, урбанизированных поселений или военных баз, он находится под международным режимом управления, на который в меньшей степени (что не обозначает полной изолированности) влияют глобальные политические события. Указанный режим управления был установлен Договором об Антарктике 1959 г. (далее – Договор) с целью урегулировать территориальные претензии антарктических стран на материк. В своей сущности Договор объявлял Антарктику регионом мира, международного сотрудничества и научных исследований (ст. I–III) [3, с. 86–88]; в 1991 г. был подписан Мадридский протокол к Договору, де-юре закрепивший четвертым принципом использования Антарктиды защиту об окружающей среде. Договор существует как автономная международная организация, не будучи структурой ООН, а процесс коллективного решения вопросов проходит на регулярных консультативных совещаниях по Договору об Антарктике.

С момента подписания Договора число участников увеличилось с 12 до 55 государств по состоянию на 2022 г., из которых 29 имеют голосующий (консультативный) статус. Вопрос о территориальных претензиях на Антарктику с заключением Договора не ушел с международной повестки дня (7 стран-членов претендуют на части континента), однако В.А. Батырь характеризует этот процесс как «бессрочную заморозку»: Договор и не узаконивает, и не подразумевает отказ от территориальных претензий, он составлен так, что попытки оспорить на его основе притязания другого члена невозможно, а иных инструментов для подтверждения суверенитета над условно «своими» участками попросту нет [4, с. 67]. Сохранению статуса-кво между членами Договора способствует и принцип консенсуса при обсуждении решений, закрепленный в документе; иными словами, «продавливание» какого-либо решения консультативными членами не представляется возможным из-за риска его торпедирования хотя бы одним оппонирующим государством.

Если говорить о степени эффективного влияния стран на конфигурацию сил в Антарктике, то благодаря системе сдержек и противовесов, инкорпорированной в антарктический международный режим управления, у стран-членов нет правовых оснований или инструментов для продвижения собственных национальных интересов в ущерб остальным участникам. Кроме того, отсутствуют объективные метрики для измерения такого влияния: размер территориальных претензий (так, Австралия претендует на около 42 % территории Антарктики) нивелируется нейтральным статусом материка. Количество антарктических станций также нельзя считать объективным показателем. На сегодняшний день в Антарктике функционируют около 100 станций на постоянной или сезонной основе, учрежденных 29 государствами мира. Россия в вопросе размещения станций следует стратегии «эффективной оккупации», размещает свои станции в секторах, на которые претендуют другие государства (из десяти станций девять находятся в британо-аргентино-чилийской, норвежской и австралийской зонах), это позволяет не только проводить комплексные исследования, но и эффективно регулировать риски расширения зарубежных территориальных претензий на Антарктику. В то же время Россия не лидирует по числу антарктических станций; Аргентина располагает 13 станциями, что, очевидно, не дает ей какого-либо преимущества.

Весомым фактором для утверждения своего влияния можно считать материально-техническую и технологическую обеспеченность страны в Антарктике. Исследователь В. Лукин, рассуждая о воздействии негативного международного образа России после начала специальной военной операции на Украине в феврале 2022 г. на перспективы международного научного сотрудничества в Антарктике, подчеркивает, что в случае отказа западных антарктических экспедиций от контактов с российской стороной больший ущерб понесет именно инициатор. Отечественная антарктическая инфраструктура и авиация предоставляют логистические преимущества в рамках совместных научных экспедиций, и хотя для российских ученых заморозка или разрыв связей с западными коллегами может причинить определенные неудобства, в итоге за счет переориентации связей общий ход российских антарктических исследований пострадает незначительно [5].

Далее рассмотрим приоритеты России в Антарктике и как они пересекаются с тремя вышеупомянутыми факторами международных отношений. Если обратиться к Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике до 2030 г., то основу среди выделенных приоритетных направлений составляют научно-исследовательская деятельность, охрана окружающей среды, а также модернизация российской инфраструктуры и активов. Это в полной мере соотносится с принципами, лежащими в основе правового регулирования Антарктики, и явно свидетельствует о невысокой значимости экономического или энергетического фактора (связанного с разведкой и эксплуатацией полезных ископаемых) в рамках российского антарктического вектора на ближайшие 5 лет. Отдельно обратим внимание на заявляемые мероприятия по содействию организованного туризма в антарктическом регионе – российская политика на ближайшую перспективу ограничивается взаимодействием с международными туристическими ассоциациями и разработкой правовой базы [6]. Подобная скромность коррелирует со слабой степенью развития антарктического туризма в России,

что подтверждается численностью туристов из России в сравнении с представителями других стран – доля первых составляет менее 1%. Это можно объяснить высокой стоимостью путевок, организационными сложностями, вызванными правовыми и экологическими факторами, что не формирует значительного запроса на создание стабильного туристического маршрута до Антарктики для россиян [7, с. 129]. Если к тому же учесть то, что ни Россия, ни Китай не планируют в обозримой перспективе использовать Южный полюс в качестве логистического маршрута (в противовес, например, Северному морскому пути и Арктическому шелковому пути), то для российского антарктического направления фактор логистики сохраняет свою значимость в пределах насущных потребностей по доставке грузов и экспедиций на материк. А это в полной мере реализуется российским ледокольным флотом.

Рассмотрим гипотетическое изменение конфигурации сил в Антарктике после окончания действия Мадридского протокола в 2048 г. Ожидается, что ресурсный потенциал Антарктики станет более значимым для международного сотрудничества из-за истощения природных запасов и усиления ресурсного неравенства. Для эффективного освоения полезных ископаемых ледово-снежный покров Антарктики должен значительно уменьшиться, что нежелательно для стран-членов Договора, так как это угрожает глобальной экологической стабильности и может вызвать повышение уровня мирового океана и похолодание его акватории.

Предполагается, что страны-члены, если и снимут запрет на промышленную добычу, то только в ограниченном виде для сохранения экологического баланса. В этом случае России будет выгодно объединить усилия с Китаем, используя российские технологии (например, ледокольный флот) и китайский капитал для организации стабильного логистического маршрута между Антарктикой и Евразией. Однако такой сценарий является идеалистическим, и в заключении будет представлен более прагматичный вариант.

Заключение. Подводя итоги исследования, еще раз обратим внимание на тот факт, что Антарктика, несмотря на свои значительные запасы полезных ископаемых, крайне сложна в освоении. В настоящее время суровые климатические условия и естественная защита в виде ледового покрова не дают объективных возможностей проводить более подробную геологическую разведку, а потенциальная добыча и транспортировка ресурсов представляются нерентабельными.

При таком раскладе особый международный режим управления, поддерживаемый странами-членами Договора об Антарктике, создает условия для бесконфликтного сосуществования на континенте и определяет акцент не на экономическом или энергетическом, а на экологическом аспекте хозяйствования. Территориальные претензии некоторых антарктических государства, исходя из правовых особенностей режима, оказываются «замороженными» на неопределенный срок; таким образом, поддерживается статус-кво между антарктическими государствами.

Можно сказать, что Россия уверенно чувствует себя в Антарктике – она обладает необходимыми технологиями по решению логистических и инфраструктурных задач при осуществлении научно-исследовательской деятельности. В контексте российской антарктической политики энергетический и логистический факторы не играют приоритетной роли. Первое обусловлено наличием собственных обширных запасов углеводородов, второе – отсутствием общественного запроса на развитие антарктического туризма и покрытием логистических издержек на обеспечение исследовательской деятельности уже имеющимися ледокольными, авиационными и иными мощностями. Таким образом, ключевым пунктом остается поддержание экологической безопасности.

Вокруг нее и сосредоточено более прагматичное видение российского «антарктического проекта». Россия заинтересована в сохранении баланса сил в Антарктике, такой конфигурации международных отношений, при которой остальные члены Договора об Антарктике не будут настаивать на актуализации или расширении территориальных претензий на континенте. Кроме того, для Москвы также остро стоит вопрос с сохранением экологической стабильности в регионе, от которой зависит глобальное экологическое

равновесие. Тем самым, в ее интересах будет максимальное стимулирование стран-членов к продлению запрета на добычу полезных ископаемых, насколько это будет возможно, и акцентирование внимания на охране окружающей среды как залоге безопасного международного сотрудничества в регионе. Инициатива в поддержании международного режима управления должна подкрепляться продвижением межгосударственного научно-исследовательского сотрудничества, для чего у России есть технологии и инструменты, которые во многом превосходят зарубежные аналоги. Таким образом через «мягкое» влияние Россия сможет сохранить стабильные и уверенные позиции в Антарктике, которые неподвластны внешним факторам «большой политики».

Список литературы

1. Грикуров, Г. Э. Минеральные ресурсы Антарктики: геологические предпосылки и перспективы освоения / Г. Э. Грикуров, Г. Л. Лейченков, Е. В. Михальский, В. Н. Масолов // Разведка и охрана недр. – 2000. – № 12. – С. 59–63.

2. Kingston, J. The Undiscovered Oil and Gas of Antarctica / J. Kingston. – California: U.S. Geological Survey, 1997. – 77 p.

3. Договор об Антарктике // United Nations Treaty Series. Vol. 5681-5690. – NY.: United Nations, 1961. – 286 p.

4. Батырь, В. А. Статус антарктических станций в контексте «замороженных» территориальных претензий государств-участников Договора об Антарктике и применимого национального законодательства / В. А. Батырь // Международное право. – Т. 76. – № 5 (198). – С. 60–84.

5. Лукин, В. Обострение конфронтации западного мира и России в контексте устойчивости системы Договора об Антарктике / В. Лукин // Международная жизнь. – 2022. – № 7. – URL: https://interaffairs.ru/jauthor/material/2693 (дата обращения: 05.10.2023).

6. Правительство Российской Федерации. План мероприятий по реализации Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике до 2030 года. – URL: http://static.government.ru/media/files/l1MiwzpjXdaEO2h0tJZHhw12xAp7Mx8k.pdf (дата обращения: 05.10.2023).

7. Афанасьева, А. В. Круизный туризм в Антарктике: состояние и актуальные тренды / А. В. Афанасьева // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2021. – Т. 15, № 3. – С. 126–148.

8. Протокол об охране окружающей среды к Договору об Антарктике от 4 октября 1991 года. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901886692 (дата обращения: 05.10.2023).

A. V. BORISOVA, V. A. SERGEEV, S. A. LUKYANCHENKO

RUSSIA'S ANTARCTIC PROJECT AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL RELATIONS: ENERGY, LOGISTICS, ECOLOGY

Vladivostok State University,
Vladivostok, Russian Federation,
angelina.borisova02@mail.ru, vladser02@mail.ru, sophialukianchenko@mail.ru

The article discusses the role of Antarctica in world politics and scientific research. Russian scientific expeditions in Antarctica are considered as an important element of the strategy to ensure equitable access to resources and scientific research. The study highlights the importance of sustainable development in Antarctica and the need to protect its unique ecosystem.

Key words: Antarctica, world politics, rivalry, potential conflict, climate system, resources, ecosystem, scientific expeditions, research.

УДК 628.16

Е. С. БОТЬКО

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В СООТВЕТСТВИИ С НАИЛУЧШИМИ ДОСТУПНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

УО «Национальный детский технопарк»,
г. Минск, Республика Беларусь,
liz.bochko@gmail.com

Статья содержит информацию о способах обезжелезивания подземных вод, указанных в сборнике наилучших доступных технических методов. Представлен анализ областей применения и оборудования для обезжелезивания, дана краткая характеристика основных методов обезжелезивания и условий их применения.

Ключевые слова: подземные воды, наилучшие доступные технические методы, обезжелезивание, фильтрование, аэрация, реагентный метод, безреагентный метод.

В рамках Государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность», подпрограммы «Чистая вода» государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» проводится оценка качества подземных вод на территории страны с целью обеспечения населения чистой водой. В соответствии с установленными нормами, максимально допустимая концентрация железа в питьевой воде составляет 0,3 мг/дм^3 [3]. Превышение этого показателя может привести к появлению запаха, цветности и мутности воды, а также негативно отразиться на эпидемиологической безопасности и гигиенической надежности систем водоснабжения. В случае превышения норм окончательно требуется проведение мероприятий по обезжелезиванию воды.

Обезжелезивание – это процесс удаления железа из подземных и поверхностных вод, который присутствует в различных формах. Наиболее эффективные методы обезжелезивания представлены в сборнике «Наилучшие доступные технические методы (НДТМ)». НДТМ – это методы, направленные на снижение загрязнения окружающей среды и обеспечение соответствия нормам качества окружающей среды при возможности их экономически и технического применения.

Рассматривая НДТМ [2], можно отметить, что выделяют две группы методов обезжелезивания – реагентные и безреагентные. Область их применения зависит от исходного содержания железа в воде и его формы, щелочности воды, ее окисляемости. Безреагентные методы обезжелезивания применяются для воды с показателями: pH – не менее 6,7, щелочность – не менее 1 мг-экв/дм^3, перманганатная окисляемость – не более 7 мг O_2/дм^3, содержание Fe (III) – не более 10% от содержания железа общего, содержание CO_2 – не более 80 мг/дм^3; H_2S – не более 2,0 мг/дм^3.

Химические методы обезжелезивания воды используются при низком уровне pH, высокой перманганатной окисляемости и нестабильности воды. Реагентные методы очистки воды от растворенного железа используются в случаях, когда аэрационные методы не приводят к желаемому результату из-за высокой концентрации железа и его присутствия в трудноокисляемых формах. Поэтому в процессе применения реагентных методов образуется значительное количество осадков железа, что обычно требует двух стадий осветления.

Для удаления железа из поверхностных вод применяются в основном химические методы (коагуляция, каталитическое окисление, использование реагентов), в то время как для подземных вод чаще используются безреагентные методы (аэрация, электролиз, биологическое окисление, электромагнитный метод).

Большинство станций обезжелезивания состоят из аэрационных устройств, оборудования для подачи сжатого воздуха и обеззараживания воды, отстойников с тонкослойными модулями или осветителей со взвешенным осадком, скорых фильтров. К аэрационным устройствам, предназначенным для насыщения воды кислородом и частичного окисления железа, относятся вакуумно-эжекционные аппараты, градирни, брызгальные бассейны и баки-аэраторы.

В соответствии с НДТМ [2], безреагентное удаление железа происходит на каркасных фильтрах; применяется «сухая фильтрация»; упрощенная аэрация с одно- и двухступеньчатым фильтрованием; вакуумноэжекциоиная аэрация с различными способами дальнейшего фильтрования; обезжелезивание в пласте.

В качестве реагентных вариантов обезжелезивания в НДТМ указаны фильтрование через модифицированную загрузку; упрощенная аэрация с обработкой сильным окислителем и фильтрованием через зернистую загрузку большой грязеемкости; известкование, напорная флотация с последующим фильтрованием; аэрация, известкование, тонкослойное отстаивание и фильтрование; электрокоагуляция с барботированием, тонкослойное отстаивание и фильтрование; катионирование.

Согласно нормам СН 4.01.01-2019 [1] выбор методов обезжелезивания, фильтрующих материалов и реагентов, технологические схемы установок обезжелезивания и параметры их работы принимают на основании результатов инженерных изысканий, непосредственно выполненных на воде, забираемой из источников водоснабжения, для которых производится проектирование.

Список литературы

1. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс] : Строительные нормы 4.01.01-2019. – Режим доступа: https://stn.by/files/projects/txt-sooruzheniya_vodopodgotovki.pdf. – Дата доступа: 06.06.2024.

2. Методика разработки реестра наилучших доступных технологий (НДТ) систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosinformagrotech.ru/files/dbd_ndt/dbd_ndt_54_Metodika_razrabotki_reestra_NDT. pdf. – Дата доступа: 06.06.2024.

3. Об утверждении гигиенических нормативов [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 25 янв. 2021 г., № 37 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037. – Дата доступа: 06.06.2024.

E. S. BOTKO

ANALYSIS OF METHODS FOR DEIRONIZATION OF GROUNDWATER IN ACCORDANCE WITH THE BEST AVAILABLE TECHNICAL METHODS

National Children's Technopark,
Minsk, Republic of Belarus,
liz.bochko@gmail.com

The article contains information on methods for deferrization of groundwater, given in the collection of the best available technical methods. The above analysis of areas of application and equipment for iron removal provides a brief description of the main methods of iron removal and the conditions for their use.

Key words: groundwater, best available technical methods, iron removal, filtration, aeration, reagent method, reagent-free method.

УДК 911.2(551.509.3)

А. А. БУТЫЛИН

ПРОГНОЗ ПОГОДЫ. МЕТОДОЛОГИЯ ЕГО СОСТАВЛЕНИЯ

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 33»,
г. Смоленск, Российская Федерация,
butylinaleksandr9@gmail.com

В последнее время в науке тема прогнозирования погодных условий стоит на высоком контроле синоптиков и агрономов. С помощью точных прогнозов погоды возможно будет предсказать, например, кислотность, температуру почвы, что очень важно для сельского хозяйства, температуру воздуха, вероятность осадков и многое другое, чтобы люди могли знать, что надеть и стоит ли выходить на улицу вообще.

Ключевые слова: погодные условия, прогнозирование, наукастинг, геопотенциал, климат, суперкомпьютеры.

Для начала надо ввести понятие Прогноза погоды. Прогноз погоды – научно обоснованное предположение о будущем состоянии погоды в определённом пункте или регионе на определённый период. Составляется (разрабатывается) метеорологическими службами на основе методов метеорологии. Прогнозы делятся по заблаговременности периода, на который даётся прогноз: наукастинг (прогноз текущей погоды) – от 0 до 2 часов; сверхкраткосрочные (СКПП) – до 12 часов; краткосрочные (КПП) – от 12 до 72 часов; среднесрочные (СПП) – от 72 часов до 10 суток; с расширенным сроком – от 10 до 30 суток; долгосрочные (ДПП) – от 30 суток до двух лет; включают месячный, трехмесячный (или 90-суточный), сезонный ориентировочные прогнозы, которые представляют собой описание усредненных метеорологических параметров, выраженных в виде отклонения (девиация, колебание, аномалия) от климатических величин соответственно для этого месяца (не обязательно для предстоящего месяца), для этого 90-суточного периода (не обязательно для предстоящего 90-суточного периода), для этого сезона; прогноз климата – свыше двух лет; прогноз климата на год-десятилетие (описание ожидаемых параметров климата, связанных с изменением межгодовых и десятилетних климатических аномалий, а также аномалий нескольких десятков лет); прогноз климата (описание ожидаемого в будущем климата с учётом влияния естественных и антропогенных факторов) [1]. Оправдываемость прогнозов тем ниже, чем выше заблаговременность. Оправдываемость сверхкраткосрочных прогнозов составляет приблизительно 95–96 %, краткосрочных 85–95 %, среднесрочных 65–80 %, долгосрочных 60–65 %, прогнозов климата – около 50 %.

Методик для точного прогнозирования существует много. Но все они зависят от различных факторов: географических, антропогенных. Чтобы предсказать погоду, нужно знать «текущие условия» – то есть то, какая она сейчас. К основным параметрам относятся: температура, атмосферное давление, влажность, скорость и направление ветра, осадки и их количество. Современный прогноз погоды основывается в первую очередь на данных спутников, а метеостанции, зонды и радары корректируют и непрерывно дополняют их. Вместе все эти источники создают полноценную картину происходящего в атмосфере. Посмотрим на механизм составления прогноза погоды. Сначала все данные регистрируют метеостанции – специальные площадки, где непрерывно проводятся метеорологические измерения погоды и климата. На станциях установлены приборы для метеоизмерений: термометр, гигрометр, барометр, осадкомер и другие устройства. Они одинаковы по всему миру. Для точности метеорологи производят замеры регулярно и синхронно – через каждые 3 часа. Наземные метеостанции бывают разные: огромные мачты в полях, плавающие

буйки в море, шарообразные радары. Часть станций расположена в виде автономных устройств в труднодоступных местах, таких как горы и моря. У метеостанций есть недостатки: они собирают данные только возле себя, расположены далеко друг от друга и не знают количество осадков. В метеостанции данные могут поступать с метеозондов – беспилотных аэростатов. Зонд выглядит как наполненный гелием резиновый или пластиковый шар, к которому крепится контейнер с аппаратурой – датчиками для измерения температуры, влажности и атмосферного давления, а также батарейки и антенны, с помощью которой эти данные передаются. Весит один метеозонд примерно 300 граммов и поднимается на высоту 30–40 километров. Зонды одноразовые: набирая высоту, шар лопается от избыточного давления. Пенопластовый контейнер падает на землю, и повторно не используется. Метеозонды запускают в 870 точках Земли два раза в день, обычно в 00 и 12 часов по UTC. Весь поток погодных данных от метеостанций, зондов, радаров, спутников, датчиков на самолетах и кораблях поступает в центры обработки метеорологической информации – они есть в каждой национальной метеослужбе. Такие центры оснащены суперкомпьютерами. Менее мощные машины были бы не способны обработать такое количество данных в приемлемый срок. Так, в Великобритании погоду предсказывает Cray XC40, который занимает 11-е место в списке мощнейших суперкомпьютеров мира с производительностью в 7 петафлопс (семь тысяч триллионов операций в секунду). Такая машина может спрогнозировать начало дождя вплоть до минуты. Главный суперкомпьютер российской гидрометеослужбы уступает британскому, его мощность 1,2 петафлопса. Полученные результаты синоптики анализируют и составляют окончательный прогноз. Машина считает конкретные характеристики, а обобщить их может только человек. Синоптики делают прогнозы там, где есть ответственность и где технологии не способны предсказать некоторые погодные явления на местности, такие как туман и гололед [2].

Синоптики выделяют два основных типа моделей: глобальные и локальные. Глобальные модели обсчитывают всю атмосферу Земли или полушария. Учитывают обширные погодные системы, которые могут простираться по всему континенту – холодные фронты и сильные штормы. Существует несколько глобальных моделей: американская модель (GFS), европейская модель (ECMWF), немецкая (ICON), английская (UKMet), канадская (CMC), японская (JMA), русская (ПАЛВ) и другие. Синоптики используют в основном американскую и европейскую. Стоит учесть, каждая модель хороша в своей географии: условно, если для прогноза погоды в Австралии брать Европейскую модель, точность прогноза не превысит и 60-75%. Американская модель (GFS). Создана Национальной метеорологической службой США. Она запускается четыре раза в день: в 00, 6, 12 и 18 часов по UTC. Результаты публикует спустя 3,5 часа. Выдает прогнозы на 16 дней вперед. Доступ к данным модели бесплатный. Любой может скачать их на официальном сайте. Популярный сайт Windguru отображает результаты именно по американской модели. Вычислительная мощность американской модели выросла в десять раз за последние четыре года, и теперь модель способна проводить восемь квадриллионов вычислений в секунду. Европейская модель (ECMWF). Названа в честь операционного агентства в Европе в результате партнерства между 34 различными странами. Она делает прогнозы на 10 дней вперед. Запускается два раза в день: в 00 и 12 часов по UTC. Из-за сложности считает прогноз целых 6 часов. Доступ к данным платный. Результаты отображаются на сайте Foreca. «Гисметео», Yahoo, «Яндекс» и другие популярные ресурсы берут данные именно с него. Европейская модель в среднем более мощная в вычислительном отношении, а американская иногда дает более точные прогнозы. Большинство популярных сайтов с прогнозами в интернете, отображают данные либо из американской GFS, либо из европейской ECMWF. Национальные метеослужбы делают прогнозы по собственным локальным моделям. Поэтому прогнозы погоды на Гисметео будет отличаться от Росгидромета. Глобальные модели хороши и полезны, но часто на небольшом квадрате невозможно адекватно предсказать погоду из-за гор, водоемов или снежных покровов, которые влияют на изменение погодных

данных. Тогда выручают локальные модели – они с высокой точностью моделируют отдельную область, страну или город. Самая популярная среди локальных моделей – модель WRF (Weather Research and Forecasting). Она открыта. Применима для всех стран мира и может учитывать местную географию и топографию. Все математические модели прогнозирования погоды имеют ограниченные возможности. Они не могут рассчитать метеорологические параметры в абсолютно каждой точке пространства в абсолютно каждый момент времени. Такие физические процессы, как туманы и гололед, в силу локальности и сложности природы, затруднительно описать с помощью математики. Вдобавок заданные параметры о текущем состоянии погоды не могут быть абсолютно точными. Поэтому появились современные методы прогнозирования – «ансамблевые». Расчет прогноза запускается не один, а несколько раз, со слегка разными входными данными. Ансамблевые прогнозы позволяют рассчитать вероятность явления. Например, вероятность осадков составляет 80 %. Это значит, что из 50 членов ансамбля 40 (абсолютное большинство) прогнозируют дождь. Вместе с тем, есть 10 членов, которые исключают осадки.

С расцветом нейросетей их стали активно применять в прогнозировании погоды. Основной плюс – не нужно решать сложные физические уравнения и хранить огромные объемы информации. Вы собираете некоторый архив данных, а затем нейросеть самостоятельно анализирует его и выделяет закономерности. Алгоритмы машинного обучения применяет, например, «Яндекс.Погода», используя систему Meteum. Нейросеть берет прогнозы, рассчитанные американской, канадской, японской и европейской моделями, и считает свой по модели WRF. Эти прогнозы сверяются с реальными наблюдениями в нескольких точках города, собранных по метеостанциям и спутникам. Потом она находит повторяющиеся закономерности и выдает прогноз «с точностью до дома».

Отчего же зависит успешность в прогнозировании погодных условий?

Практическая успешность прогнозирования состояния атмосферы зависит от целого ряда факторов. Важным фактором является полнота и точность начальных данных о текущем состоянии атмосферы и ее подстилающей поверхности (суши, океана). Имеющиеся измерения параметров состояния окружающей среды отрывочны и содержат погрешности, поэтому ошибки содержатся уже в оценке начального состояния атмосферы, с которого стартует прогноз. Эти ошибки имеют тенденцию расти с увеличением периода прогноза. Прогностические методы и технологии также не идеальны. Атмосферные процессы в моделях представлены упрощенно. Некоторые процессы мы пока не до конца понимаем. Но не следует списывать все проблемы долгосрочного прогноза на несовершенство используемых моделей и недостатки их информационного обеспечения. Современные модели общей циркуляции атмосферы успешно воспроизводят многие свойства атмосферы и становятся все более совершенными. На пути к долгосрочному прогнозу есть и другая проблема – проблема предсказуемости (ее известная иллюстрация – «эффект бабочки»). Проблема предсказуемости возникла уже после первых численных экспериментов по моделированию эволюции атмосферы на долгие сроки. Еще в конце 50-х годов было показано, что из-за гидродинамической неустойчивости атмосферы сколь угодно малые ошибки задания начальных данных с течением времени трансформируются в большие, и за пределами примерно двухнедельного временного интервала прогноз оказывается равноценным случайному. Реально практически полезные детализированные по дням прогнозы погоды сегодня можно выпускать на сроки до примерно одной недели. За пределами этих сроков область более-менее уверенного прогноза по дням кончается. Сказанное не означает, что мы ничего не можем сказать о будущем атмосферы на месяц вперед и далее. Нет, просто долгосрочные прогнозы формулируются в других терминах и требования к ним другие. Объектами долгосрочного прогноза являются не мгновенные значения метеорологических параметров, т.е. не «погода» в определенной точке в определенное время, а атмосферные статистические характеристики для прогностического периода (средние значения, повторяемость появления различных градаций метеорологических параметров и др.).

Основным источником долговременной (но также конечной) предсказуемости атмосферы при этом становится влияние медленно меняющихся внешних условий на границах атмосферы – температура поверхности океана, распределение морского льда, влажности почвы и т.д. Формально ничего не стоит детализировать долгосрочный прогноз хоть по минутам, но эта детализация не будет обеспечена реальными возможностями современных прогностических технологий. Вы знаете, что и на завтра прогноз иногда не оправдывается, т.к. метеорологические процессы могут развиваться быстрее, медленнее или просто иначе, чем прогнозировалось. Что говорить о сезоне... Сегодня долгосрочные прогнозы обычно составляются без детализированной временной разбивки, в форме средних за период (декада, месяц, сезон) аномалий, т.е. отклонений от климатической нормы. Для долгосрочных прогнозов характерна высокая степень неопределенности, поэтому естественно представлять такие прогнозы в вероятностном виде, хотя эта форма пока непривычно для большинства читателей. Пути повышения качества и повышения информативности сезонных прогнозов – область активных исследований. Так, в частности ведется работа по развитию методов прогноза вероятности различного рода экстремальных явлений внутри сезона. Но пока говорить о широком использовании этих методов рано - это дело завтрашнего дня. Чем больше срок, на который рассчитывается прогноз, тем больше нужно информации для его подготовки. Чтобы рассчитать прогноз на пару дней вперед, надо иметь данные о фактической погоде на территории с масштабами нескольких тысяч километров. А прогноз на неделю и далее требует информации о том, что происходит с погодой на всем земном шаре. При долгосрочном прогнозе приходится рассматривать практически всю климатическую систему, в которую входят атмосфера, океан и верхний слой суши, и учитывать многочисленные связи между отдельными звеньями этой системы. Многие физические механизмы, слабо ощутимые в прогнозах на короткие сроки, становятся важными в долгосрочных прогнозах. Многие из этих механизмов недостаточно изучены и требуют дальнейших исследований. Для ответа на многие вопросы имеющаяся наблюдательная база недостаточно полна. Общая тенденция развития прогностических моделей – учет и улучшение представления в них все большего числа физических механизмов. Во многих случаях это требует междисциплинарных исследований (химия атмосферы, взаимодействие растительности с атмосферой, электромагнитные явления в атмосфере и т.д.). Даже для мощных метеорологических центров расчет глобальных долгосрочных прогнозов – сложная задача. Одно из веяний последнего времени – построение совместных прогнозов силами нескольких метеорологических центров из разных стран. Гидрометцентр России – один из активных участников этой деятельности.

Также существуют тонкости в прогнозировании погодных условий. При составлении прогнозов погоды надо учитывать множество факторов в зависимости от времени года. Например, фронт окклюзии летом приносит обложные дожди с грозой (в зависимости от холодной/тёплой окклюзии). Зимой, при теплой окклюзии, сильные налипания мокрого снега, которые выпадают из гряд КДО (кучево-дождевых облаков); при холодной окклюзии происходят метели и пурга. Что касается осени и весны, то в это время главной проблемой являются инверсии в антициклонах. Инверсия – это результат физического процесса, который характеризуется повышением температуры с высотой вместо её понижения. Это приводит к тому, что в привычной солнечной антициклональной погоде образуются облачные слои, а иногда и моросящие дожди. Это очень сильно мешает прогреву, и сбивает с толку синоптиков. Летом стоит учитывать для прогнозирования гроз индекс CAPE, Lifted index, индекс Томпсона, Пескова, КО индекс и точка росы. CAPE – доступная конвективная потенциальная энергия представляет собой количество энергии плавучести, доступной для ускорения частицы воздуха по вертикали или количество работы, совершающей частицей воздуха при подъёме. Используется для прогнозирования грозовой деятельности и конвективных явлений. CAPE – это положительная область на диаграмме между линией влажной адиабаты

и кривой состояния воздуха от уровня свободной конвекции до уровня выравнивания температуры. CAPE измеряется в Джоулях на кг воздуха. Точка росы – температура, при которой содержащаяся в воздухе влага начнет конденсироваться. Чем выше точка росы, тем быстрее поднимающаяся частица насыщается, тем ниже нижняя граница конвективной облачности, и тем быстрее она развивается при прогреве. KO-Index предназначен для определения конвективной неустойчивости воздушного слоя. Он представляет собой в конечном итоге средний вертикальный градиент эквивалентно-потенциальной (псевдопотенциальной) температуры [3]. И возникает вопрос: как же правильно подать прогноз, чтобы информация, написанная в нем, была понятна всем? Стоит привести в пример наш собственный канал по прогнозам погодных условий на Смоленщине. Рассмотрим прогноз на 19–20 июня 2024 года – те 2 роковых дня, когда Смоленск пережил катастрофу (рисунок 1).

В тот день Смоленской, Витебской и Псковской области был выдан 3 (экстремальный уровень) от Estofex – Американкой организации по прогнозированию конвективных штормов. Обусловлен он был тем, что прогнозировались торнадо и МКС (Мезомасштабные Конвективные Системы). Можно предложить следующие правила подачи.

Рисунок 1 – Прогноз погоды на 19–20 июня 2024 года [4]

Первое, что нужно сделать это указать дату и описать погодные условия с необходимыми примечаниями, указать скорость ветра. После приступить к детальному, интервальному прогнозу на каждые 5–7 часов (разделяя на ночь, утро, день, вечер), при необходимости указать определенное время (например 14–15 часов) и описать погодные условия. Погодные ярлыки нужны для наглядности, чтобы те, кто хочет по-быстрому посмотреть, что будет завтра. Так как в областном центре живет 35–40 % населения региона, поэтому повествовать о погодных условиях надо тщательнее. Нужно указать погодную иконку, температурный интервал, вероятность осадков и главное- описание погодных условий. При необходимости следует написать предупреждения. В них надо отметить: период и явление. С областью проще: стоит выделить несколько крупных райцентров области, и отметить в них: максимальную и минимальные температуры, погодное условие (ярлык), и по необходимости предупреждения. Особое внимание стоит уделить предупреждениям на трассах и магистралях, чтобы избежать аварий! Дополнительная информация публикуется в целях предупреждения метеозависимых людей. Атмосферное

давление и геомагнитная обстановка очень влияют на их состояние. А фаза луны может быть важна даже дачникам при посадке растений. В конце прогноза для того, чтобы люди могли планировать поездки, гуляния и прочее необходимо знать погоду хотя бы на 1–2 дня. Здесь указывается: дата, ярлык, максимальная и минимальная температуры, тенденция (потепление/похолодание).

Список литературы

1. Прогноз погоды [Электронный ресурс] // Свобоная энциклопедия «Википедия». – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Прогноз_погоды – Дата доступа: 15.06.2024.
2. РБК-тренды. – Режим доступа: https://trends.rbc.ru/trends. – Дата доступа: 15.06.2024.
3. Хромов, С. П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов, М.А. Петросянц; 7-е изд. – М.: Наука, 2006. – 582 с.
4. Телеграм-канал «Погода в Смоленске и области». – Режим доступа: https://t.me/meteosmolensk35. – Дата доступа: 15.06.2024.

A. A. BUTYLIN

WEATHER FORECAST. METHODOLOGY OF ITS COMPILATION

Secondary school № 33,
Smolensk, Russian Federation,
butylinaleksandr9@gmail.com

In recent times, the topic of weather forecasting in science has been high on the radar of forecasters and agronomists. With accurate weather forecasts, it will be possible to predict, for example, acidity, soil temperature, which is very important for agriculture, air temperature, precipitation probability and many other things so that people can know what to wear and whether it is worth going outside at all.

Key words: weather conditions, forecasting, sciencecasting, geopotential, climate, supercomputers.

УДК 69.051

И. А. ВИНТЕРМАН, Э. А. КОРОЛЁВ

КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА «СОБАКИНСКИЕ ЯМЫ»

Институт геологии и нефтегазовых технологий,
Казанский федеральный университет,
г. Казань, Российская Федерация,
igor.vinterman@gmail.com, edik.korolev@gmail.com

Карстово-суффозионные процессы привлекают значительное внимание из-за их потенциальной опасности и воздействия на стабильность земель. В данной статье представлено комплексное исследование, проведенное на территории полигона Собакинские ямы, направленное на изучение карстово-суффозионных процессов на этой конкретной территории.

Ключевые слова: карстово-суффозионные процессы, грунты, устойчивость, статическое зондирование, разведочное бурение, маршрут, точки наблюдения, полигоны, горная порода.

Карстово-суффозионные процессы относятся к наиболее опасным с точки зрения инженерной геологии, так их протекание скрыто от визуального наблюдения в толще грунтов [3]. Об активизации карта и/или суффозии на участках строительных работ часто узнают, когда уже произошли деформации земной поверхности с образованием глубоких провалов [2, 6]. Поэтому при инженерно-геологических изысканий проявлениям карстово-суффозионных процессов уделяется повышенное внимание, особенно если строительство предполагается вести в местах неглубокого залегания карбонатных, сульфатных и соляных пород.

Летом 2023 г. мы принимали участие в проведение инженерно-геологических изысканий на территории Зеленодольского района Республики Татарстан между поселками Улитино и Нижние Вязовые. Здесь в последние десятилетия с завидной регулярностью происходят провалы поверхности земли с образованием глубоких воронок и цилиндрических ям с вертикальными стенками. Большое количество провалов на относительно небольшом участке территории послужило причиной для его наименования местными жителями, как «Собакинские ямы». Весной 2023 г. на полях жители поселков обнаружили свежий провал, что вызвало необходимость провести дополнительные геологические исследования с целью повышения осведомленности о рисках территории и оценки карстово-суффозионной опасности.

В геоморфологическом отношение территория полигона «Собакинские ямы» (рисунок 1) представляет собой водораздельную поверхность между рекой Волга и реками Хрустальная и Секерка. Абсолютные отметки поверхности в пределах участка составляют от 86 до 97 м в Балтийской системе высот, с общим уклоном на юг и восток.

В соответствии с региональным гидрогеологическим районированием исследуемая территория расположена в пределах Волго-Сурского артезианского бассейна II порядка.

На рассматриваемой территории, в соответствии с целевым назначением работ выделены следующие гидрогеологические подразделения:

1) водоносный локально водоупорный неоген-четвертичный аллювиальный комплекс (N-aQ);

2) слабоводоносный локально водоносный уржумский карбонатно-терригенный комплекс (P2ur);

3) водоносный казанский терригенно-карбонатный комплекс (P_2kz) [1].

В геолого-литологическом строении площадка изучена недостаточно. Исходя из данных государственной геологической карты РФ, м-б 1:100000 карты четвертичных образований N-39-I (Зеленодольск) [2] можно судить о том, что четвертичные отложения покрывают полигон сплошным слоем мощностью до 150 метров. Наиболее вероятными подстилающими слоями являются доломиты верхнеказанского подъяруса (P_2kz_2).

Карстово-суффозионные процессы на данной территории связаны с прохождением регионального разлома (Алатырско-Казанско-Арский разлом) [1] в доломитовых породах P_2kz_2, что вызывает их повышенную трещиноватость и как следствие, ослабление и подверженность вымыванию подземными водами с образованием пустот. Зоной сноса является река Волга. Такие процессы и приводят к появлению карстовых провалов по линии разлома (≈ 30 º к правому берегу реки Волги).

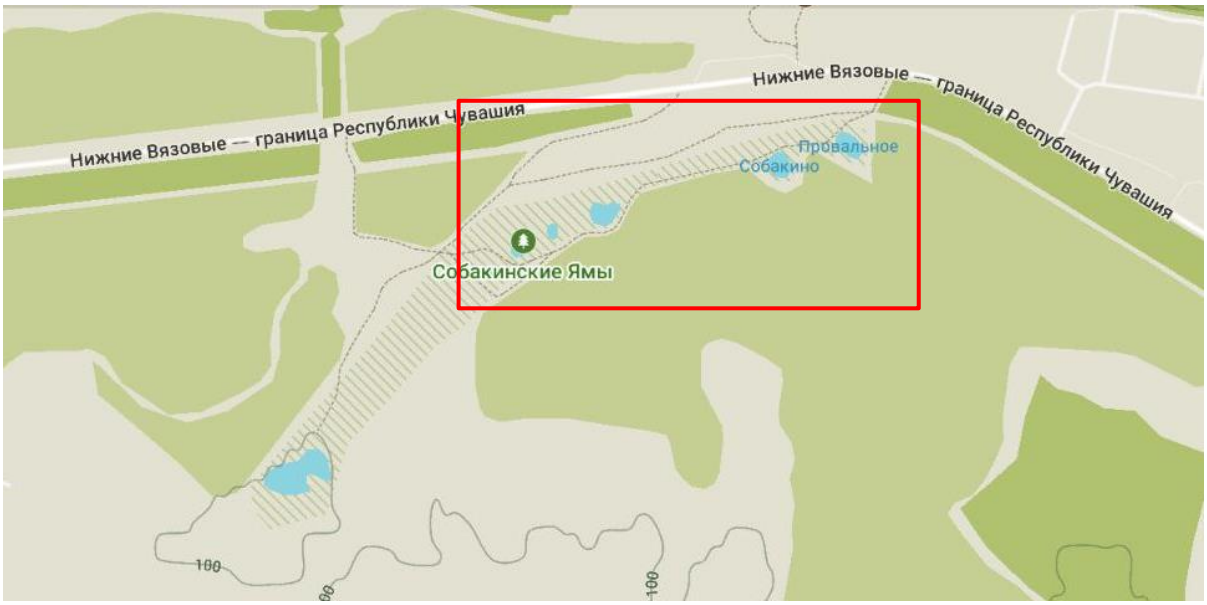


Рисунок 1 – Обзорная карта полигона «Собакинские ямы»
Красным показаны границы исследуемого участка

Для выделения геологического разреза четвертичных отложений полигона проводилось статическое зондирование и разведочное бурение.

При исследованиях методом статического зондирования применялся электронный зонд ТЕСТ-К4 CPTU с установкой УСЗ 15/36А, в соответствии с ГОСТ 19942-2012 «ГРУНТЫ». Зондирование проводилось в 2-х точках по обе стороны от озера «Собакинское» по координатам 55°48′54″N 48°28′29″E и 55°48′55″N 48°28′53″E соответственно. Замеры проводились через 10 см и начинались с глубины 0,4 м для исключения почвенного покрова.

I. Т.сз №1: глубина опыта 19,10 м (упор в подстилающие породы); зонд: А3/50/20/10/350[№143]

II. Т.сз №2: глубина опыта 24,60 м (максимальная глубина по штангам); зонд: А3/50/20/10/350[№143]

Результаты зондирования были занесены в журнал СЗ. По результатам измерений были построены графики СЗ инженерно-геологической выработки для каждой точки СЗ.

Скважина разведочного бурения располагалась по координатам 55°48′54″N 48°28′28″E. Абсолютная отметка 130 м. Бурение осуществлялось до глубины 14,4 м.

Описание выработки:

I. 0,1–1,1 м: Супесь желт-кор. пл., с прослоями пылеватого песка мало-вл жел-кор, с включениями дресвы карбонатных пород (отбор 0,5–0,7 м).

II. 1,1–3,7 м: Песок пылеватый св-кор. мало-вл., средней плотности, с 2,5 до 3,7 м до влажного (отбор 1,5–1,7 м).

III. 3,7–6,6 м: Супесь кор. пл, до глубины 5 м тонкие прослои песка пыл. кор., с глубины 5,8 м глинистость, на интервале 4,7–5,1 ожелезнение (отбор 4,5–4,7 м).

IV. 6,6–8,2 м: Суглинок кор. туг/пл (отбор 7,5–7,7 м).

V. 8,2–11,2 м: Суглинок бурый туг/пл, с глубины 10,2 редкие прослои песка желт м/з вл (отбор 10,5–10,7 м).

VI. 11,2–14,4 м: Глина кор-бурая туг/пл до п/тв с прослоями песка пылеватого водонасыщенного (отбор 12,5–12,7).

В соответствии с утвержденной программой производства работ и требованиями СП 47.13330.2016 для выявления поверхностных форм и проявлений опасных геологических и инженерно-геологических процессов в период проведения изысканий было выполнено маршрутное обследование проектируемой площадки и прилегающей территории.

При проведении маршрутных наблюдений исследуемой территории (рисунок 2) было установлено, что в пределах площадки и в непосредственной близости от нее отмечаются проявления следующих геологических и инженерно-геологических процессов – карстово-суффозионные процессы и овражная эрозия,

Общее число воронок составило 31 штуку. У трех имеются названия: «Провальное», «Собакино», «Гитара». Воронки преимущественно сильно задернованы, покрыты обильной травяной и кустарниковой растительностью. Водой заполнены 8 воронок.

Рисунок 2 – Карта точек маршрута обследования

Для определения показателей закарстованности территории используют следующие параметры:

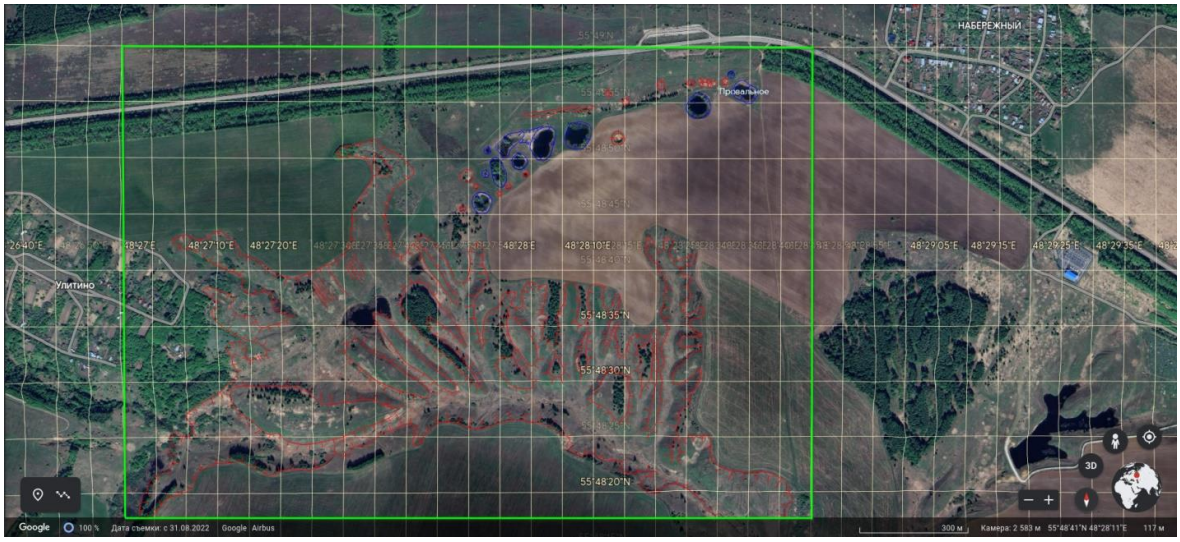
1) плотность карстовых воронок $f = N/S$, где N – количество воронок на данной территории, S – её площадь;

2) площадной коэффициент закарстованности $K_s = S_k / S$, где S_k – общая площадь карстово-суффозионных форм;

3) среднее число провалов в год N_a / S.

Карстовое поле (рисунок 3) состоит из 31 воронки, ориентированных на 30° относительно правого берега Волги, на среднем отдалении ≈ 38 метров друг от друга. Размеры воронок колеблются от 6 до 84 метров в поперечнике. На участке присутствуют

преимущественно «свежие» карстовые воронки в количестве 12 штук. Также на выделенной территории присутствует обширная область карстового оврага, простирающегося в нижней части с востока на запад.



Условные обозначения:

граница территории

старые карстовые формы

новые карстовые формы

Рисунок 3 – Карта карстово-суффозионных процессов

Площадь, занимаемая карстовыми формами, составляет 639739,23 м^2. Плотность карстовых воронок 12,5 шт/км^2 с площадным показателем закарстованности 26 %. Среднее число образования новых провалов 4,8 штук/год*км^2.

Изучаемый участок относится по категории устойчивости относительно средних диаметров карстовых провалов к категории «Б», так как средний диаметр воронок 18 метров.

По категории устойчивости территории относительно интенсивности образования карстовых провалов относится к I категории, так как интенсивность провалообразования > 1,0 штук/год*км^2, а именно 4,8 штук/год*км^2.

По результатам маршрутного обследования была установлена категория I-Б – неустойчивая по карстово-суффозионным процессам [3].

Данное исследование способствует пониманию карстово-суффозионных процессов в условиях полигона «Собакинские ямы». Результаты исследований и могут служить ценным справочником для геологов и инженеров-экологов, занимающихся контролем территорий в карстовых регионах.

Список литературы

1. Геологическая библиотека GeoKniga [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.geokniga.org/. – Дата доступа: 15.06.2024.

2. Лукин, В. С. Провальные явления на Урале и в Предуралье / В. С. Лукин // Труды Института геологии. – 1964. – Вып. 69. – С. 34-37.

3. Носков, И. В. Комплексные инженерно-геологические исследования карстовых явлений [Электронный ресурс] / И. В. Носков, С. А. Ананьев // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 2. – Режим доступа: https://esj.today/PDF/22NZVN222.pdf.

4. О генеральном плане муниципального образования «Нурлатское сельское поселение» Зеленодольского муниципального района Республики Татарстан. Пояснительная записка [Электронный ресурс]: решение Совета Зеленодольского района Республики Татарстан, 22 июля 2022 г., №188 // Официальный портал правовой информации Республики Татарстан. – Режим доступа: https://zelenodolsk.tatarstan.ru/file/pub/pub_3187141_enc_167254.pdf.

5. Свод правил. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов: СП 116.13330.2012; введ. РФ 01.01.2013 – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию метрологии (Росстандарт), 2012. – 77 с.

6. Смирнов, А. И. Современные карстовые провалы на территории Южного Урала и Предуралья (в границах Республики Башкортостан) / А. И. Смирнов // Инженерная геология. – 2020. – Т.15. – №4. – С. 42-53.

I. A. VINTERMAN, E. A. KOROLEV

KARST-SUFFOSION PROCESSES ON THE TERRITORY OF THE SOBAKINSKIE YAMI LANDSCAPE

[1]Institute of Geology and Petroleum Technologies,
Kazan Federal University,
Kazan, Russian Federation,
igor.vinterman@gmail.com, edik.korolev@gmail.com

Karst-suffusion processes have gained significant attention due to their potential hazards and impacts on land stability. This article presents a comprehensive study conducted on the territory of the "Sobakinsky Pits" landfill, focusing on the investigation of karst-suffusion processes in this specific area.

Key words: karst-suffusion processes, soils, stability, static sounding, exploration drilling, route, observation points, testing areas, rock.

УДК 394.4

А. В. ВИТКОВСКАЯ

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь,
alexandravitkovskayaqwe@mail.ru

Формирование экологической культуры, совершенствование экологического образования и воспитания являются одним из важнейших факторов благосостояния нации и народа в целом. Статья посвящена необходимости формирования экологической культуры и образования в области экологии, также в статье раскрывается каким способом достигается формирование экологической культуры.

Ключевые слова: экологическая культура, охрана окружающей среды, экологическое образование, знания, просвещенность, природа, граждане, общество.

Заинтересованность в формировании экологической культуры на современном этапе развития белорусского общества обусловлена различными причинами. Во-первых, уровень экологической культуры является показателем отношения человека к окружающей среде, во-вторых, данный правовой институт находится в процессе становления и дальнейшего развития его структурных компонентов, составляющих его содержание, в-третьих, экологическая культура связана, главным образом, с экологическим образованием и просвещением, экологическим воспитанием, поэтому изменения в одной из перечисленных сферах, оказывают непосредственное влияние на формирование экологической культуры.

В становлении экологической культуры ключевая роль принадлежит следующим социальным институтам: семье, образовательным организациям, средствам массовой информации, государству, поэтому необходимо, чтобы нынешнее состояние данных социальных институтов было адекватно объективным существующим социально экологическим интересам и потребностям общества.

Такие глобальные вопросы как экологическое образование, формирование экологической культуры, воспитания ответственного и добросовестного отношения к природе в целом, к собственному здоровью и здоровью других людей является неотъемлемым элементом экологической политики государства.

Политика государства не может не касаться экологии. Большое значение имеет степень просвещенности в экологической культуре людей и всех звеньев общественного производства. Более того, образованность в экологической культуре во многом влияет на экологическую безопасность страны. Такое утверждение имеет место быть потому, что если люди будут недостаточны образованы, то они могут наносить вред окружающей среде, либо их недостаточные знания могут привести к различным авариям техногенного характера, либо другим ситуациям чрезвычайного положения.

Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982 «Об охране окружающей среды» регламентирует каким способом обеспечивается образование граждан в области охраны окружающей среды и природопользования. также устанавливает какие требования нужны для граждан, у которых работа связана с использованием природных ресурсов и воздействием на окружающую среду.

Согласно вышеуказанному закону статьёй 75 устанавливается, что образование общества в области охраны окружающей среды и природопользования обеспечивается путем включения в учебно-программную документацию образовательных программ базовых знаний в области охраны окружающей среды и природопользования.

Просвещением в области охраны окружающей среды, как и информирование граждан о законодательстве об охране окружающей среды. осуществляется Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и его территориальными органами, республиканскими органами государственного управления, органами местного управления и самоуправления, общественными объединениями, средствами массовой информации, а также учреждениями здравоохранения, музеями, библиотеками и другими учреждениями культуры, организациями спорта и туризма.

Такое просвещение реализуется через распространение экологической информации, различных сведениях об экологической безопасности, знаний о составе экологической информации.

Немало важную роль играют научные исследования в области охраны окружающей среды. Такие научные исследования помогают совершенствовать законодательство в области охраны окружающей среды, с помощью таких исследований разрабатываются программы реабилитации территорий экологического риска, зон экологического кризиса. В соответствии с научными исследованиями разрабатываются научные прогнозы, проводятся мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды.

В последнее время можно заметить, что состояние окружающей среды только ухудшается, например, сокращается озоновой слой, происходит глобальное потепление, загрязняется Мировой океан, сокращается многообразие биологических видов, которые живут на Земле.

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод о том, что для решения всех таких проблем требуется создать комплексный подход к формированию экологической культуры, который бы позволил бы собрать в себе всю совокупность информации, которая требуется для достаточного уровня знаний в области окружающей среды, также требуется обеспечить доступность данной информации для всего общества.

Список литературы

1. Семыкин, В. А. Проблемы и перспективы формирования экологической культуры в системе непрерывного образования / В. А. Семыкин, А. И. Стифеев, О. В. Соболева, П. В. Лебедчук // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – № 8. – 2015. – 157–160. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-formirovaniya-ekologicheskoy-kultury-v-sisteme-nepreryvnogo-obrazovaniya?ysclid=ly8txj9cav84 9415690. – Дата доступа: 21.04.2024.

A. V. VITKOVSKAYA

FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE

Belarusian State Agricultural Academy of the Order of the October Revolution and the Red Banner of Labor,
Gorki, Republic of Belarus,
alexandravitkovskayaqwe@mail.ru

The formation of an environmental culture, improvement of environmental education and upbringing are one of the most important factors in the well-being of the nation and the people as a whole. The article is devoted to the need to form an environmental culture and education in the field of ecology; the article also reveals how the formation of an environmental culture is achieved.

Key words: ecological culture, environmental protection, environmental education, knowledge, enlightenment, nature, citizens, society.

УДК 911.6

А. С. ВЛАСОВА, П. Е. СЫСОЕВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ЛАНДШАФТА ДЛЯ ОБУСТРОЙСТВА ОБЩЕСТВЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА «ЗЕЛЕНЫЕ ОСТРОВА ГОРОДА»

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 2»,
г. Шадринск, Курганская область, Российская Федерация,
vospr75@mail.ru

В статье рассматривается идея использования природной территории для использования ее как общественного пространства в условиях города. Для воплощения идеи был проведен опрос, подтверждающий актуальность данного проекта для населения города.

Ключевые слова: городская среда, эко-парк, макетирование.

В нашем городе проживает около 74 тысяч человек, которые хотят свое свободное время проводить на природе, с друзьями и близкими, но часто им некуда сходить. В нашем ЭКО-парке им будет предоставлена такая восможность. Горожане смогут прочитать про птиц и рыб, обитающих там. А на небольшой набережной смогут увидеть их с помощью биноклей. Или посмотреть на красивый сад, и попробовать землянику. Еще посетители смогут поиграть на спортивной и детской площадках, или просто пройтись по тропинкам наслаждаясь красотой местности.

Чаще всего в городах с маленькой численностью населения не так много мест, где можно отдохнуть с семьей и насладиться моментом. Именно с такой проблемой можно сталкнуться и в нашем городе. Мы же хотим помочь людям отдохнуть от машинной пыли и загрязнений, по-настоящему насладиться красотой и чистотой местности.

Одной из главных проблем негативно влияющей на состояние ЭКО-парка является загрезнение экологической среды. Нарушение естесственной жизни животных и загрязнение территории с помощью машин и людей.

Целью нашего проекта являлось: создать план местности, в дальнейшем исходя из плана создать макет ЭКО-парка. Показать растительный и животный мир для посетителей нашего парка.

Были поставлены основные задачи, для достижения целей:

1. Теоретический анализ литературы по проблеме экологии и создания экологических парков.
2. Выявить уровень заинтересованности жителей (проведение опроса)
3. Изучить опыт создания парков в России и Уральском округе.
4. Исследовать маршрут и ландшафт предполагаемого парка на территории бывших заливных лугов.
5. Изготовить макет парка на территории заливных лугов по ул. Гагарина «Зеленые острова города».

Для проведения опроса жителей мы разработали анкету с целью изучения мнения. Изначально мы провели опрос среди жителей города Шадринск возрастом от 13 лет до 40+ лет (рисуноки 1, 2).

По результатам опроса мы выяснили, что многие люди хотели бы видеть в своем городе ЭКО-парк. Мы узнали, что 80 % опрошенных положительно относятся к благоустройству бывших заливных лугов. Большая часть жителей хотела бы на территории видеть скамейки, освещение и беседки. Кроме этого, людям хотелось бы видеть в парке мусорные ведра, детскую площадку, спортивную площадку, информационные стенды,

набережную, пристань и площадку для собак (рисунки 3, 4). Мы разработали более оптимальный вариант маршрута, который подходил бы по площади для обустройства данной территории. Для этого просмотрели аналоги других ЭКО-парков и на их основе разработали свой.

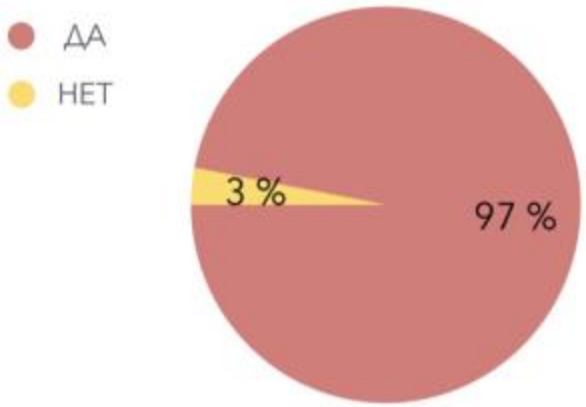


Рисунок 1 – Выраженность результатов исследования интереса к появлению эко-парка на территории лугов, %

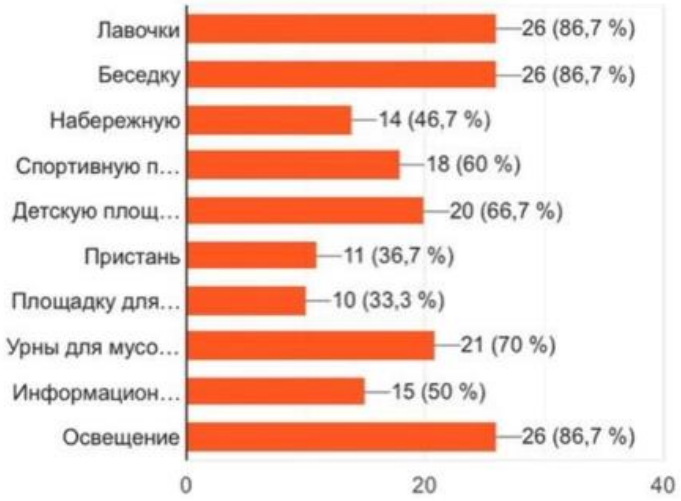


Рисунок 2 – Выраженность результатов исследования предполагаемых объектов территории лугов, %

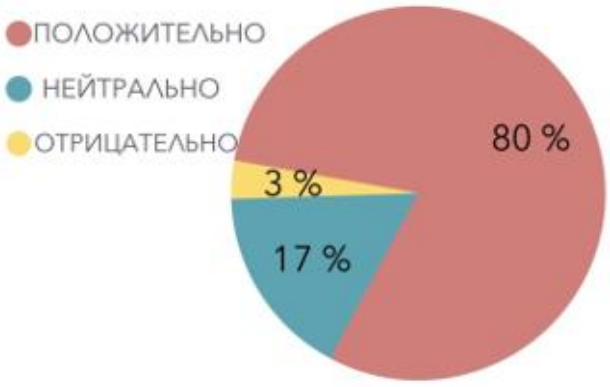


Рисунок 3 – Выраженность результатов исследования интереса к благоустройству территории лугов, %

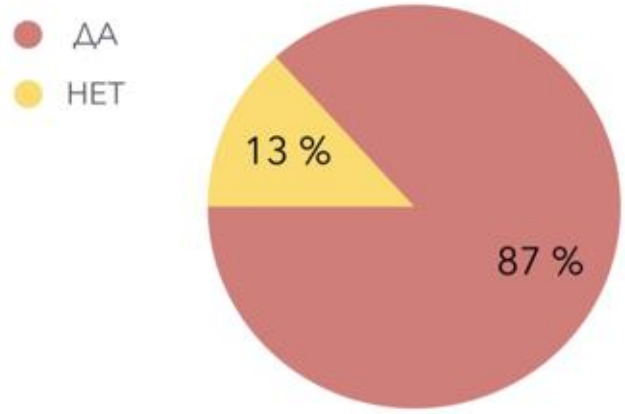


Рисунок 4 – Выраженность результатов исследования на заинтересованность к водным животным и птицам, %

Для того чтобы создать эффектный и желаемый нами результат проекта «Зеленые острова города» нам необходимо:

1. Разработать функциональный проект экологического парка.

2. Оборудовать маршрут ЭКО-парка на территории (посадка газона, установка информационных стендов, оборудование площадки для собак, спортивную и игровую, создание набережной и пристани, высадка земляники и деревьев).

3. Обеспечить ресурсы для обслуживания эко парка (современный ремонт).

Рассмотрим подробнее стадию проектной подготовки ЭКО-парка.

При разработке маршрута мы столкнулись с тем, что выбор трассы парка не совсем совпадает с ее изначальным маршрутом. Мы разработали более оптимальный вариант маршрута, который бы подходил по площади для обустройства данной территории. Для этого просмотрели аналоги других эко-парков и на их основе разработали свой.

Концепция разработанного ЭКО-парка:

1. На данный момент разработан маршрут. Согласно проведенному опросу мы выяснили, что люди хотят видеть: скамейки, детскую и спортивную площадки, пристань, набережную, беседки, информационные стенды, урны для мусора, освещение.

2. Целевая аудитория ЭКО-парка очень широкая, она включает организованные учебные группы, а также всех возможных посетителей, местных жителей, и туристов.

3. В основном посетители парка смогут получить информацию благодаря информационным стендам.

4. Летом по данному маршруту можно будет передвигаться пешком либо на велосипеде, самокате. Можно будет играть в различные спортивные игры или прийти с собакой на прогулку. Зимой можно кататься на лыжах, санках, коньках и т. д.

5. Преимуществом данной территории является то, что она может быть использована круглый год. Зимой можно кататься на лыжах, санках, подкармливать белочек и птичек, слепить снеговика, прогуляться по зимней тропе, сделать ангелочка на снегу. Летом можно покататься на велосипеде, самокате, отдохнуть возле набережной, поиграть в подвижные игры в специально оборудованном месте, изучать природу.

6. Правила посещения парка.

Рабочий проект обустройства маршрута парка:

1. План, включающий в себя правила парка.

2. Генеральный план парка – с указанием размещения площадок, информационных стендов, тропинок, пристани, набережной.

3. Собачья площадка, информационные стенды, земляника и деревья, набережная, пристань, спортивная площадка, детская, площадка, беседки (рисунок 5).

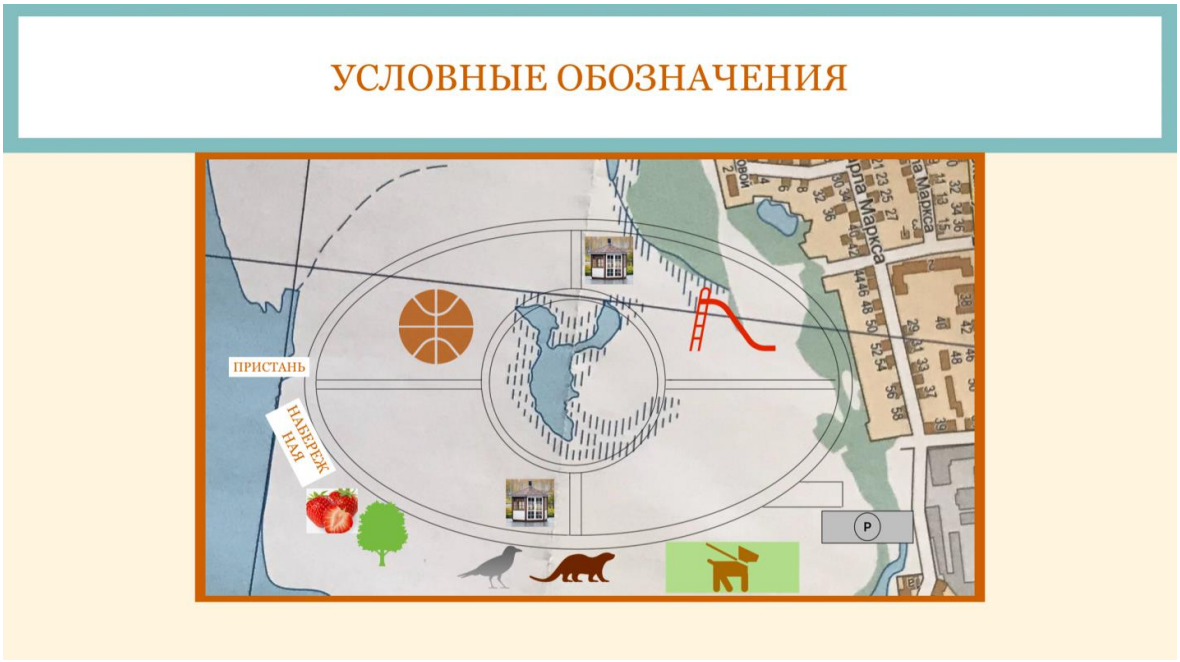


Рисунок 5 – План-схема эко-парка «Зеленые острова города

4. Информационные стенды (уличные, с QR-кодами, с помощью которых можно будет не только прочитать, но и прослушать полезную информацию) с краткими сведениями о флоре и фауне, месторасположении и истории, а незрячие смогут прочитать информацию с помощью шрифта Брайля и пощупать картинки птиц.

Планируемый эффект от внедрения мы видим в том, что в будущем, мы хотим представить разработанную версию ЭКО-парка администрации города Шадринск. Также начать искать возможные способы бюджетирования данного проекта (заинтересованные инвесторы, администрация города Шадринск, инициативное бюджетирование). Кроме того планируем продвигать наш проект в массы через конкурсы и сми.

В качестве положительного запланированного эффекта:

– обустроенный парк, который будет нравиться посетителям;

– место для комфортного времяпрепровождения зимой и летом;

– заинтересованность жителей в охране и бережного отношения к окружающей среде;

– возможность использования парк в учебной и исследовательской работе обучающихся детских садов и школы;

– заинтересованность людей в природе и животных, проживающих в их городе.

Проблема в нехватке красивых и экологически чистых мест для отдыха решена! Это значит, что время, ушедшее на создание такой красоты потрачено не зря. И мы надеемся, что скоро множество довольных и счастливых людей будут гулять в нашем парке с семьей или просто с хорошей компанией. И все будут наслаждаться прекрасным пением птиц и активным времяпрепровождением. А кто-то захочет провести свой день с любимым питомцем на специально оборудованной площадке и полностью насладиться моментом. Данный проект очень перспективен. Благодаря нему люди смогут узнать о природе и животных родного города чуть больше.

Список литературы

1. Гилман, Р. К. Эко-деревни и устойчивые поселения / Р. К. Гилман. – М.: Изд-во Центра гражданских инициатив, 2022. – 266 с.

2. Бобров, Р. В. Все о национальных парках / Р.В. Бобров. – М.: Молодая гвардия, 1987. – 222 с.

A. S. VLASOVA, P. E. SYSOEVA

THE USE OF THE NATURAL LANDSCAPE FOR THE DEVELOPMENT OF A PUBLIC TERRITORY ON THE EXAMPLE OF THE PROJECT “GREEN ISLANDS OF THE CITY”

Secondary school №. 2,
Shadrinsk, Kurgan region, Russian Federation,
vospr75@mail.ru

The article discusses the idea of using a natural area to use it as a public space in a city. To implement the idea, a survey was conducted confirming the relevance of this project for the city's population.

Key words: urban environment, eco-park, layout.

УДК 349.414

М. А. ВОРОБЕЙ

ПРАВО НАСЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь,
mari.vorobey.04@mail.ru

В данной статье будет изучена информация о предоставлении права наследования земельных участков в Республике Беларусь, а также рассмотрены правовые основания его возникновения, именуемые правом частной собственности граждан и правом пожизненного наследуемого владения, вдобавок проанализированы вопросы их правового регулирования.

Ключевые слова: уаследование, законодательство, участки, право, собственность.

В настоящее время, по своей сути, законодательство о праве собственности на землю граждан представляет собой новейшее нормотворчество. В частности, стоит рассмотреть такое основание приобретения права собственности на земельные участки, как наследование. Наследование является одной из форм смены владельцев земли и как таковой представляет собой один из элементов земельного рынка. К примеру, в случае смерти гражданина, право собственности на принадлежащий ему земельный участок переходит по наследству к другим лицам в соответствии с завещанием или законом. В Республике Беларусь наследуются земельные участки, принадлежащие наследодателям на праве частной собственности, а также земельные участки, принадлежащие наследодателям на праве пожизненного наследуемого владения. Кроме того, наследование земельных участков, находящихся в пожизненном наследуемом владении, может осуществляться по закону или по завещанию с учётом требований, предусмотренных законодательством.

Земельные участки, принадлежащие гражданам на праве частной собственности либо на праве пожизненного наследуемого владения, входят в состав наследства и наследуются на общих основаниях, с учётом особенностей, предусмотренных нормами Кодекса Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 года № 425-З (далее – Кодекс о земле).

Согласно пункту 6 статьи 14 Кодекса о земле, земельные участки могут предоставляться в частную собственность граждан Республики Беларусь для следующих целей:

– строительства и обслуживания жилого дома;

– строительства и обслуживания зарегистрированной организацией по государственной регистрации квартиры в блокированном жилом доме;

– ведения личного подсобного хозяйства в сельских населенных пунктах, поселках городского типа;

– коллективного садоводства;

– дачного строительства.

Проанализировав статью 14 Кодекса о земле, можно сделать вывод о том, что наследниками земельных участков, находившихся у наследодателей в частной собственности и пожизненном наследуемом владении, могут быть граждане Республики Беларусь, а также иностранные граждане и лица без гражданства, являющиеся родственниками наследодателей, что предусмотрено законодательной правовой базой. В законодательстве отсутствуют нормы, обязывающие нотариуса для оформления наследственных прав на земельный участок истребовать документ, удостоверяющий право частной собственности либо право пожизненного наследуемого владения наследодателя на землю.

Для этого наследники земельных участков обязаны обратиться в соответствующую организацию по государственной регистрации за переходом права собственности, но не позднее сроков, установленных законодательством и Кодексом о земле.

Кодекс о земле Республики Беларусь, закрепил также собственность иностранных государств на земельные участки. Одновременно Кодекс о земле содержит гл. 5, где статьями 67–68 закреплены положения о сделках с земельными участками и правами на них, особенностях наследования земельных участков, находящихся в частной собственности граждан и наследовании земельных участков, находящихся в пожизненном наследуемом владении.

Это является прогрессивным как для законодательного акта такого уровня, так и для земельного законодательства в целом, поскольку хорошо известно, что урегулирование различного рода сделок – прерогатива гражданского законодательства, что обосновано мнением гражданских цивилистов. Безусловно, правовая база наследования земельных участков в Республике Беларусь сформировалась на основе действующего гражданского права, с учётом особенностей объекта – земли, принципа свободы завещания.

«В последнее время чаще землю оставляют в пожизненном наследуемом владении. Ведь вид права имеет значение для собственника лишь в случае изъятия земельного участка для государственных нужд, например, при сносе жилых домовладений для строительства жилья, дорог. За землю, которая находится в частной собственности, предоставляется компенсация в размере кадастровой стоимости. Что же касается строений, посадок и других объектов на участке, то и в одном и в другом случае собственнику полагается возмещение» [1].

В заключение, необходимо обратить внимание на тот факт, что, в соответствии с положениями действующего в настоящее время Кодекса о земле, были систематизированы условия в отношении порядка наследования земельных участков гражданами республики и урегулированы вопросы сделок с земельными участками, а также обозначен правовой статус земельных участков на праве частной собственности и введении срока регистрации свидетельства о праве на наследство на земельные участки.

Список литературы

1. Право собственности, пожизненное наследуемое владение и аренда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://novgazeta.by. – Дата доступа: 20.04.2024.

M. A. VOROBEY

RIGHT OF INHERITANCE OF LAND PLOTS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Belarusian State Award of the October Revolution and the Red Banner of Labor Agricultural Academy, Gorki, Republic of Belarus, mari.vorobey.04@mail.ru

This article will study information on the granting of the right of inheritance of land plots in the Republic of Belarus, and will examine the legal basis for its occurrence, called the right of private property and the right of lifelong inheritable possession, in addition, issues of their legal regulation will be analyzed.

Key words: inheritance, legislation, plots, law, property.

УДК 543.31

Д. М. ВОРОБЬЁВ, Л. А. КОЛГАНОВ, В. В. ЛИТВИНЕНКО

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ ОБИ НА ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО СОСТОЯНИЮ НА АПРЕЛЬ – МАЙ 2024 ГОДА

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва, Российская Федерация,
dm_vorobev@student.mpgu.edu, lewkolganov@yandex.ru, vv.litvinenko@mpgu.su

Данная статья посвящена оценки экологического состояния реки Оби на территории Новосибирской области, в ходе данного исследования, было установлено, что большинство вод относятся ко II классу – «чистые», а также присутствуют и воды III и IV классов – «умеренно загрязненные» и «загрязненные» соответственно.

Ключевые слова: гидрохимический анализ воды, гидрохимия, Новосибирск, Новосибирская область, Обь, оценка экологического состояния воды.

Актуальность данной работы заключается в том, что река Обь является одной из ключевых рек, протекающих на территории Новосибирской области, которая играет значительное природное, хозяйственное и экологическое значение для данного региона. Поскольку Новосибирская область характеризуется большим количеством различных предприятий, а также значительным числом пляжей, предназначенных для рекреации в летний сезон, то оценка качества воды по химическим показателям крайне важна.

Новизна данной работы заключается в небольшом количестве исследований и публикаций, связанных с оценкой экологического состояния реки Оби непосредственно на территории Новосибирской области.

Целью данной работы является оценка экологического состояния реки Оби на территории Новосибирской области.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Установить границы района исследований и определить перечень изучаемых показателей для оценки качества водных объектов.

2. Отобрать пробы воды, провести их лабораторный анализ на выбранные показатели и определить основные загрязняющие вещества.

3. На основе полученных данных рассчитать индекс загрязнения воды (ИЗВ) в исследуемых объектах, а также установить возможные источники загрязнения.

Материалы и методы исследования. Отбор проб производился в начале мая 2024 года. Для отбора проб были использованы пластиковые бутылки объемом 0,5л, которые были предварительно образованы дистиллированной водой. Анализ отобранных проб проводился в лабораторных условиях при использовании спектрофотометра UNICO-1201, а также с использованием тест-комплекта с применением колориметрического метода (сравнение с цветовой шкалой). Точки забора проб представлены на рисунке 1.

Точка 1. Центральный пляж. Находится на территории Советского района города Новосибирска на берегу Новосибирского водохранилища (Обского моря). Береговая линия покрыта песком. Пляж достаточно загрязнён ТБО, к берегу прибиваются принесённые течением реки обломки деревьев, иногда они могу покрывать весь берег, не давая подойти к воде.

Точка 2. Набережная микрорайона ОбьГЭС. Находится в непосредственной близости к дамбе Новосибирской ГЭС. Берег представляет собой бетонную набережную с возможностью подойти к берегу только во время низкого уровня воды в водохранилище.

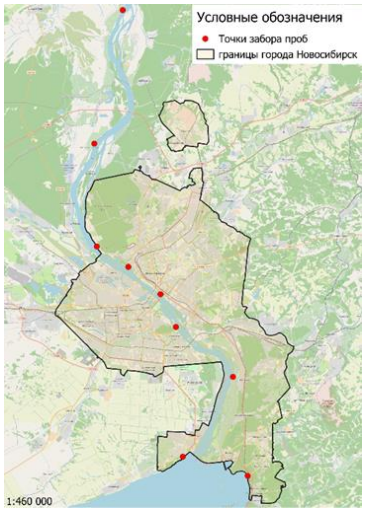


Рисунок 1 – Точки забора проб на реке Обь

Точка 3. Матвеевка. Находится в нескольких километрах от о.п. Матвеевка. Вдоль берега находятся многочисленные СНТ. Берег сильно загрязнён как ТБО, так и строительным мусором, но местные жители не брезгуют и используют данную территорию в качестве зоны отдыха. Берег обрывистый.

Точка 4. Бугринский пляж. Находится в непосредственной близости от одноименных рощи и моста. Пляж является популярным местом отдыха у Новосибирцев. Берег песчаный.

Точка 5. Речной вокзал. Представляет собой гранитную набережную. Популярное место отдыха у горожан.

Точка 6. Нахаловка. Сильно захламлённый пологий берег реки в частном секторе. Представлены как ТБО, так и строительный мусор.

Точка 7. Зельцовский парк. Пологий заросший берег с местами отдыха горожан. Присутствуют ТБО.

Точка 8. Ягодное. Обрывистый захламлённый берег вдоль СНТ. Присутствует как ТБО, так и строительный мусор в виде обломков ЖБК.

Точка 9. Приобье. Также обрывистый захламлённый берег вдоль СНТ. Присутствует как ТБО, так и строительный мусор в виде обломков ЖБК.

Также для сравнительного анализа бралась проба из центрального водоснабжения г. Новосибирска.

Результаты и обсуждение. Отобранные пробы воды были проанализированы на ряд следующих показателей: железо общее, нитраты, нитриты, фосфаты, хлориды, сульфаты и гидрокарбонаты, а также pH и общая жёсткость (GH). Полученные результаты сравнивались с $ПДК_{рыб\text{-}хоз}$ [2], за исключением общей жёсткости, для которой установлены только нормативы ПДК по СанПиН-21[1].

Значения некоторых из определяемых параметров представлены ниже (рисунки 2–8).

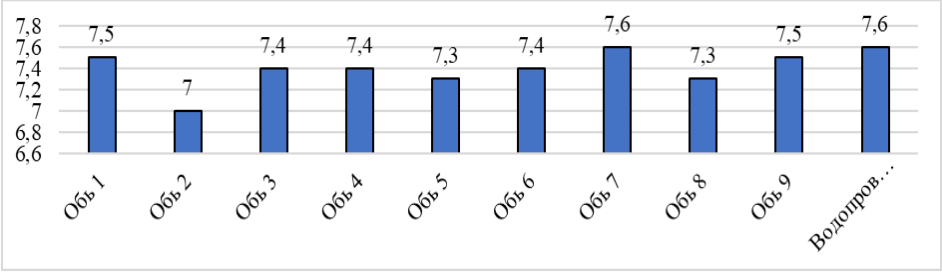


Рисунок 2 – Значения pH в исследуемых точках

Как видно из данного графика, во всех точках pH водных объектов соответствует нормативным значениям по [2], которые составляют 6,5–8,5.

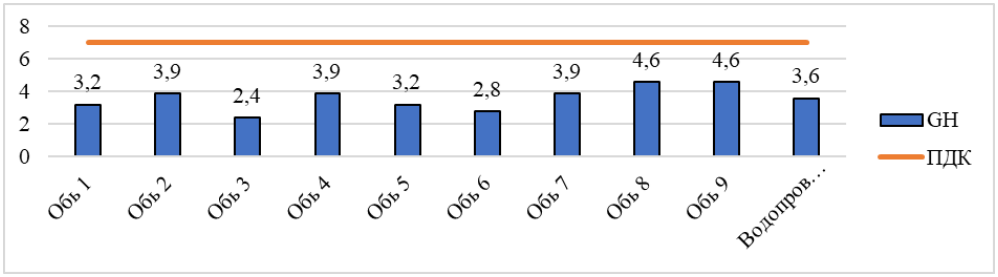


Рисунок 3 – Значение общей жёсткости (мг-экв/л) в исследуемых точках

Исходя из данного графика видно, что значения общей жёсткости находятся в зоне ПДК, которая составляет 7,0 мг-экв/л. [1].

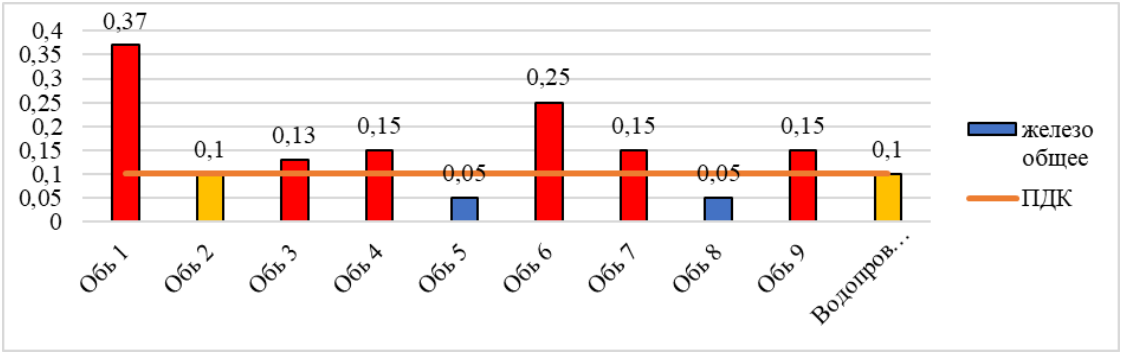


Рисунок 4 – Содержание железа общего (мг/л) в исследуемых точках

Исходя из данного графика видно, что практически во всех точках наблюдается превышение ПДК по железу общему, особенно это выражено в точках 1, 4, 6, 7, 9. Данное превышение скорее всего связано с антропогенной деятельностью или же наличии геохимической провинции в данных точках, но, для этого требуется уточнение.

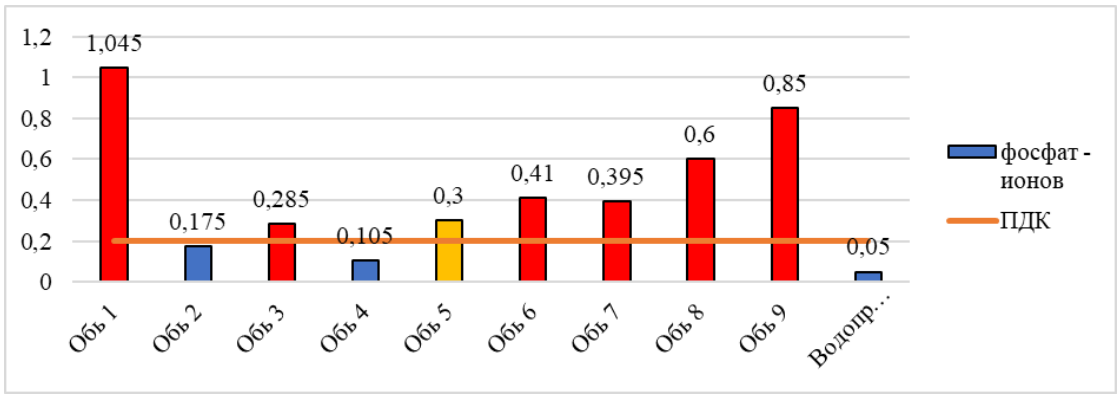


Рисунок 5 – Содержание фосфат-ионов (мг/л) в исследуемых точках

Фосфат-ионы является одним из ключевых гидрохимических показателей, могут образовываться в воде в результате естественного разложения живых организмов. Практически в каждой точке на р. Оби есть превышение нормы ПДК относительно фосфат-ионов.

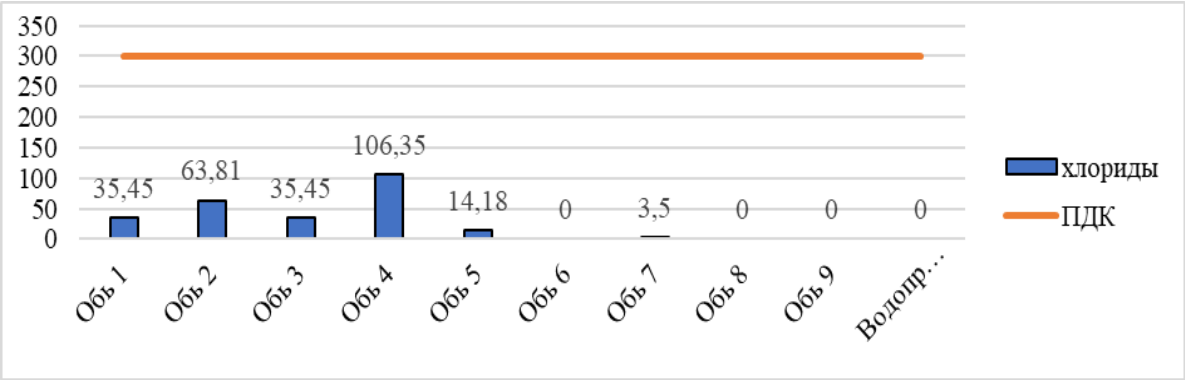


Рисунок 6 – Содержание хлорид-ионов (мг/л) в исследуемых точках

Во всех точках отбора проб содеражание хлорид-анионов находится намного ниже границы ПДК в соответствии с водоемами рабохозяйственного значения.

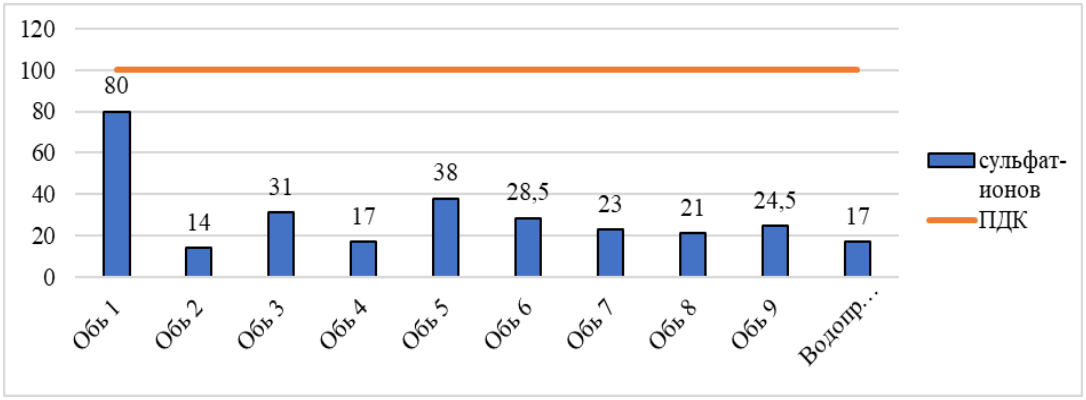


Рисунок 7 – Содержание сульфат-ионов (мг/л) в исследуемых точках

Содеражение сульфат-ионов во всех точках также ниже уровня ПДК.

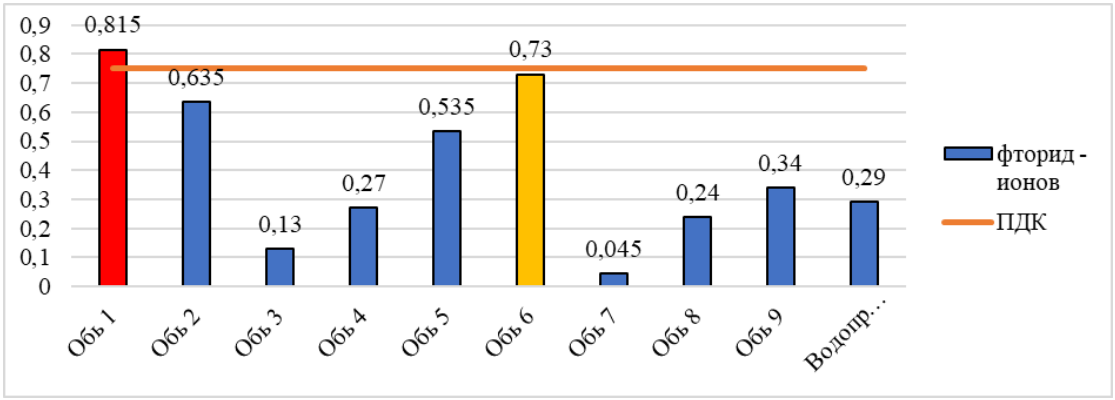


Рисунок 8 – Содержание фторид-ионов (мг/л) в исследуемых точках

Данный показатель превышает ПДК исключительно в точке 1, находящейся на реке Обь, что говорит о возможном сложении дна горными породами, включающие в свой состав фтор-ионы, которые вымываются подземными водами.

Также стоить отметить, что содержание ионов аммония было выявлено только в водопроводе, что объясняется погрешностью измерений.

Далее был подсчитан ИЗВ (Индекс загрязнения воды) по следующей формуле:

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^{n} \frac{\frac{C_{факт}}{ПДК}}{n},$$

где $C_{факт}$ – фактическая концентрация *i*-го вещества;

ПДК – предельно-допустимая концентрация i-го вещества для водоёмов рыбохозяйственного назначения;

n – количество веществ, взятых для исследования (для пресных водоёмов $n \geq 6$).

Для расчёта ИЗВ использовались 6 показателей, включая pH, а также те вещества, которые имели наиболее высокие концентрации в водных объектах, даже если они не превышали нормативы ПДК (таблица 1).

Таблица 1 – Значения ИЗВ и класса качества воды в исследуемых точках

Точка отбора пробы	Значение ИЗВ	Класс воды
Обь 1	2,2	Загрязненные
Обь 2	0,6	Чистые
Обь 3	0,8	Чистые
Обь 4	1,2	Чистые
Обь 5	0,7	Чистые
Обь 6	1,24	Умеренно загрязненные
Обь 7	0,8	Чистые
Обь 8	1,06	Умеренно загрязненные
Обь 9	1,4	Умеренно загрязненные
Водопровод (г. Новосибирск)	0,49	Чистые

Выводы:

1. В ходе данных исследований было выявлено, что для данных водных объектов характерно загрязнение железом, фторидами и фосфатами. Именно они являются основными источниками загрязнения реки Оби на территории Новосибирской области.

2. При расчете ИЗВ было установлено, что большинство участков р. Обь относятся к II классу вод – «чистые», однако некоторые участки р. Обь характеризуются III классом – «умеренно-загрязненными водами», а вода в точке 1 (центральный пляж) относится к IV классу – «загрязнённые», что свидетельствует о высокой антропогенной нагрузке, а также о потенциальном экологическом и санитарном неблагополучии реки на данном участке. Исходя из полученных результатов анализа также выявлена зависимость состояния берега (наличие ТБО и прочего загрязнения), влияющая на состояние воды в данной точке.

Список литературы

1. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // Часть III. Нормативы качества и безопасности воды. Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2, 2021. – 469 с. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/fa69e15a74de57cbe09d347462434c11fcfeeaca/ (дата обращения: 17.06.2024).

2. Трофимчук, М.М. Качество поверхностных вод Российской Федерации / М.М. Трофимчук. – Ростов-на-Дону: ФГБУ «Гидрохимический институт», 2022. – 612 с.

D. M. VOROBYOV, L. A. KOLGANOV, V. V. LITVINENKO

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE OBI RIVER ON THE TERRITORY OF NOVOSIBIRSK REGION AS OF MARCH–APRIL 2024

Moscow Pedagogical State University,
Moscow, Russian Federation,
dm_vorobev@student.mpgu.edu, lewkolganov@yandex.ru, vv.litvinenko@mpgu.su

This article is devoted to the assessment of the ecological state of the Ob River in the Novosibirsk region, in the course of this study, it was found that most of the waters belong to class II – "clean", but there are also waters of classes III and IV – "moderately polluted" and "polluted" respectively.

Key words: hydrochemical analysis of water, hydrochemistry, Novosibirsk, Novosibirsk region, Ob, assessment of ecological state of water.

УДК 504

В. К. ГАЙШУН

ОРГАНИЗАЦИЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА СВЕТЛОГОРСКОМ ЗАВОДЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
gajshun251@bk.ru

В статье рассмотриваются вопросы защиты окружающей среды Светлогорского завода ЖБИиК, объекты аналитического контроля, документация и суммарные выбросы от предприятия.

Ключевые слова: выбросы, аналитический контроль, газоочистные установки, санитарно-промышленная лаборатория.

Светлогорский завод ЖБИиК был образован 1 января 1959 года на базе управления подсобных предприятий при строительном управлении Василевичской ГРЭС (ныне Светлогорская ТЭЦ) треста «Белэнергострой».

Основными видами выпускаемой Обществом продукции являются железобетонные изделия и конструкции для строительства ЛЭП, подстанций, зданий и сооружений, для тепловых и атомных электростанций, для промышленного и жилищного строительства.

Объектами аналитического контроля на предприятии являются:

– выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов;

– выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от мобильных источников выбросов;

– атмосферный воздух на границе зоны воздействия;

– сбросы загрязняющих веществ в составе сточных вод, отводимые в системы канализации.

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ на предприятии являются организованные источники [1], к которым относятся: трубы вентиляционных установок, выходы установок очистки газа, дымовые трубы отопительных устройств, крышные вентиляторы, аэрационные фонари, воздушники, выходы фильтров загрузочных силосов цемента и неорганизованные источники выбросов, к которым относятся склад инертных материалов, разгрузка вагонов с цементом, передвижные сварочные посты, открытая стоянка автотранспорта.

В арматурном цехе установлены две газоочистные установки (рисунок 1).

На бетоносмесительном участке находятся бункера для цемента с рукавными фильтрами (рисунок 2).

В цехах, в которых установлены газоочистные установки, ведутся паспорта и инструкция ГОУ (рисунок 3), ведется журнал ПОД 3 «Журнал учета времени и режима работы стационарных источников и газоочистных установок».

Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу от ОАО «Светлогорский завод железобетонных изделий и конструкций» в 2022 к 2017 годах составляет 62,9 % (таблица 1).

Отходы производства в организации по мере накопления передаются на использование, обезвреживание, захоронение специализированным предприятиям в порядке, установленном законодательством.

а) Ц-675; б) ЛИОТ

Рисунок 1 – Газоочистные установки

Рисунок 2 – Бункера для цемента с рукавными фильтрами

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СВЕТЛОГОРСКИЙ ЗАВОД ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор
ОАО «Светлогорский завод ЖБИиК»
Е.А. Жданович
2009 г.

ИНСТРУКЦИЯ
по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту газоочистных установок фильтрующего типа

Разработчик: ОДО «Энергоочистка»

Технический директор ОДО «Энергоочистка»
М.М. Ничипорук

г. Светлогорск, 2009

Рисунок 3 – Инструкция по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту газоочистных установок фильтрующего типа

Таблица 1 – Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферу

Выбросы	2017 год	2022 год	2022/2017, %
Всего	7.237034 т/год	4.551003 т/год	62,9
в том числе: твердых	5.377034 т/год	3.200003 т/год	56,6
газообразных	1.860 т/год	1.351 т/год	72,6

На ОАО «Светлогорский завод ЖБИиК» действует санитарно-промышленная лаборатория (далее – СПЛ), которая является структурным подразделением.

СПЛ организует и осуществляет ведение первичной учетной документации, контроль за содержанием загрязняющих веществ в выбросах вредных веществ в атмосферный воздух, участвует в рассмотрении случаев загрязнения атмосферного воздуха в ОАО «Светлогорский завод ЖБИиК» и выдает акты-предписания в случае нарушения природоохранного законодательства.

С целью организации охраны труда на предприятии действует система по охране труда, позволяющая в плановом режиме на основе законодательства Республики Беларусь обеспечивать комплекс мер по предотвращению аварий и несчастных случаев на производстве. Цель службы охраны труда – это недопущение и минимизация производственного травматизма, профзаболеваний, аварий на многочисленных объектах завода.

Мероприятия по охране окружающей среды включают в себя ряд практических шагов, таких как контроль выбросов загрязняющих веществ, повышение энергоэффективности, улучшение управления отходами и сохранение биоразнообразия и др.

Список литературы

1. Промышленная экология: пособие / М. Г. Ясовеев, Э. В. Какарека, Н. С. Шевцова, О. В. Шершнев. – Минск: БГПУ, 2010. – 220 с

V. K. GAISHUN

ORGANIZATION OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AT THE SVETLOGORSK PLANT OF REINFORCED CONCRETE PRODUCTS AND STRUCTURES

Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
gajshun251@bk.ru

The article discusses issues of environmental protection at the Svetlogorsk reinforced concrete products plant, objects of analytical control, documentation and total emissions from the enterprise.

Key words: emissions, analytical control, gas treatment plants, sanitary-industrial laboratory.

УДК 581.5

Д. Е. ГАРАНИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОТОКСИЧНОСТИ АНТИСЕПТИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП В ВОДНОЙ СРЕДЕ МЕТОДОМ ЛАБОРАТОРНОГО БИОТЕСТИРОВАНИЯ

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Владимир, Российская Федерация,
degaranina@gmail.com

Оценка фитотоксичности хлоргексидина и роккала в водопроводной и дистиллированной воде. Установлено, что роккал значительно токсичнее хлоргексидина. Наиболее чувствительной тест-культурой оказался редис, а из тест-параметров – длина корня. Изучены корреляционные зависимости доза-эффект с использованием программного пакета Statistica 7.0.

Ключевые слова: антисептики, фитотоксичность, дистиллированная и водопроводная вода, корреляционные зависимости.

Характерной особенностью последних десятилетий XXI столетия стало глобальное загрязнение поверхностных вод фармпрепаратами, связанная с беспрецедентным ростом масштабов их производства и потребления. В поверхностные воды они поступают со сточными водами фармацевтических заводов, лечебных учреждений, коммунального хозяйства, крупных животноводческих комплексов и с ливневыми стоками с сельскохозяйственных угодий [1, 2].

В связи с пандемией короновируса и многочисленными военными конфликтами во всех континентах мира в последнее десятилетие произошло масштабное загрязнение объектов окружающей среды антисептиками. Однако, эффекты их воздействия на биоту в настоящее время в нашей стране практически не изучались. Так как механизмы воздействия ксенобиотиков на высшие растения и животных однотипны, в настоящее время для оценки воздействия различных поллютантов на биоту и экосистемы широко используются методы биотестирования с использованием цветковых растений – фитотестирование [3].

Этот метод позволяет экспрессно, с минимальными затратами, адекватно и высокой точностью оценить токсичность и экологическую опасность веществ различной природы [3, 4].

Цель данной работы – исследование фитотоксичности антисептиков различных групп в водной среде путем изучения зависимости доза-эффект.

Материалы и методы исследования. Для исследований были использованы аптечные препараты (растворы) антисептиков, применяемые для дезинфекции рук, раневых поверхностей кожи, хирургических инструментов, операционных столов и другой мебели, предметов ухода за больными и в пародонтологии и имплантологии: хлоргексидин и его производные и роккал [5, 6].

Хлоргексидин – 1,6-Ди (пара-хлорфенил-гуанидо) - гексан; роккал – смесь алкилдиметиламмония хлоридов. В работе применялись растворы антисептиков в диапазоне концентраций 0,01-100 мг/дм3, приготовленные путем последовательного разбавления исходных препаратов либо в дистиллированной, либо в отстоянной в течение десяти суток водопроводной воде Нерлинского забора г. Владимир (поверхностный источник – река Нерль).

В качестве тест-культур были выбраны проростки кресс-салата посевного (Lipidum Sativum L.) и редиса (Raphanus Sativus L.) сорта красный с белым кончиком. Тест-параметрами служили длина корня и высота побега проростков.

Биотестирование проводили в чашках Петри. В каждую чашку на фильтровальную бумагу помещали по 30 семян и обрабатывали их либо 5 (салат), либо 10 мл раствора антисептика соответствующей концентрации. Чашки Петри помещали в термостат и выдерживали 96 ч. при температуре 26 °С. Корреляционные зависимости изучались с использованием программного пакета Statistica 7.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Представленые значения высоты побегов и длины корней проростков кресс-салата и редиса при различных концентрациях антисептиков в дистиллированной и водопроводной воде (таблица 1), показывали, что в диапазоне изученных концентраций препараты оказывали как ингибирование ростовых процессов у тест-растений, так и их стимулирование.

Таблица 1 – Показатели роста побегов и корней тест-культур при различных концентрациях антисептиков

Лекарства	Растения	С, мг/дм^3	Дистиллированная вода		Водопроводная вода	
			$\bar{L}_{\text{п}}$, мм	$\bar{L}_{\text{к}}$, мм	$\bar{L}_{\text{п}}$, мм	$\bar{L}_{\text{к}}$, мм
Роккал	Редис	0	41,6 ± 2,7	80,4 ± 5,2	41,6 ± 2,7	80,4 ± 5,2
		0,01	44,2 ± 2,9	84,6 ± 5,5	51,1 ± 3,3	70,8 ± 4,6
		0,1	38,8 ± 2,5	72,8 ± 4,7	46,5 ± 3,0	61,5 ± 4,0
		1	48,4 ± 3,1	42,8 ± 2,8	42,1 ± 2,7	47,7 ± 3,1
		10	32,6 ± 2,1	12,0 ± 0,8	36,4 ± 2,4	32,9 ± 2,1
		100	10,0 ± 0,7	5,0 ± 0,3	13,6 ± 0,8	15,8 ± 1,0
	Салат	0	39,4 ± 2,6	61,2 ± 4,0	39,4 ± 2,5	61,2 ± 4,0
		0,01	40,6 ± 2,6	75,4 ± 5,0	46,9 ± 3,0	48,0 ± 3,1
		0,1	36,6 ± 2,4	57 ± 3,7	43,2 ± 2,8	40,5 ± 2,6
		1	44,9 ± 2,9	46,9 ± 3,0	35,7 ± 2,3	23,8 ± 1,5
		10	26,3 ± 1,7	13,0 ± 0,8	28,0 ± 1,8	14,6 ± 1,0
		100	12,0 ± 0,8	5,7 ± 0,4	10,6 ± 0,7	7,7 ± 0,5
Хлоргексидин	Редис	0	41,6 ± 2,7	80,4 ± 5,2	41,6 ± 2,7	80,4 ± 5,2
		0,01	57,9 ± 3,8	73 ± 4,7	64,8 ± 4,2	71,2 ± 4,6
		0,1	54,3 ± 3,5	62,9 ± 4,1	59,2 ± 3,8	63,6 ± 4,1
		1	51,0 ± 3,3	81,5 ± 5,3	56,0 ± 3,6	55,0 ± 3,6
		10	56,2 ± 3,7	79,0 ± 5,1	44,0 ± 2,9	42,8 ± 2,8
		100	38,4 ± 2,5	41,4 ± 2,7	20,84 ± 1,4	20,1 ± 1,3
	Салат	0	39,4 ± 2,5	61,2 ± 4,0	39,4 ± 2,5	61,2 ± 4,0
		0,01	41,6 ± 2,7	62,5 ± 4,0	55,0 ± 3,6	54,8 ± 3,5
		0,1	37,4 ± 2,4	57,0 ± 3,7	51,2 ± 3,3	44,3 ± 2,9
		1	32,0 ± 2,1	52,5 ± 3,4	47,5 ± 3,1	36,1 ± 2,3
		10	36,4 ± 2,4	49,0 ± 3,2	39,1 ± 2,5	24,9 ± 1,6
		100	26,0 ± 1,7	16,4 ± 1,1	36,5 ± 2,4	11,0 ± 0,7

Роккал вызывал несущественное стимулирование роста побегов и корней у проростков редиса и салата при концентрациях 0,01 мг\дм^3 в дистиллированной и водопроводной воде при концентрациях 0,01–0,1 мг\дм^3 только у побегов тест-культур. Хлоргексидин значительно стимулировал ростовые процессы только побегов проростков редиса в интервале концентраций 0,01–10 мг\дм^3 как в дистиллированной, так и в водопроводной воде. Стимулирование роста органов у проростков салата в дистиллированной воде хлоргексидин вызывал только при концентрациях 0,01 мг\дм^3. В водопроводной воде хлоргексидин стимулировал только рост побегов салата в интервале концентраций 0,01–1,0 мг\дм^3.

Как следует из таблицы 1, роккал в дистиллированной воде более выраженно подавлял ростовые процессы у корней редиса, чем у салата, что соответствует о более значительном его поглощении корнями редиса. В водопроводной воде ингибирование роста корней редиса и салата с увеличением концентрации роккала произошло несколько слабее, чем в дистиллированной. Это, по-видимому, связано с образованием антисептиком с ионами Ca^{2+}, Mg^{2+} и Fe^{3+}, содержащимися в водопроводной воде, малотоксичных соединений. Хлоргексидин оказывал менее значимое ингибирование ростовых процессов тест-культур как в дистиллированной, так и в водопроводной воде. Выраженное стимулирование роста побегов редиса хлоргексидином связано с недостаточным поступлением его в эти органы из корней. В целом хлоргексидин оказывал менее значимое торможение ростовых процессов у проростков исследованных тест-культур.

Результаты статистического анализа зависимостей длины корня и высоты побега от концентрации антисептиков показывают (таблица 2), что достоверная корреляция существует между длиной побегов редиса и салата в дистиллированной и водопроводной воде и концентрацией роккала, а также длиной корня редиса в дистиллированной воде и длинной корня и высотой побега в водопроводной воде и концентрацией антисептика. Хорошая корреляция обнаружена также между длинной коня и высотой побега салата и концентрацией хлоргексидина в дистиллированной воде.

Таблица 2 – Зависимости биологических эффектов тест-культур от концентрации антисептиков

Антисептики	Тест-культура	Дистиллированная вода		Водопроводная вода	
		$\bar{L}_{п}$	$\bar{L}_{к}$	$\bar{L}_{п}$	$\bar{L}_{к}$
Роккал	Редис	r = –0,94 p = 0,0042	r = –0,68 p = 0,13	r = –0,94 p = 0,0037	r = 0,76 p = 0,07
	Салат	r = –0,89 p = 0,015	r = –0,72 p = 0,10	r = –0,9 p = 0,01	r = –0,64 p = 0,16
Хлоргексидин	Редис	r = –0,67 p = 0,14	r = –0,87 p = 0,021	r = –0,85 p = 0,03	r = –0,84 p = 0,03
	Салат	r = –0,83 p = 0,04	r = –0,97 p = 0,001	r = –0,58 p = 0,22	r = –0,77 p = 0,07

Заключение. Впервые исследована фитотоксичность антисептиков различных групп методом лабораторного биотестирования. Установлено, что фитотоксичность использованных антисептиков в водопроводной воде ниже, чем в дистиллированной, что может быть вызвано образованием ими слаботоксичных комплексных с компонентами водопроводной воды (Ca^{2+}, Mg^{2+} и Fe^{3+}). Выявлены как эффекты стимулирования, так и ингибирования антисептиками ростовых процессов тест-культур. Показано, что из исследованных тест-культур наиболее чувствительным к антисептикам оказался редис, что связано с интенсивным метаболизмом растения, характерным для всех скороспелых культур. Максимальной токсичностью для использованных тест-растений обладал роккал – соль четвертичного аммониевого основания. Это синтетическое поверхностно-активное вещество (СПАВ). Все СПАВы вызывают нарушение проницаемости цитоплазматических мембран клеток, что способствует быстрому поступлению поллютантов в клетки живых организмов различного уровня развития и их токсификации [7]. Установлены корреляционные зависимости между длиной органов тест-культур и концентрацией антисептиков.

Список литературы

1. Баренбойм, Г.М. Загрязнение поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами / Баренбойм, Г. М., Чиганова М.А. – М.: Наука, 2015. – 238 с.

2. Santos, L. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in theaquatic environment / Santos L., Araujo A., Fachini A. // Journal of Hazardous Materials. – 2010. – P. 45–95.

3. Лисовицкая, О.В. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения / О. В. Лисовицкая, В. А. Терехова // Доклады по экологическому почвоведению. – 2010. – № 1. – Вып. 13. – С. 1–18.

4. Биотестирование талых снеговых вод: возможности и ограничения / Д. В. Власов [и др.] // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: Тезисы докладов Международной конференции. – М., 2013 – 33 с.

5. Машковский, М.Д. Лекарственные средства / М.Д. Машковский. – В 2 ч. Ч. II. – 12-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1993. – 478 с.

6. Сравнительный анализ эффективности хлоргексидинсодержащих антисептических препаратов, применяемых в пародонтологии и имплантологии / Р.М. Богатырева [и др.] // Пародонтология. – 2023. – 28(3). – С. 264–275.

7. Остроумов, С.А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы / С.А. Остроумов. – Москва: МАКС-Пресс, 2001. – 334 с

D. E. GARANINA

STUDY OF PHYTOTOXICITY OF ANTISEPTICS OF DIFFERENT GROUPS IN AQUEOUS MEDIUM BY LABORATORY BIOTESTING METHOD

Vladimir State University
named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov,
Vladimir, Russian Federation,
degaranina@gmail.com

Phytotoxicity of chlorhexidine and roccal in tap and distilled water was evaluated. Roccal was found to be significantly more toxic than chlorhexidine. Radish was found to be the most sensitive test crop and of the test parameters, root length was found to be the most sensitive. Dose-effect correlations were studied using Statistica 7.0 software package.

Key words: antiseptics, phytotoxicity, distilled and tap water, correlations.

УДК 504.062.2

М. М. ГЕРЦЕН[1], А. С. ХАРЬКОВА[2], Ю. В. КАЛЕДИН[3],
А. А. БОЛЬШЕЧЕНКО[4], Л. В. ПЕРЕЛОМОВ[5]

ПАРАМЕТРЫ РОСТА БАКТЕРИЙ-НЕФТЕДЕСТРУКТОРОВ В СИСТЕМЕ «ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ – ГЕКСАДЕКАН – МИКРООРГАНИЗМЫ»

[1, 3, 4, 5]ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого»,
г. Тула, Российская Федерация,
mani.gertsen@gmail.com, kaledin_yuriy71@mail.ru, bolshechenko91@mail.ru, perelomov@rambler.ru,
[2]ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,
г. Тула, Российская Федерация,
anyuta_zaytseva@mail.ru

Установлено, что гуминовые кислоты благоприятно влияют на рост бактерий-нефтедеструкторов в присутствии гексадекана, снижают стрессовые условия для микроорганизмов ускоряют биодеградацию бактериями субстрата. Удельная скорость роста бактерий увеличилась в 2-3 раза по сравнению с контролем, что доказывает стимулирующее влияние гуминовых кислот на рост бактерий.

Ключевые слова: бактерии-нефтедеструкторы, гуминовые кислоты, гексадекан, Pseudomonas, параметры роста.

С увеличением объемов промышленной деятельности вопрос эффективной очистки водных и почвенных экосистем от нефтяных загрязнений приобретает все большее значение для обеспечения экологической устойчивости [2]. Нефтяные утечки и выбросы представляют серьезную угрозу для окружающей среды, поэтому разработка инновационных подходов к ремедиации воды и почвы является актуальной задачей. Существует несколько подходов очистки от нефтяных загрязнений, такие как физико-химические методы (сорбция, флотация, окисление), биологические (биоремедиация с использованием микроорганизмов) и комбинированные методы [5]. Однако, их эффективность может быть ограничена из-за сложности процессов и высоких затрат. Использование бактерий-нефтедеструкторов и гуминовых кислот для нефтеочистки представляет собой перспективный подход: бактерии-нефтедеструкторы обладают уникальными ферментативными свойствами, которые позволяют им эффективно разлагать углеводороды нефти. Гуминовые кислоты (ГК) являются природными органическими соединениями, оказывающими положительное воздействие на процессы биоремедиации за счет своих ионообменных свойств и способности к хелатообразованию [4]. Таким образом, сочетание бактерий-нефтедеструкторов и гуминовых кислот в процессе нефтеочистки может значительно увеличить эффективность и скорость биоремедиации, обеспечивая более полное и быстрое разложение нефтяных загрязнений и восстановление качества природных сред.

Цель работы – изучение влияния препарата гуминовых кислот на параметры роста бактерий в присутствии гексадекана, являющегося распространенным модельным субстратом для микроорганизмов-нефтедеструкторов.

Объекты исследования – гуминовые кислоты, выделенные методом водно-щелочной экстракции из торфа Рязанской области [4]. В качестве микроорганизмов-деструкторов нефти использованы бактерии *Pseudomonas fluorescens* 142NF, предоставленные лабораторией биологии плазмид Института биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г. К. Скрябина РАН (г. Пущино) [3]. Содержание гексадекана в растворе определяли методом газовой хроматографии [4].

Концентрация гуминовых кислот в растворе составляла 50 мг/л, содержание гексадекана 2 об.%. Для полного анализа роста микроорганизмов рода *Pseudomonas* в системе «гуминовые кислоты – гексадекан – микроорганизмы» при различных абиотических условиях среды оценивали параметры роста бактерий (рисунок 1, таблица 1).

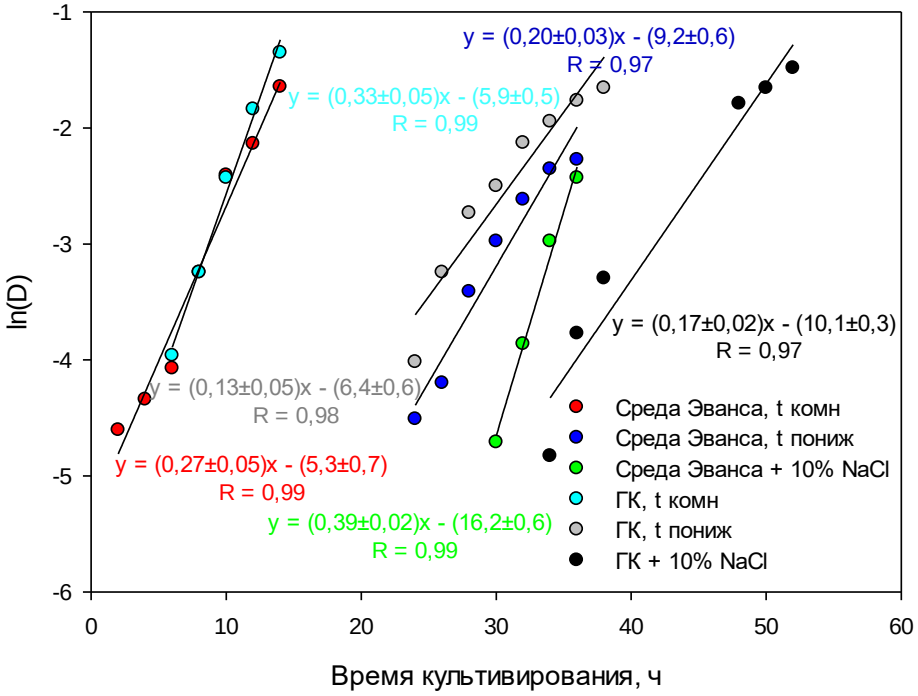


Рисунок 1 – Удельная скорость роста микроорганизмов – *Pseudomonas fluorescens* 142NF

Таблица 1 – Ростовые параметры микроорганизмов *Pseudomonas fluorescens* 142NF в системе «гуминовые кислоты – гексадекан – микроорганизмы»

Параметры	Комнатная температура		Пониженная температура (0°C)		Повышенная соленость (10 % NaCl)	
	Среда Эванса	ГК	Среда Эванса	ГК	Среда Эванса	ГК
Удельная скорость роста, (μ) $ч^{-1}$	0,27 ± 0,06	0,33 ± 0,04	0,20 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,39 ± 0,05	0,17 ± 0,03
Время удвоения биомассы, ч	2,6 ± 0,3	2,1 ± 0,1	3,5 ± 0,1	5,3 ± 0,2	1,8 ± 0,3	4,1 ± 0,2

При комнатной температуре параметры роста бактерий в присутствии гексадекана и гуминовых кислот сопоставимы с предыдущими экспериментами [1] по оценке влияния ГК торфов Тульской области на рост бактерий *Rhodococcus*. Однако, в стрессовых условиях время нарастания биомассы увеличивается (таблица 1). Введение в анализируемую систему гуминовых кислот способствует росту микроорганизмов: удельная скорость роста бактерий увеличилась в 2–3 раза по сравнению с контролем. Гуминовые кислоты, находящиеся в растворе, снижают стрессовые условия для микроорганизмов и влияют на более быструю биодеградацию бактериями субстрата. При этом, влияние ГК на время роста бактерий практически отсутствует.

Статья подготовлена в рамках гранта автономной некоммерческой организации "Научно-образовательный центр мирового уровня" ТулаТЕХ" на основании Соглашения о целевом финансировании, направленном на создание и развитие студенческих конструкторских бюро на базе образовательных организаций высшего образования - участников научно-образовательного центра мирового уровня "ТулаТЕХ" N 8 от 28.11.2023г.

Список литературы

1. Дмитриева, Е. Д. Влияние гуминовых веществ торфов на ростовые параметры микроорганизмов нефтедеструкторов рода Rhodococcus в присутствии гексадекана / Е. Д. Дмитриева, М. М. Леонтьева, В. Т. Каримова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2018. – Т. 4, № 2. – С. 43–56.

2. Davoodi, S. M. Bioremediation of unconventional oil contaminated ecosystems under natural and assisted conditions: a review / S. M. Davoodi, S. Miri, M. Taheran, S. K. Brar, R. Galvez-Cloutier, R. Martel // Environmental science & technology. – 2020. – Vol. 54, № 4. – P. 2054–2067.

3. Filonov, A. E. Regimes of separated and combined cultivation of oil-degrading microorganisms of Pseudomonas and Rhodococcus genera / A. E. Filonov, K. V. Petrikov, T. V. Yakshina, I. F. Puntus, E. P. Vlasova, I. A. Nechaeva, V. A. Samoylenko // Biotechnology in Russia. – 2008. – Vol. 6. – P. 110–117.

4. Gertsen, M. M. Degradation of oil and petroleum products in water by bioorganic compositions based on humic acids / M. M. Gertsen, L. V. Perelomov, V. A. Arlyapov, Y. M. Atroshchenko, V. P. Meshalkin, T. B. Chistyakova, A. P. Reverberi // Energies. – 2023. – Vol. 16. – № 14. – 5320.

5. Gertsen, M. M. Stabilization of petroleum and oil emulsions by bioorganic compositions based on humic acids / M. M. Gertsen, A. N. Golysheva, L. V. Perelomov // RUDN Journal of Ecology and Life Safety. – 2023. – Vol. 31, № 4. – P. 476–493.

M. M. GERTSEN[1], A. S. KHARKOVA[2], Y. V. KALEDIN[3],
A. A. BOLSHECHENKO[4], L. V. PERELOMOV[5]

GROWTH PARAMETERS OF OIL-DEGRADING BACTERIA IN THE SYSTEM “HUMIC ACIDS – HEXADECANE – MICROORGANISMS”

[1, 3, 4, 5]Tula State Pedagogical University
named after. L. N. Tolstoy State Pedagogical University,
mani.gertsen@gmail.com, kaledin_yuriy71@mail.ru, bolshechenko91@mail.ru,
perelomov@rambler.ru,
[2]Tula State University,
Tula, Russian Federation,
anyuta_zaytseva@mail.ru

It has been established those humic acids have a beneficial effect on the growth of oil-degrading bacteria in the presence of hexadecane, reduce stressful conditions for microorganisms and accelerate the biodegradation of the substrate by bacteria. The specific growth rate of bacteria increased 2–3 times compared to the control, which proves the stimulating effect of humic acids on bacterial growth.

Key words: oil-degrading bacteria, humic acids, hexadecane, Pseudomonas, growth parameters.

УДК 504.062.2

М. М. ГЕРЦЕН, Л. В. ПЕРЕЛОМОВ, А. А. БОЛЬШЕЧЕНКО, М. В. БУРАЧЕВСКАЯ

АДСОРБЦИЯ КАТИОНОВ СВИНЦА БЕНТОНИТОМ, МОДИФИЦИРОВАННЫМ КОКАМИД ДИЭТАНОЛАМИНОМ

ФГБОУ ВО «Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого»,
г. Тула, Российская Федерация,
mani.gertsen@gmail.com, perelomov@rambler.ru, bolshechenko91@mail.ru, marina.0911@mail.ru

Установлено, что модификация бентонита неионогенным ПАВ – кокамид диэтаноламином приводит к увеличению предельной адсорбции катионов свинца на 16 %. Значения константы Ленгмюра и для исходного бентонита, и для органоглины свидетельствует о прочности связи между ионом металла и функциональными центрами на сорбирующей поверхности.

Ключевые слова: бентонит, адсорбция, тяжелые металлы, катионы свинца, поверхностно-активные вещества, модификация.

Проблема очистки почв от тяжелых металлов приобретает особую актуальность из-за высокой токсичности данных элементов и их потенциально негативного воздействия на окружающую среду. Среди существующих методов ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами, выделяют фиторемедиацию, ионообменные процессы, хелатирование и другие технологии, разработанные для эффективного удаления загрязнений [4]. Одним из перспективных методов очистки металлзагрязненных почв являются физико-химические технологии с использованием бентонитовых глин [3]. Для повышения их сорбционных свойств актуальна модификация различными органическими агентами, поверхностно-активными веществами [3]. В связи с этим, целью работы является изучение влияния неионогенного поверхностно-активного вещества – кокамид диэтаноламина, использованного для модификации бентонита, на процесс сорбции катионов свинца.

Объект исследования – бентонит Саригюхского месторождения (Армения), (BentoGroupMinerals, Москва). В качестве модификатора выбран неионогенный ПАВ – кокамид диэтаноламин. Изучение адсорбции катионов свинца проводили методом абсорбционной спектрометрии с пламенной атомизацией проб. Концентрация $Pb(NO_3)_2$ составила от 0,4 мМ до 4 мМ. По полученным данным строили изотермы Ленгмюра и Фрейндлиха (“SigmaPlot 12.5” (Systat Software, США), “Origin 2018” (OriginLab, США)) [1].

Изотермы адсорбции Pb^{2+} бентонитом и его модификацией участием ПАВ свидетельствует о том, что сорбирующая поверхность неоднородна и обладает несколькими типами сорбционных центров, отличающихся сродством к адсорбирующемуся катиону и величинами максимальных адсорбций. Форма изотерм при малых концентрациях (приближенность к оси ординат) указывает на то, что прочность связывания с сорбентом относительно велика. По мере увеличения количества катионов происходит выполаживание кривой относительно оси абсцисс, то есть уменьшается количество адсорбированных катионов металла, связанных с адсорбентом. В начале процесса имеется избыток функциональных групп, доступных для связывания, при этом концентрация металла в растворе высока. По мере приближения к равновесию функциональные группы становятся занятыми металлами. Заполнение адсорбционной поверхности становится затруднительным из-за сил отталкивания между ионами металла, связанными на адсорбенте, и ионами металла, все еще присутствующими в растворе [2] (рисунок 1).

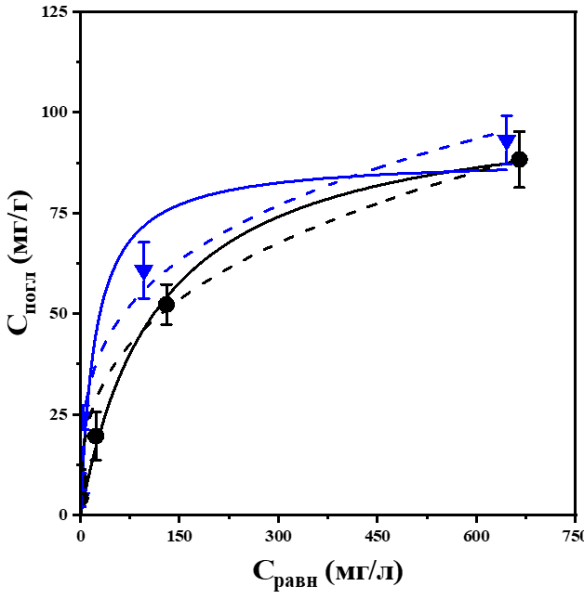


Рисунок 1 – Изотермы адсорбции Pb^{2+} на бентоните (черный цвет) [4] и на органоглинах, синтезированных с использованием кокамид диэтаноламина. Сплошной чертой – изотерма Ленгмюра, прерывистой чертой – изотерма Фрейндлиха

Полученные параметры уравнения Ленгмюра, Френдлиха и коэффициенты детерминации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры уравнения Ленгмюра и коэффициенты детерминации R^2 изотерм адсорбции Pb^{2+} анализируемыми сорбентами

Сорбент	C_∞, мг·г$^{-1}$	$K_л$, л·мг$^{-1}$	R^2
Бентонит [1]	103,31 ± 10,12	0,008 ± 0,003	0,981
Бентонит+ кокамид диэтаноламин	88,73 ± 10,99	0,044 ± 0,033	0,944
	Кф, л·г$^{-1}$	1/n	R^2
Бентонит [1]	10,00 ± 2,76	0,34 ± 0,05	0,981
Бентонит+ кокамид диэтаноламин	15,45 ± 2,33	0,28 ± 0,03	0,990

Значение Кф превышает значение этого коэффициента у исходного бентонита. Величина 1/n изучаемых сорбентов изменяется в узком интервале: 0,28-0,34, что близко к 0 и указывает на значительную неоднородность поверхности сорбентов для катиона Pb^{2+}.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания по теме: «Иммобилизация тяжелых металлов продуктами взаимодействий слоистых силикатов с почвенным органическим веществом и микроорганизмами» (Соглашение № 073-00033-24-01 от 9.02.2024, заключенное с Минпросвещения России).

Список литературы

1. Герцен, М. М. Влияние лаураминоксида на сорбционную способность глин по отношению к катионам свинца / М. М. Герцен, Л. В. Переломов, М. В. Бурачевская // Мониторинг, охрана и восстановление почвенных экосистем в условиях антропогенной нагрузки: сборник трудов III Международной молодежной научной школы, Геленджик, 7–9 июня 2024 г / Южный федеральный университет, Филиал ЮФУ в г. Геленджике; отв. ред. К. Ш. Казеев, В. В. Вилкова. – Ростов-на-Дону ; Таганрог, 2024. – С. 10–12.

2. Perelomov, L. Organoclays Based on Bentonite and Various Types of Surfactants as Heavy Metal Remediants / L. Perelomov, M. Gertsen, M. Burachevskaya, S. Hemalata, A. Vijayalakshmi, I. Perelomova, Y. Atroshchenko // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, №. 11. – 4804.

3. Li, C. A review on heavy metals contamination in soil: effects, sources, and remediation techniques / C. Li, K. Zhou, W. Qin, C. Tian, M. Qi, X. Yan, W. Han // Soil and Sediment Contamination: An International Journal. – 2019. – Vol. 28, №. 4. – P. 380-394.

4. Weissmannová, H. D. Indices of soil contamination by heavy metals–methodology of calculation for pollution assessment (minireview) / H. D. Weissmannová, J. Pavlovský // Environmental monitoring and assessment. – 2017. – Vol. 189, №. 12. – 616.

M. M. GERTSEN, L. V. PERELOMOV, A. A. BOLSHECHENKO,
M. V. BURACHEVSKAYA

ADSORPTION OF LEAD CATIONS BY BENTONITE MODIFIED WITH COCAMIDE DIETHANOLAMINE

Tula State Pedagogical University
named after. L. N. Tolstoy State Pedagogical University,
Tula, Russian Federation,
mani.gertsen@gmail.com, perelomov@rambler.ru, bolshechenko91@mail.ru,
marina.0911@mail.ru

It has been established that modification of bentonite with a nonionic surfactant, cocamide diethanolamine, leads to an increase in the maximum adsorption of lead cations by 16 %. The values of the Langmuir constant for both the original bentonite and the organoclay indicate the strength of the bond between the metal ion and the functional centers on the sorbing surface.

Key words: bentonite, adsorption, heavy metals, lead cations, surfactants, modification.

УДК 550.347.097.23:551.252

Ф. ГОЛЕЙДЖ, С. Ф. ХАФИЗОВ

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕЩИНОВАТЫХ СРЕД С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА Т-МАТРИКС

ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина»,
г. Москва, Российская Федерация,
Goleijf1371@gmail.com, khafizov@gubkin.ru

Ориентация трещин является одним из важнейших параметров анизотропии пористых сред. Распределение естественных трещин с предпочтительной ориентацией в одном направлении является эффективным фактором распространения волн, модулей жесткости, прокладывания пути для потока и миграции углеводородов, которые следует учитывать в исследованиях. Таким образом, понимание анизотропии трещин важно для оптимизации сейсморазведки и использования богатых исходных пород.

Ключевые слова: анизотропия, ориентация трещин, Т-матрица, функции распределения вероятностей.

Введение. Одной из основных целей сейсморазведки является обнаружение и характеристика трещин. Наличие трещин и их характеристики значительно контролируют физические свойства пористой среды, такие как модули упругости, проницаемость, теплопроводность, электрическое сопротивление и т.д. Разница в физических свойствах горных пород в различных направлениях рассматривается как анизотропия и связана с микроструктурами и слоистостью исходных пород. Анизотропия является функцией направления и распространения скоростей волн, наличия микротрещин и трещин с предпочтительным выравниванием, формы и распределения органического вещества, тонкого наслоения и ориентации глинистых пластинок. Среди них трещины с их ориентационной природой являются одной из основных причин создания сейсмической анизотропии или ее усиления [2].

Материалы и методы исследования. На основе исследуемой Т-матричной модели в данном исследовании была рассчитана матрица жесткости и расширенные параметры Томсена модели трещин с произвольной системой анизотропии. Углы Эйлера были использованы для включения пространственного выравнивания трещин. Исследована чувствительность компонентов жесткости на главной диагонали матрицы жесткости по расширенным параметрам Томпсона к изменению ориентации трещин. Функции распределения вероятности Гаусса, Гаммы и Максвелла Больцмана использовались для описания пространственной ориентации трещин в моделируемой системе.

Результаты исследования и их обсуждение. Системы трещин как набор несоответствий являются результатом процессов осадконакопления и диагенеза или литостатического, тектонического и порового давления на самую слабую плоскость подповерхностных слоев, которые действовали на последних стадиях процесса зрелости. Эти системы рассматривались как плотность пустого пространства в исходных породах, которые вызывали затухание волн и уменьшение амплитуд волн на границах трещин. Это свойство может помочь определить ориентацию трещин, плотность трещин, расстояние между соседними трещинами и идентификацию типов заполнения трещин. Распространение упругих волн в трещиноватой среде зависит от доминирующей пространственной ориентации трещин. Анизотропия трещин зависит от пористости, пространственной ориентации и формы трещин [1]. С другой стороны, пространственная ориентация трещин в качестве управляющего фактора для параметров анизотропии Томсена (ε, γ, δ)

и упругих скоростей вызывает изменение модулей жесткости (упругих жесткостей при сжатии и сдвиге). Минимальное изменение свойств трещин вызывает значительные изменения в сейсмических откликах в исходных породах. Распределение естественных трещин с предпочтительной ориентацией в одном направлении является эффективным фактором распространения волн, модулей жесткости, прокладывания пути для потока и миграции углеводородов, которые следует учитывать в исследованиях. Таким образом, понимание анизотропии трещин важно для оптимизации сейсморазведки и использования богатых исходных пород. функции распределения вероятностей (ФРВ) классифицируются на основе нескольких критериев. Некоторые из них включают нормальное распределение, распределение хи-квадрат, биномиальное распределение и распределение Пуассона. Различные распределения вероятностей служат разным целям и представляют разные процессы генерации данных.

Эффект параметра местоположения заключается в переводе графика ФРВ относительно стандартного нормального распределения, в то время как параметр масштаба растягивает или сжимает график ФРВ. Существует ряд ФРВ высших моментов, которые имеют дополнительный параметр, управляющий формой распределения, а не просто сдвигающий или растягивающий его.

Заключение. Это исследование показывает, что сохранение постоянной формы и пористости трещин при описании ориентации трещин функциями распределения вероятностей приводит к меньшей степени анизотропии по сравнению с более простым случаем описания ориентации углами Эйлера. Кроме того, использование гамма-распределения обеспечивает мощный инструмент для гибкого описания ориентации трещин, что позволяет рассчитывать уровни анизотропии в широком диапазоне для различных систем.

Список литературы

1. Hong-Bing, L. I. Inversion of effective pore aspect ratios for porous rocks and its applications / L. I. Hong-Bing, Z. H. A. N. G. Jia-Jia, Y. A. O. Feng-Chang // Chinese Journal of Geophysics. – 2013. – 56(1). – P. 43–51.

2. Novitsky, C. G. Mapping inherited fractures in the critical zone using seismic anisotropy from circular surveys / C. G. Novitsky, W. S. Holbrook, B. J. Carr, S. Pasquet, D. Okaya, B. A. Flinchum // Geophysical Research Letters. – 2018. – 45(7). – P. 3126–3135.

Ф. GOLEIJ, S. F. KHAFIZOV

STATISTICAL MODELING OF FRACTURED MEDIA USING T-MATRIX METHOD

Russian State University of Oil and Gas (NIU)
named after I. M. Gubkin,
Moscow, Russian Federation,
Goleijf1371@gmail.com, khafizov@gubkin.ru

Fracture orientation is one of the most important parameters of porous media anisotropy. The distribution of natural fractures with a preferred orientation in one direction is an effective factor in wave propagation, stiffness moduli, flow pathing and hydrocarbon migration that should be considered in studies. Thus, understanding fracture anisotropy is important for seismic optimization and utilization of rich source rocks.

Key words: anisotropy, fracture orientation, T-matrix, probability distribution functions.

УДК 91.004(06)

И. В. ГОЛОВКОВ, К. С. СТАНИСЛАВСКИЙ, С. Р. ЮСУПОВА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА СРЕДСТВАМИ ГИС НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА РОСТОВ-НА-ДОНУ

ФГБУ «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация,
golovkov@sfedu.ru

В работе описывается алгоритм построения модели поверхностного стока, с учетом рельефных и инфраструктурных условий территории, что позволяет использовать результат для принятия инженерных решений и выполнения расчетов. Реализовать это позволяет группа инструментов пространственного анализа и гидрологии геоинформационных программных продуктов.

Ключевые слова: цифровая модель рельефа, ГИС технологии, моделирование осадков, поверхностный сток, лазерное сканирование.

Введение. Использование цифровой модели рельефа (ЦМР) распространено в различных сферах человеческой деятельности, включая географические и геологические исследования, прогноз опасных явлений естественной и антропогенной природы, инженерно-строительные мероприятия.

Одним из способов применения ГИС технологий с использованием ЦМР в проектной деятельности является способ построения сети локальных водосборных бассейнов поверхностного стока в пределах определённой местности посредством использования ряда функций и инструментов общедоступных программных продуктов ArcGIS и QGIS [1].

Данная методика, при высокой точности гидрографической модели, учитывающей рельеф, благоустройство и инфраструктурную составляющую территории, может быть использована при решении задач по разработке инженерной защиты города Ростова-на-Дону от подтопления и обеспечения проектирования сети ливневой канализации [2].

Город Ростов-на-Дону является быстро развивающимся промышленным центром с быстро набирающей темп инфраструктурой и ежегодным приростом населения. Как следствие возрастает доля непроницаемых покрытий, что в свою очередь приводит к увеличению интенсивности поверхностного стока.

Работа представляет собой описание процесса моделирования поверхностного стока территории Ростова-на-Дону и его привязки к элементам проектируемой инженерной системы. В качестве объекта исследования используется 2-й микрорайон Западного жилого массива (рисунок 1).

Материалы и методы исследования. Существуют различные методы для получения исходных материалов ЦМР и ЦММ (цифровая модель местности) среди которых выделяют:

– оцифровка топографических карт;

– материалы полевых съемок и данных спутникового позиционирования;

– наземная стереофототопографическая съёмка;

– данные дистанционного зондирования Земли;

– данные лазерного сканирования LiDAR, полученные с помощью активных оптических систем, использующих явления отражения света и его рассеивания в прозрачных и полупрозрачных средах.

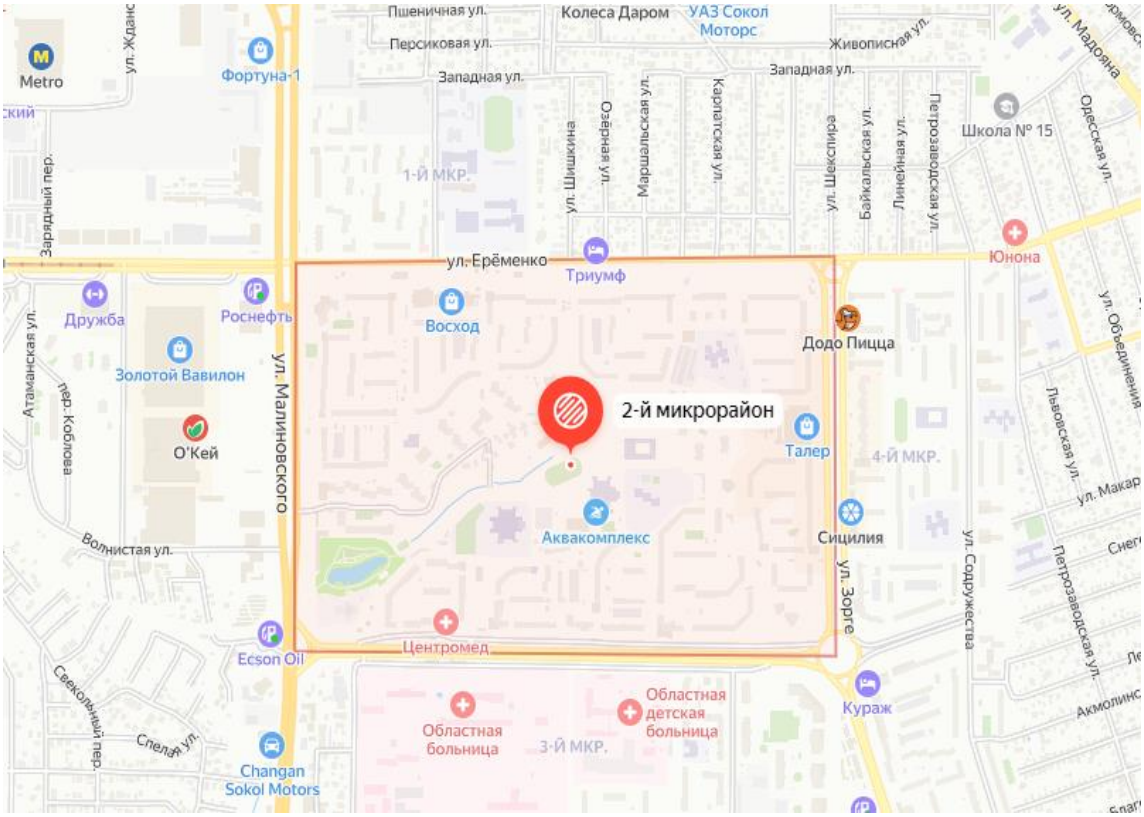


Рисунок 1 – Территория объекта исследования

Качественная ЦМР требуемой точности как исходный материал для моделирования разрабатывается по результатам фотограмметрических материалов лазерного сканирования или геодезических изысканий.

Для моделирования формируется регулярная матрица (регулярная или матричная модель) высот земной поверхности (представление на регулярной сетке квадратов, прямоугольников или треугольников, когда в ее узлах заданы значения высоты) [3].

Построение высокоточной цифровой модели рельефа на основе данных лазерного сканирования LiDAR позволяет разработать модель поверхностного стока с детализацией движения стока до уровня неровностей дорожного покрытия.

В качестве показательного примера представлен участок на пересечении улиц Малиновского и Ерёменко.

При помощи высоко детализированной цифровой модели рельефа, с размером растровой ячейки 0,3 х 0,3 м, схематизация и моделирование поверхностного стока осуществляется с учетом элементов дорожной сети, бордюров.

Моделирование производится согласно следующей пошаговой методике:

1. Исходная цифровая модель рельефа (ЦМР).
2. Удаление замкнутых депрессий в ЦМР путем их заполнения (Fill Depressions).
3. Расчет направления стока (Flow Direction).
4. Расчет водосборной площади для каждой ячейки (ЦМР).
5. Идентификация водотоков по пороговому значению водосборной площади и присвоение им уникальных идентификаторов (Stream Link).
6. Определение порядков водотоков (Stream Oder).
7. Создание набора данных замыкающих створов (точек устьев), их привязка (Snap Pour Point).
8. Выделение границ водосборных бассейнов (Watershed).

9. Разбиение бассейна на элементарные водосборы.

10. Определение длины добегания воды из каждой модельной ячейки до замыкающего створа (Flow path length) [4].

Результаты исследования и их обсуждение. Результатом схематизации является структурное деление территории на водосборы различных порядков, а также структура самого поверхностного стока (рисунок 2).

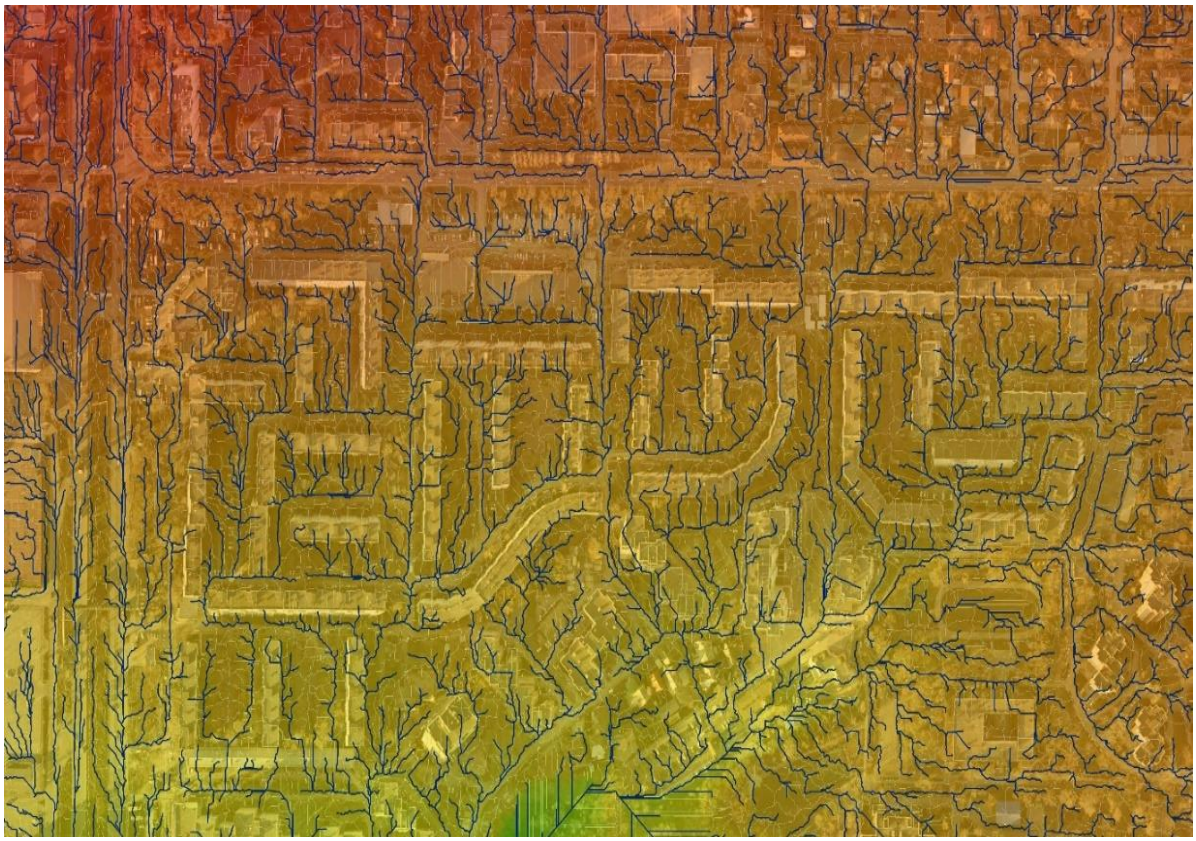


Рисунок 2 – Гидрографическая сеть исследуемого участка (цветами отмечены изменения рельефа от зелёного (низинных участков) к красному (возвышенных участков))

Следующий этап работ выполняется по результатам проектных инженерных решений, принятых на основании модели стока. Используются элементы проектируемой ливневой канализации (дождеприёмные устройства) как точечные объекты в электронной модели стока. Осуществляется корректировка водосборов, с их привязкой к проектируемым инженерным элементам.

Уникальные идентификаторы элементов сети (дождеприемников), методом пространственной привязки назначаются всем водосборным областям, имеющим сток по направлению водотока к принимающему устройству.

Далее производится укрупнение водосборных областей, путем слияния граничащих друг с другом областей с одинаковым идентификатором. Таким образом определяется водосборная область, собирающая сток в конкретный дождеприемник.

Результат представляет укрупненные водосборные бассейны, которые в дальнейшем используются в решении инженерных задач и могут в результате обработки содержать в себе информацию о типах и площадях содержащихся поверхностях стока, прочую информацию (рисунок 3).

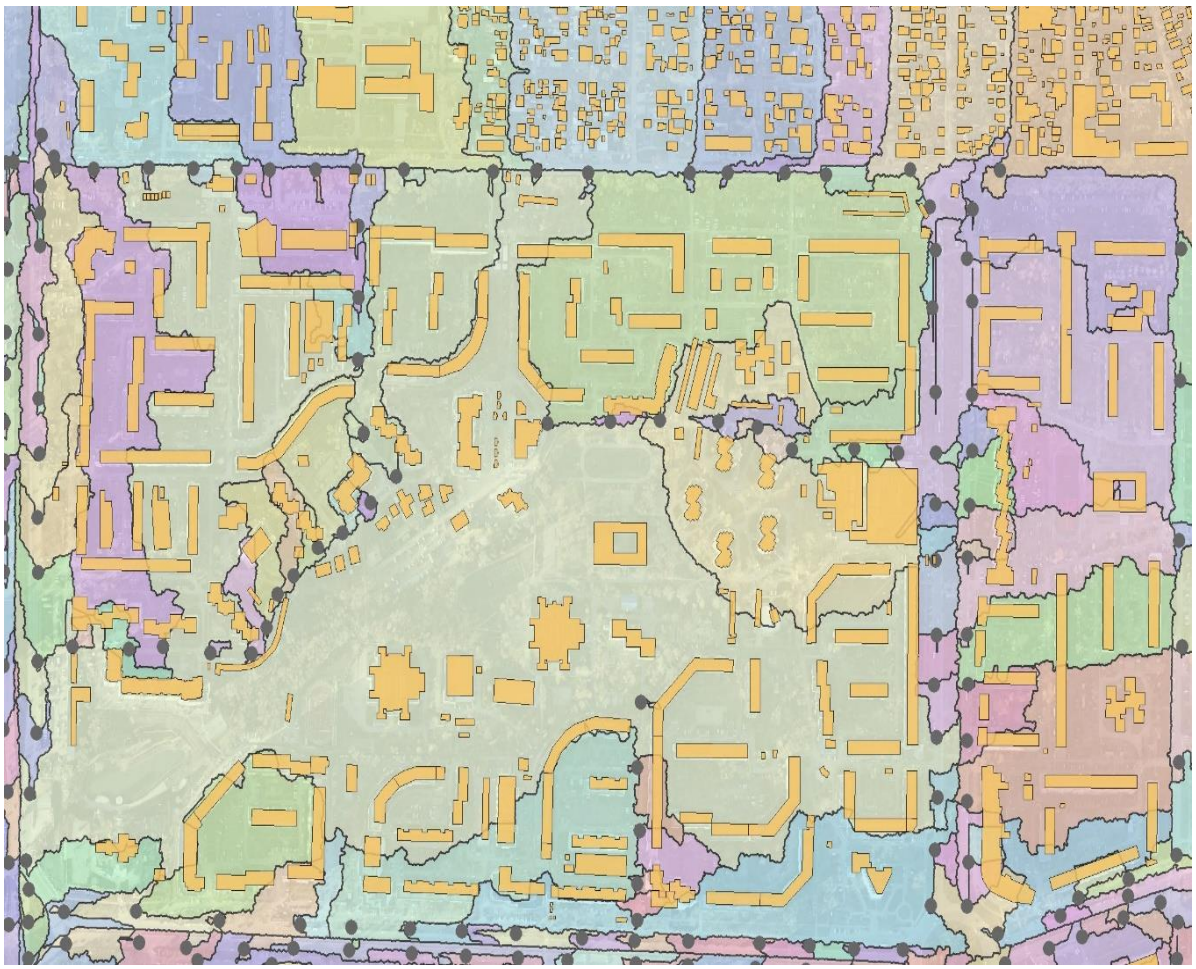


Рисунок 3 – Схема распределения водосборных областей исследуемого участка (различными цветами показаны уникальные идентификационные обозначения каждого водосборного бассейна)

Заключение. Качественная ЦМР высокой детализации позволяет посредством использования определённых инструментов разрабатывать электронную модель поверхностного стока соответствующей детализации и обеспечивать в масштабах больших городских территорий проектирование инженерной системы с минимальными трудозатратами.

Список литературы

1. Хромых, В. В. Цифровые модели рельефа: Учебное пособие / В. В. Хромых, О. В. Хромых. – Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. – 178 с.

2. Мягков, С.В. Влияние городского ландшафта на опасность наводнений от ливневых осадков / С. В. Мягков, И. В. Дергачева, С. С. Мягков // Центральноазиатский журнал географических исследований. – № 3–4. – 2021. – С. 105–114.

3. Хлебникова, Т. А. Моделирование и пространственный анализ в ГИС. Цифровое моделирование рельефа в ГИС «Панорама»: учеб.-метод. пособие / Т. А. Хлебникова, С. Р. Горобцов. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – 70 с.

4. Пьянков, С.В. Геоинформационное обеспечение моделирования гидрологических процессов и явлений: монография / С.В. Пьянков, А.Н. Шихов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2017. – 148 с.

I. V. GOLOVKOV, K. S. STANISLAVSKY, S. R. YUSUPOVA

DEVELOPMENT OF SURFACE RUNOFF MODELLING TECHNOLOGY BY MEANS OF GIS ON THE EXAMPLE OF ROSTOV-ON-DON CITY

Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation,
golovkov@sfedu.ru

The paper describes an algorithm for building a surface runoff model, taking into account the relief and infrastructure conditions of the territory, which allows using the result for making engineering decisions and performing calculations. A group of spatial analysis and hydrology tools of geoinformation software products allows to realise this.

Key words: digital elevation model, GIS technologies, precipitation modelling, surface runoff, laser scanning.

УДК 574.5

А. Т. ГУЛИГУЕВ, К. К. РУБАН, Л. Б. БУХАЕВА,
С. А. БИРИЦКАЯ, Я. К. ЕРМОЛАЕВА, Д. И. ГОЛУБЕЦ, И. Д. КОДАТЕНКО,
Н. А. КУЛЬБАЧНАЯ, А. В. ЛАВНИКОВА, М. А. МАСЛЕННИКОВА,
И. В. МИЛОВИДОВА, А. Б. ОЛИМОВА, А. И. ОХОЛИНА,
Д. Г. РЭЧИЛЭ, К. В. САЛОВАРОВ, Д. Ю. КАРНАУХОВ

ПОГЛОЩЕНИЕ И ВЫВЕДЕНИЕ МИКРОПЛАСТИКА БРЮХОНОГИМИ МОЛЛЮСКАМИ *BENEDICTIA BAICALENSIS*

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет»,
г. Иркутск, Российская Федерация,
aguliguev29@gmail.com

Исследована возможность поглощения и выведения частиц микропластика (различных по морфологической структуре) эндемичным байкальским моллюском Benedictia baicalensis. Обнаружена возможность выведения микропластика естественным путем. Определенаа необходимость дальнейшей доработки использованной методики.

Ключевые слова: Байкал, микропластик, поглощение микропластика, выведение микропластика, эндемики, моллюски, Benedictia baicalensis.

Байкал – уникальное глубоководное озеро с очень сложной экосистемой, отличающееся большим количеством эндемичных видов. Наблюдение за его экологической ситуацией важная задача для ученых. В последние годы научное сообщество активно занимается изучением относительно новой проблемы – загрязнения водных экосистем частицами микропластика. Микропластик – это едва видимые частицы пластмасс размером менее 5 мм, которые появляются в окружающей среде различными способами. Так пластиковые отходы и пластмассы в бытовых и косметических средствах, попадающие в озеро из-за человеческой деятельности, деградируют под действием различных абиотических факторов [1] до небольших частиц. Эти частицы могут принимать различные формы: фрагменты, волокна, пленки, гранулы. Многие байкальские гидробионты в своей жизнедеятельности сталкиваются с такими частицами. Потенциально они могут поглощать их, что может приводить к негативным последствиям, например, повреждение внутренних органов, закупоривание ЖКТ, создание проблем правильному процессу переваривания, а кроме того, частицы могут переходить по трофическим цепям к другим организмам. Также частицы микропластика имеют свойство накапливать стойкие органические загрязнители или содержать другие токсины, что значительно повышает биодоступность вредных веществ для гидробионтов в случае поглощения [4]. Передача частиц пластика через трофические цепи может негативным образом сказаться на других представителях экосистемы, которые защищены от прямого поедания данных частиц. Ранее исследования, связанные с поглощением микропластика, проводились в основном для морских экосистем, исследований для пресноводных озер значительно меньше [5]. Целью данного исследования было изучить возможность поглощения и выведения микропластика эндемичным байкальским видом *Benedictia baicalensis*. Также одной из задач является сопоставление полученных результатов и оценка зависимости степени флуоресценции и количества выведенных частиц микропластика в зависимости от времени выхода.

Данный моллюск относится к классу Gastropoda, а именно к эндемичному семейству Benedictiidae. Использование особей вида *B. baicalensis* было выбрано в качестве объекта исследования за счет своей широкой распространенности и массовости. Данный моллюск

имеет крупную, тонкостенную раковину (20-24 мм) с числом оборотов не более 5, последний оборот вздутый и преобладает над другими. Раковина уховидная, с широким устьем. Обитает на каменистых и песчано-каменистых грунтах литорали. Отлов происходил в заливе Лиственичный (Южный Байкал). Далее моллюсков транспортировали в лабораторию для акклимации и дальнейшего исследования. Их акклимировали в байкальской воде с температурой 4 °С и постоянной достаточной аэрацией аквариума в течение 7-ми дней. Вода заменялась каждые два дня. Моллюсков для более точного проведения эксперимента не кормили. Было отобрано 20 активных и внешне здоровых особей. Предварительно было подготовлено два типа флуоресцентного микропластика – фрагменты полистирола и волокна полиэстера. Фрагменты были получены путем измельчения в ступке и просеивания через сито диаметром ячеи 160 мкм. Волокна получались путем нарезания нити из полиэстера. Заранее была приготовлена смесь из водорослей, желатина и двух типов микропластика. Моллюски были разделены на две группы по десять особей, где первая питалась смесью с фрагментами, а вторая группа смесью с волокнами. Смесь наносили на предметное стекло для имитации биопленки и кормили их один раз. После моллюсков поместили в отдельные аквариумы объемом 800 мл. Далее в течение 7 дней происходили отбор и фиксация экскрементов каждые 2 часа. После сбора материалов в аквариумах заменялась вода. В первый день эксперимента отбор для первой группы моллюсков происходил в 15:00 и 17:00; во второй, третий и четвертый дни в 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 и 18:00; на пятый и шестой дни экскременты не отбирались; на седьмой день отбор в 16:00. Для второй группы в первый день эксперимента отбор происходил в 16:00 и 18:00; во второй, третий и четвертый дни в 9:00, 11:00, 13:00, 15:00 и 17:00; на пятый и шестой дни экскременты не отбирались; на седьмой день отбор в 15:00. Таким образом было сделано 18 отборов для каждого из 20 моллюсков. Полученные препараты были сфотографированы на цифровую камеру под УФ-фонариком для оценки степени флуоресценции частиц микропластика. Также микропластик был визуально подсчитан под микроскопом с лампами синего и УФ спектра для оценки количественного состава (таблицы 1, 2). Все моллюски, участвовавшие в эксперименте, были зафиксированы в спирте для дальнейших исследований.

По результатам эксперимента было получено 119 препаратов, из которых 55 с фрагментами микропластика и 64 с волокнами микропластика. Также визуально была определена степень флуоресценции, где 3 – сильная флуоресценция, 2 – средняя флуоресценция, 1 – слабая флуоресценция и 0 – отсутствие флуоресценция. Полученные данные были оформлены в таблицы (таблица 3, 4). По результатам эксперимента видно, что моллюски могут поглощать и выводить микропластик. На первый день эксперимента с поглощением фрагментов частиц микропластика не обнаружено, начиная со второго дня началось выведение фрагментов, максимальное количество было замечено на третий день, выведение продолжалось вплоть до седьмого дня. На эксперименте с волокнами ситуация несколько иная. Так на первый день у моллюска №7 в экскрементах было обнаружено небольшое количество волокон микропластика, дальше же на другие дни эксперимента частиц микропластика больше обнаружено не было. На второй день волокна в экскрементах отсутствовали. Начиная с третьего для у моллюска №1 началось активное выведение волокон, продолжавшееся до седьмого дня. По представленным данным можно предположить, что выведение фрагментов микропластика за счет их морфологии более легкий процесс, чем выведение волокон. Также на процесс поглощения и выведения могут влиять индивидуальные особенности поведения и пищеварения моллюска. Предположительно часть моллюсков могла по разным причинам не употребить приготовленную смесь или же микропластик мог закупорить пищеварительные пути. В дальнейшем будет изучено количество оставшегося и не выведенного микропластика путем растворения моллюсков.

Таблица 1 – Количество фрагментов микропластика

№	Номер отбора и количество частиц																	
	1 день		2 день					3 день					4 день					5 день
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12	№13	№14	№15	№16	№17	№18
1	-	-	0	-	-	-	-	39	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
2	-	-	4	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	2
3	-	-	-	-	-	-	-	206	0	-	0	-	27	0	-	-	-	0
4	-	-	0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	-	-	-	0	0
5	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0
6	-	-	19	-	-	0	-	16	0	-	0	-	-	-	-	-	0	0
7	-	-	0	-	-	-	-	12	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0
8	-	-	5	-	-	-	-	0	-	0	-	-	0	-	-	-	-	3
9	-	0	4	-	-	-	-	-	0	0	-	0	0	-	0	-	-	0
10	-	-	28	-	-	-	-	-	0	8	-	-		-	-	-	0	-

Таблица 2 – Количество волокон микропластика

№	Номер отбора и количество частиц																	
	1 день		2 день					3 день					4 день					5 день
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12	№13	№14	№15	№16	№17	№18
1	-	0	-	0	0	-	0	16	10	18	-	11	65	16	9	4	0	71
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0	-	0	-	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	-
6	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	-	-	-	0
7	-	3	0	-	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	0	-	-	0
8	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
9	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0
10	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	0

Визуальная оценка степени флуоресценции оказалась не действительной, так как не совпадает с данными количественного состава частиц микропластика, полученными при помощи флуоресцентного микроскопа. Предположительно, ложную флуоресценцию возможно могут давать бактерии в экскрементах и слизи моллюсков. Это показывает, что текущая методика требует доработки и изменений [2].

Для корреляционного анализа и визуализации данных использовался пакет RStudio. Коэффициент корреляции Спирмена между флуоресценцией фрагментов и временем выхода составил –0,431 ($p = 0,123$). Для степени флуоресценции волокон микропластика и временем выхода $R_s = 0,334$ ($p = 0,189$). Коэффициент корреляции по шкале Чеддока соответствует умеренной связи, однако статистически данные связи являются недостоверными (рисунок 1).

Таблица 3 – Степень флуоресценции фрагментов микропластика

№	Номер отбора и степень флуоресценции (3 – сильная флуоресценция, 2 – средняя флуоресценция, 1 – слабая флуоресценция, 0 – флуоресценция отсутствует)																	
	1 день		2 день					3 день					4 день					5 день
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12	№13	№14	№15	№16	№17	№18
1	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
2	-	-	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	1	-	-	-	-	0
3	-	-	-	-	-	-	-	1	0	-	0	-	1	0	-	-	-	0
4	-	-	0	-	-	-	-	-	1	0	-	-	0	-	-	-	0	0
5	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	0	0	0
6	-	-	1	-	-	1	-	0	0	-	1	-	-	-	-	-	0	0
7	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0
8	-	-	0	-	-	-	-	0	-	0	-	-	1	-	-	-	-	0
9	-	0	0	-	-	-	-	-	0	0	-	1	0	-	0	-	-	0
10	-	-	1	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	-	-	-	0	-

Таблица 4 – Степень флуоресценции волокон микропластика

№	Номер отбора и степень флуоресценции (3 – сильная флуоресценция, 2 – средняя флуоресценция, 1 – слабая флуоресценция, 0 – флуоресценция отсутствует)																	
	1 день		2 день					3 день					4 день					5 день
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12	№13	№14	№15	№16	№17	№18
1	-	0	-	0	1	-	0	1	0	0	-	0	2	0	1	1	1	2
2	1	-	0	-	-	-	0	0	0	1	-	-	0	0	-	-	-	-
3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	-	-	-	0
4	-	2	2	-	-	-	-	0	0	0	-	-	0	-	0	-	-	0
5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	-	-	0	-	-	0
6	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0
7	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	0
8	-	1	-	0	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
9	1	-	0	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	0
10	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	0	-	-	-	0

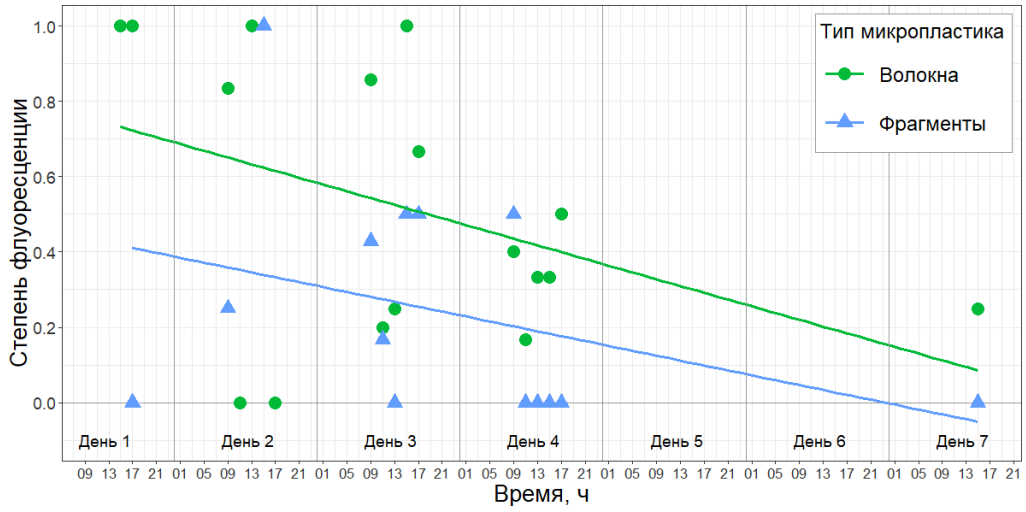


Рисунок 1 – График зависимости степени флуоресценции и времени выхода

Коэффициент корреляции Спирмена между количеством фрагментов и временем выхода составил –0,212 (p = 0,465). Для количества волокон микропластика и временем выхода R_s = 0,543 (p = 0,024). Коэффициент корреляции по шкале Чеддока соответствует слабой связи для фрагментов и заметной для волокон. Для фрагментов микропластика связь является статистически недостоверной. При этом для волокон микропластика связь статистически достоверная (рисунок 2).

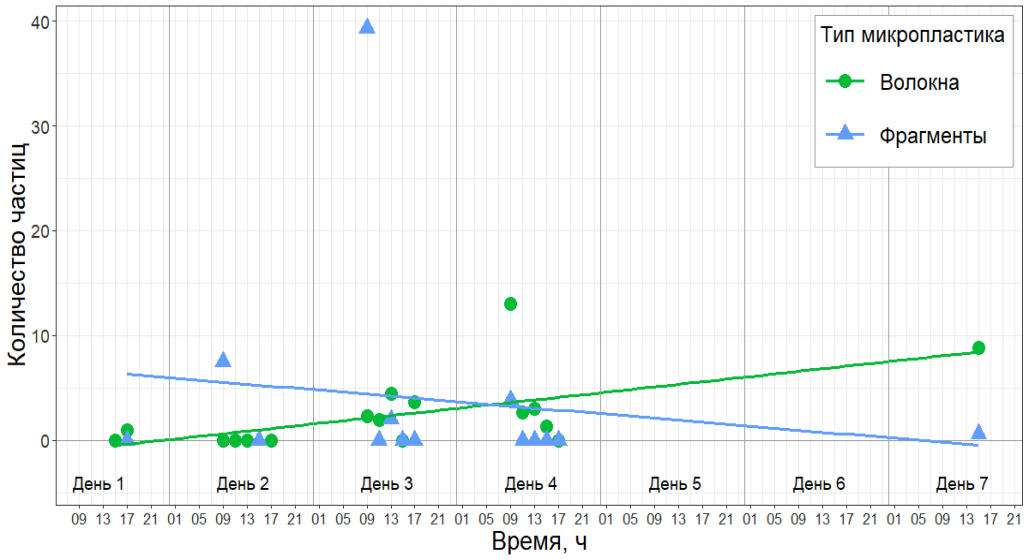


Рисунок 2 – График зависимости количества частиц и времени выхода

Исходя из всех вышеперечисленных данных мы можем сказать, что эндемичные моллюски вида *B. baicalensis* способны поглощать частицы микропластика (различные по морфологической структуре). Также, они способны выводить фрагменты и волокна микропластика естественным путем. При этом выведение фрагментов микропластика, возможно, процесс более легкий, чем выведение волокон. Данная методика в своем первоначальном виде для данного вида моллюсков из озера Байкал не подходит и требует дальнейшей доработки. Необходимо продолжать исследования для более точного понимания механизмов поглощения и выведения микропластика для различных групп организмов и уточнения возможного негативного влияния на экосистемы.

Список литературы

1. Andrady, A. L. Microplastics in the marine environment / A. L. Andrady // Marine Polluion Bulletin. – 2011. – Vol. 62. – No. 8. – Pp. 1596–1605.

2. Ehlers, S. M. Low-cost imaging of microplastics during feeding experiments using an ultraviolet flashlight / S. M. Ehlers, J. Maxsain, J. H. E. Koop // Ecological Research. – 2020. – Vol. 35. – No. 1. – Pp. 265–273.

3. Peng, J. Current understanding of microplastics in the environment: Occurrence, fate, and what we should do / J. Peng, J. Wang, L. Cai // Integrated Enviromental Assesment and Management. – 2017. – Vol. 13. – No. 3. – Pp. 476–482.

4. Microplastics as Vectors for Environmental Contaminants: Exploring Sorption, Desorption, and Transfer to Biota / N. B. Hartmann [et al.]. – Integrated Enviromental Assesment and Management. – 2017. – Vol. 13. – No. 3. – Pp. 488–493.

5. Pollution by macro – and microplastic of large lacustrine ecosystems in eastern asia / D. Yu. Karnaukhov [et al.] // Pollution research. – 2020. – Vol. – 39. – No. 2. – Pp. 353 – 355.

A. T. GULIGUEV, K. K. RUBAN, L. B. BUKHAEVA,
S. A. BIRITSKAYA, Ya. K. ERMOLAEVA, D. I. GOLUBETS, I. D. KODATENKO,
N. A. KULBACHNAYA, A. V. LAVNIKOVA, M. A. MASLENNIKOVA,
I. V. MILOVIDOVA, A. B. OLIMOVA, A. I. OKHOLINA,
D. G. RECHILE, K. V. SALOVAROV, D. YU. KARNAUKHOV

FEEDING AND EXCRETION OF MICROPLASTICS BY THE GASTROPODS *BENEDICTIA BAICALENSIS*

Irkutsk State University,
Irkutsk, Russian Federation,
aguliguev29@gmail.com

The possibility of absorption and excretion of microplastic particles of various morphologies by the endemic Baikal mollusk Benedictia baicalensis was investigated. The possibility of removing microplastics naturally has been determined. The need for further refinement of the used methodology was discovered.

Key words: Baikal, microplastic, intake of microplastic, endemics, mollusks, Benedictia baicalensis.

УДК 502.3

М. М. ДАМБЕ, Л. А. МЕЖОВА

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НОВОХОПЕРСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», г. Воронеж, Российская Федерация
Rybalova96@mail.ru, lidiya09mezhova@yandex.ru

В статье проведен анализ геоэкологических условий среды Воронежского Прихоперья. Объектом исследования выступили геоэкологические проблемы Новохоперского района. Проведен анализ отклонения климатических условий. Выявлены геоэкологические особенности Новохоперского района Воронежской области.

Ключевые слова: геоэкологические условия, Новохоперский район, Хоперский государственный природный заповедник.

Геоэкологические условия среды выступают одним из ключевых факторов, влияющих на здоровье населения. Состояние природы и процессов, влияющих на её изменение, отражается на демографических явлениях. Особо охраняемые природные территории выступают в данном случае ресурсом сохранения здоровья людей.

Прихоперье включает в себя территории Пензенской, Воронежской, Волгоградской и Саратовской областей. Территория вытянута с севера на юг, рельеф равнинный из невысоких равнин и низменностей. Прихоперье является пограничным объектом между лесостепной и степной природными зонами. Основой для выделения региона является гидрографическая сеть р. Хопер. Природный регион обладает богатым природным потенциалом.

Общими геоэкологическими проблемами выступает загрязнение вод стоками, сведение лесов, замена естественных луговых ландшафтов на антропогенные сельскохозяйственные с меньшим природным разнообразием. Все это, в свою очередь, приводит к загрязнению и снижению плодородия почвенного покрова.

Воронежское Прихоперье включает в себя природные территории Новохоперского района Воронежской области. Новохоперский район расположен в восточной части Воронежской области, имеет разнообразный рельеф с дифференцированием ландшафтов на Калачскую возвышенность и Окско-Донскую низменность на северо-востоке района, изрезанными овражно-балочной сетью [4]. Система ООПТ Новохоперского района включает в себя: заповедник федерального уровня (Хоперский государственный природный заповедник), пять памятников регионального значения (болото Безымянное, Краснянская степь, урочище Ольхи, парк-усадьба с. Калиново, долина реки Пыховка), один садово-парковый ландшафт локального значения [4].

В северно-восточной части Новохоперского района расположен Хоперский государственный природный заповедник, южная часть которого граничит с административным центром – г. Новохоперск. Природные ландшафты заповедника представлены речной долиной Хопра, дубравами, черноольшанниками. Климат умеренный, умеренно континентальной области со сменой четырех сезонов года с амплитудой температур около 40°.

Район обладает пониженный природно-ресурсным потенциалом, отсутствует разработка месторождений, экономика представлена аграрно-индустриальной структурой. Крупные и средние промышленные предприятия представлены пищевой промышленностью: АО «Елань-Коленовский сахарный завод», ООО «Завод растительных масел Новохоперский», ООО «Этанол Спирт», отраслями машиностроительного комплекса – Новохоперский ремонтно-механический завод ЮВЖД филиала АО «РЖД». В структуре

экономики района промышленное производство занимает 43,2 %, сельскохозяйственное производство – 40,4 %, розничная торговля и услуги – 16,4 % [1]. Хоперский заповедник выступает ядром экологического каркаса Новохоперского района и основным природным источником улучшения состояния окружающей среды.

Согласно докладу Департамента природных ресурсов и экологии Воронежской области, на территории Новохоперского района не выявлено превышения норм загрязнения в атмосфере. Сумма выбросов в атмосферу одна из самых низких в области. Также отмечается низкое воздействие на водные источники, не смотря на увеличение сбросов сточных вод в водоемы в последние годы. Отсутствовали превышения гигиенических нормативов в воде водоёмов 2-й категории [2].

Обратная ситуация фиксируется по показателю площадей размещения отходов – в Новохоперском районе показатель один их самых высоких в области. В связи с чем интегральный показатель оценки техногенного воздействия на окружающую среду определяется как низкий. Среди типов техногенной нагрузки ключевое значение оказывает сельскохозяйственное воздействие. Загрязнение и химизация почв оцениваются как высокие среди области. Также отмечается высокое содержание свинца и цинка в почвах. По качеству питьевой воды район имеет рейтинг «низкий». Выявлено высокое содержание железа в воде, превышающее норму в 1,6 раза [2].

Геоэкологические составляющие Новохоперского района включают в себя:

1 – низкий уровень загрязнения воздуха из-за отсутствия крупных горнодобывающих и обрабатывающих предприятий, низкого природно-ресурсного потенциала территории;

2 – низкое качество питьевой воды, которое фиксируется в увеличения сбросов сточных вод;

3 – высокий уровень загрязнения почв из-за активного использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве;

4 – индексирование вод р. Хопер к чистым;

5 – наличие Хоперского заповедника федерального значения, охраняющего крупные лесные массивы;

6 – увеличение количества твердых отходов.

В качестве источника данных используются показатели, зафиксированные системой ERA5 (атмосферный реанализ глобального климата пятого поколения). В Новохоперском районе фиксируются отклонения среднегодовых климатических показателей температуры (рисунок 1) и осадков (рисунок 2).

Рисунок 1 – Отклонение среднегодовой температуры в г. Новохоперск

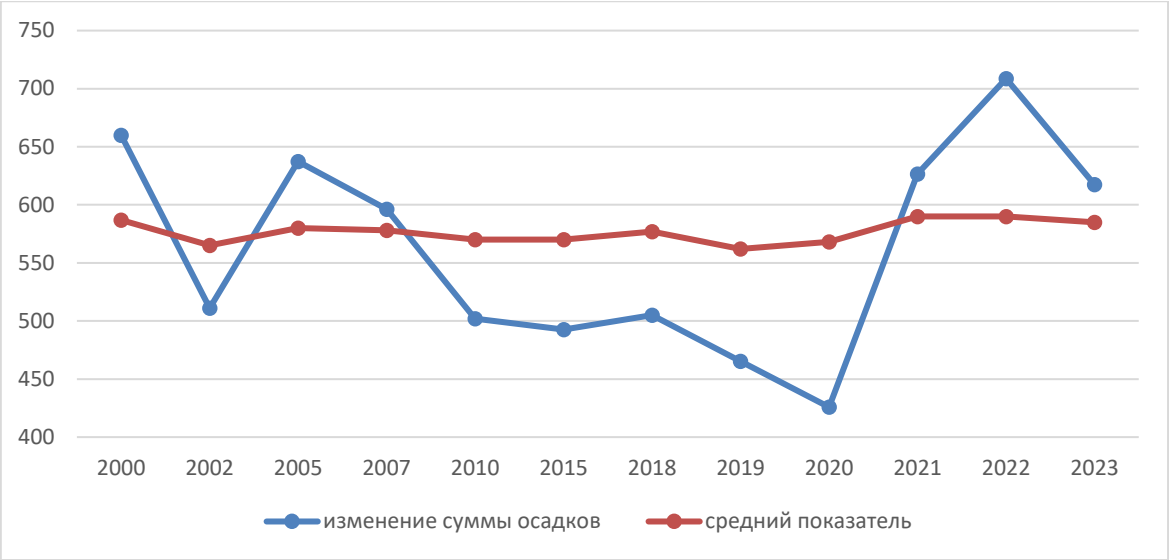


Рисунок 2 – Отклонение суммы осадков в г. Новохоперск

Анализ данных позволяет выявить, что колебания климатических показателей в Новохоперском районе от общей тенденции климата происходят каждый год. Наглядно показана резкость в изменениях в период 2018–2023 гг. При увеличении температуры в 2020 г. значительно снизилась сумма осадков, следовательно, 2020 г. стал наиболее сухим из обозначенного периода. После этого наблюдается период увлажнения климата [3]. В течении всего периода наблюдается постоянное повышение температуры при различных колебаниях суммы осадков.

Таким образом, геоэкологические проблемы природоохранных территорий Новохоперского района Воронежской области заключаются в снижении и изменении свойств почвенного покрова, снижении разнообразия растительного мира, снижения площадей естественных территорий, особенно лесных, увеличении сброса сточных вод, увеличение объемов твердых отходов, изменении климатических условий территории. Основным источников улучшения геоэкологических условий выступает Хоперский государственный природный заповедник. Именно он должен выступать объектом для мониторинга изменения состояния среды. Причиной этому служит тот факт, что, с одной стороны, геоэкологические условия Воронежского Прихоперья в Новохоперском районе состоят из последствий антропогенной деятельности, а, с другой, как результат микроклиматических явлений.

Результатом антропогенной деятельности выступает изменение состава металлов и химических элементов в содержании геосфер, видового состава растительного и животного мира. Климатические изменения влияют на биологические циклы, круговороты веществ, усугубляя антропогенное воздействие. Геоэкологическим ресурсом оздоровления территории выступает Хоперский заповедник, который сохраняет ценные породы лесов и лугов, выступает местом обитания редких видов животных. Территория заповедника выполняет очистительное воздействие на воды р. Хопра и грунтовые. Лесные массивы заповедника, расположенные в северной части Новохоперского района, очищают воздух района при доминирующих северо-западных ветрах. В связи с этим, Хоперский заповедник также является основным природным ресурсом решения геоэкологических проблем.

Список литературы

1. Громова, Т. С. Определение антропотехногенной нагрузки на объекты окружающей среды Прихоперья / Т. С. Громова, И. С. Сираева, А. С. Ермоленко // Самарский научный вестник. – 2020. – № 1. – С. 30–36.

2. Доклад о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2021 году / Департамент природных ресурсов и экологии Воронежской области. – Воронеж, 2022. – 207 с.

3. Короткова, О. Е. Погодно-климатические, фенологические отклонения 2020 г. в Хоперском заповеднике в сравнении с многолетними данными 1939-2020 гг. / О. Е. Короткова // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. – 2021. – № 28. – С. 199–207.

4. Рыбалова, М. М. Анализ экологической роли Новохоперского района Воронежской области / М. М. Рыбалова // XVI Ежегодная научная сессия аспирантов и молодых ученых: Материалы Всероссийской научной конференции. В 3-х томах, Вологда, 29 ноября 2022 года. Том 1. – Вологда, 2023. – С. 472–475.

M. M. DAMBE, L. A. MEZHOVA

GEOECOLOGICAL PROBLEMS OF NATURE PROTECTION AREAS OF THE NOVOKHOPERSKY DISTRICT OF THE VORONEZH REGION

Voronezh State Pedagogical University?
Voronezh, Russian Federation,
Rybalova96@mail.ru, lidiya09mezhova@yandex.ru

The article analyzes the geoecological environmental conditions of the Voronezh region. The object of the study was the geoecological problems of the Novokhopersky district. The analysis of the deviation of climatic conditions is carried out. The geoecological features of the Novokhopersky district of the Voronezh region have been revealed.

Key words: geoecological conditions, Novokhopersky district, Khopersky State Nature Reserve.

УДК 627.157

Е. Ю. ДОРОЖКО

ВЛИЯНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЭКОСИСТЕМЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ: ВАЖНОСТЬ И ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,
elizavets2002belstu@gmail.com

Донные отложения играют важную роль в формировании экосистем водных объектов. Они представляют собой многолетние отложения органических и неорганических веществ на дне водоема, которые обеспечивают питание и среду обитания для различных организмов. Влияние донных отложений на экосистемы водных объектов может быть как положительным, так и отрицательным.

Ключевые слова: донные отложения, водный объект, экосистема, седиментация, тяжелые металлы.

Донные отложения играют ключевую роль в формировании и функционировании водных экосистем. Они оказывают значительное воздействие на биологическое разнообразие, качество воды и общее состояние водных экосистем.

Донные отложения – это органоминеральный материал, который образуются на дне водоемов (озер, рек, морей) и океанов в результате многолетней седиментации вещества [1]. Они представляют собой накопления различных материалов, таких как песок, глина, ил, органические остатки и другие частицы, которые оседают на дне водоема и со временем превращаются в твердые породы.

Процесс образования донных отложений начинается с того, что материалы, переносимые водными потоками или течениями, оседают на дне водоема под воздействием гравитации. Этот процесс называется седиментацией [2]. При этом более крупные частицы оседают быстрее, чем мелкие, что приводит к разделению осадочных пород на слои различного размера. Затем, под давлением верхних слоев осадков, накопленные материалы уплотняются и превращаются в твердые породы, такие как известняк, глина, песчаник и другие.

В процессе диагенеза (превращения осадков в породы) могут происходить различные химические реакции, что также влияет на структуру и свойства донных отложений. Таким образом, донные отложения являются результатом накопления и уплотнения материалов на дне водоемов и играют важную роль в изучении истории Земли, так как содержат информацию о климатических изменениях, геологических процессах и жизни на планете.

Процесс накопления загрязняющих веществ в донных отложениях связан с антропогенной деятельностью и естественными процессами. Загрязнения могут включать в себя тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты, микропластик и другие химические вещества, которые попадают в водные экосистемы.

Антропогенная деятельность, такая как промышленное производство, сельское хозяйство, разработка прибрежных зон и городское строительство, является основным источником загрязнений, которые попадают в водоемы. Эти загрязняющие вещества могут быть перенесены в воду в результате сбросов сточных вод, вымывания почвенных растворов при дождях или наводнениях, а также оседание выбросов твердых частиц из атмосферного воздуха [3].

Когда загрязняющие вещества попадают в воду, они могут оседать на дне водоемов и образовывать донные отложения. Помимо этого, некоторые соединения могут проявлять комплексообразующие свойства с материалами отложений. Эти отложения могут сохраняться на протяжении длительного времени и служить как своеобразный архив загрязнений, отражающий историю загрязнения водных экосистем.

Роль донных отложений в процессе накопления загрязняющих веществ заключается в том, что они могут действовать как фильтр, задерживая и удерживая загрязнения на дне водоемов. В некоторых случаях донные отложения могут служить источником вторичного загрязнения водной среды – повторного высвобождения загрязняющих веществ обратно в воду при изменении условий окружающей среды, например, при изменении pH или кислородного режима. Таким образом, донные отложения играют важную роль как индикаторы загрязнения водных экосистем и как потенциальный источник вторичного загрязнения водных организмов и живых существ. Поэтому изучение состава и структуры донных отложений может помочь в оценке уровня загрязнения и разработке мер по его предотвращению и устранению.

Накопление донных отложений на дне водоемов может привести к ряду проблем, которые могут негативно сказаться на экосистеме и здоровье человека:

1. Загрязнение воды – донные отложения содержат различные загрязняющие вещества, такие как тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты и другие химические соединения. При накоплении этих веществ на дне водоемов они могут быть высвобождены обратно в воду, что приводит к загрязнению воды и угрозе для здоровья живых организмов [4].

2. Эмиссия метана – донные отложения могут содержать органические вещества, которые могут привести к ухудшению качества воды. Эти органические вещества могут способствовать развитию водорослей и других растений, что может привести к образованию водорослевых цветений и ухудшению качества воды. На дне формируется анаэробная часть водоёма, что приводит к интенсификации процесса метанообразования, что влияет на процесс глобального изменения климата. Оценивается, что эмиссия метана с поверхности водохранилищ составляет 5–10 % общей эмиссии в атмосферу [5].

3. Утрата биоразнообразия – накопление донных отложений на дне водоемов может привести к утрате биоразнообразия. Это может произойти из-за того, что загрязненные отложения могут негативно влиять на жизненные условия водных организмов, что может привести к сокращению популяции и разнообразия видов.

4. Угроза здоровью человека – если донные отложения содержат опасные химические соединения, то это может представлять угрозу для здоровья человека. Например, люди, занимающиеся рыболовством или другими видами рекреации на загрязненных водоемах, могут подвергаться риску заражения опасными веществами через контакт с загрязненной водой или рыбой.

5. Экономические потери – накопление донных отложений также может привести к экономическим потерям. Например, загрязнение водоемов может повлиять на рыболовство, туризм и другие виды деятельности, связанные с использованием водных ресурсов. Накопление донных отложений приводит к уменьшению полезного объёма водного объекта, что влияет на работу гидроэлектростанций, работающих за счёт водных ресурсов.

Для предотвращения этих проблем необходимо проводить мониторинг состояния донных отложений, контролировать выбросы загрязняющих веществ в водоемы и разрабатывать меры по очистке загрязненных донных отложений.

Для решения заданных проблем необходимо проводить очистку водных объектов от накопленных донных отложений и использовать отобранные донные отложения в различных сферах производства.

Процесс обращения с донными отложениями представляет собой извлечение отложений с дальнейшим их обезвоживанием. Влажность отложений может достигать 80–90 %, поэтому необходимо тщательно подбирать метод обезвоживания, чтобы минимизировать воздействие на окружающую среду (рисунок 1). Самым экологически-безопасным методом обезвоживания является геотекстильное тубирование с помощью геотуб – осадок подвергается дальнейшей обработке, а фильтрат возвращается обратно в водный объект после дополнительной очистки. Дальнейшее использование полученного материала зависит от его состава и содержания загрязняющих веществ [6].

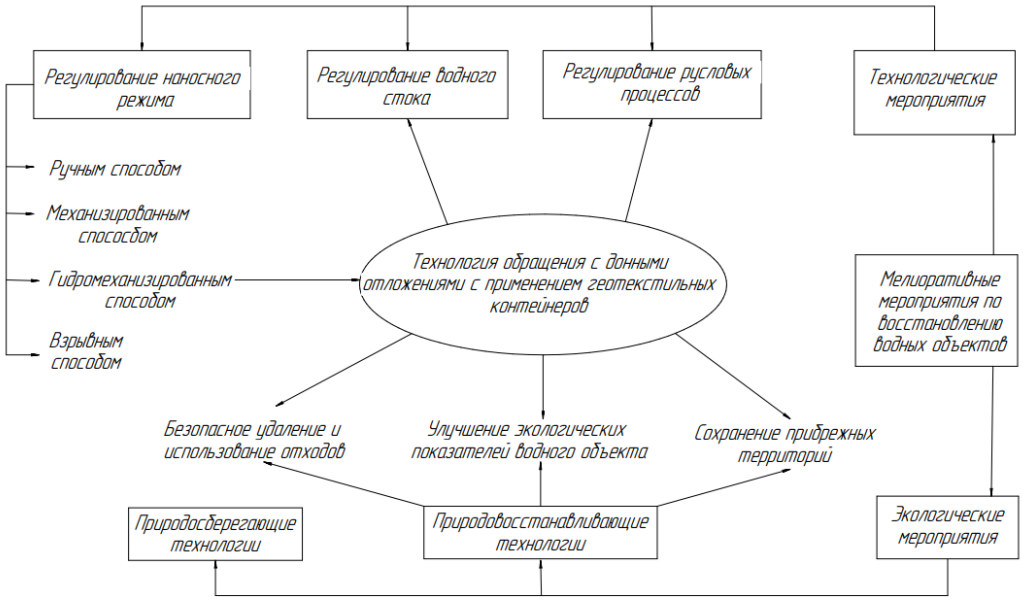


Рисунок 1 – Концептуальная модель улучшения экологического состояния водных объектов

Донные отложения водных объектов как новый экологический материал используются в настоящее время в различных отраслях, включая строительство, получение биогаза, сельское хозяйство, производство керамики и стекла, а также водоочистке.

В строительстве донные отложения используются для создания фундаментов зданий, дорожного покрытия, а также для укрепления береговых линий. Разработаны методики по получению «эко-цемента» на основе донных отложений [7].

В сельском хозяйстве они могут использоваться как удобрения или для улучшения почвы, в качестве почвообразователей. Активно применяется вермикомпостирование для получения компостов на основе донных отложений под воздействием культуры дождевых червей [8].

В водоочистке донных отложения применяется в качестве сорбционных материалов, так как их органическая часть представлена гуминовыми соединениями, которые зарекомендовали себя как сорбенты тяжелых металлов из сточных вод [9].

Однако извлечение и использование донных отложений также может оказывать негативное влияние на окружающую среду. Например, извлечение отложений из речных русел может привести к эрозии берегов и изменению речного русла, что в свою очередь может угрожать биоразнообразию и экосистемам.

В целом, понимание важности донных отложений для водных экосистем и их последствий для окружающей среды является крайне важным для поддержания здорового состояния водных ресурсов и поддержания биоразнообразия. Усилия по охране и восстановлению донных отложений играют важную роль в поддержании устойчивости водных экосистем и обеспечении благополучия окружающей среды.

Список литературы

1. Алекин, О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 446 с.

2. Федоров, Ю.А. Метан в водных экосистемах / Ю.А. Федоров, Н.С. Тамбиев, Д.Н. Гарькуша. – Ростов: Ростовский Государственный Университет, 2005. – 329 с.

3. Gulati, R.D. Lake restoration studies: failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures / R.D. Gulati, L. M. D. Pires, E Van Donk // Limnologica. – 2008. – Vol 38. – P. 233–247.

4. Akcil, A. A review of approaches and techniques used in aquatic contaminated sediments: metal removal and stabilization by chemical and biotechnological processes / A. Akcil // J. Cleaner Prod. – 2015. – Vol. 86. – P. 24–36.

5. Contaminated sediments in European river basins, European sediment research network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sednet.org. – Дата доступа: 12.01.2024.

6. Ding, L. A geotextile tube contribution to carbon footprint savings at Tianjin Eco-City, China / L. Ding, M. Harmsel Ter, T.W. Yee // In Proceedings of the 10th International International Conference on Geosynthetics (10ICG), Berlin, Germany, 21–25 September. – Berlin,2014. – P.2133–2141.

7. Balintova, M. The Study of Bottom Sediment Characteristics as a Material for Beneficial Reuse / M. Balintova, N. Junakova // Chemical Engineering Transactions. – 2014. – Vol 39. – P. 637–642.

8. Титов, И. Н. Вермикультура возобновляемый источник сырья для получения животного белка и биологически активных веществ / И. Н. Титов, В. М. Усоев // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2012. – № 2. – С. 74–80.

9. Marufa, F. Sorption of pesticides by microplastics, charcoal, ash, and river sediments / F. Marufa, A. Farenhorst // Journal of Soils and Sediments. – 2022. – Vol 2. – P. 1876–1884.

E. Y. DOROZHKO

EFFECTS OF BOTTOM SEDIMENTS ON AQUATIC ECOSYSTEMS: IMPORTANCE AND IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Institute of Nature Management of the NAS of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
elizavets2002belstu@gmail.com

Sediments play an important role in the formation of aquatic ecosystems. They are long-term deposits of organic and inorganic substances at the bottom of water bodies that provide food and habitat for various organisms. The impacts of sediment on aquatic ecosystems can be positive or negative.

Key words: bottom sediments, water body, ecosystem, sedimentation, heavy metals.

УДК 631.466.1

Д. А. ДОСТОВАЛОВА[1], Н. С. ПОДГОРОДЕЦКИЙ[2], С. Д. ТРИСКИБА[1]

ПОЧВЕННАЯ МИКОБИОТА РЕКУЛЬТИВИРОВАННОГО ПОРОДНОГО ОТВАЛА КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ

[1]ФГБНУ «Донецкий ботанический сад»,
г. Донецк, ДНР, Российская Федерация,
dasha.dostovalova1997@mail.ru,
[2]ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация,
n.s.podgorodetskiy@donnasa.ru

Приведены результаты исследований сравнения количества и родового состава микромицетов на склонах озелененного породного отвала. Исследования показали, что под воздействием субстрата отвала происходит накопление патогенных микромицетов, что обуславливает необходимость исследования состава субстрата и контроля за состоянием растительности на отвале.

Ключевые слова: микобиота, породный отвал, субстрат, индикатор.

Почвенные микромицеты, обладая высокой полифункциональностью, осуществляют многообразные процессы в почве и в круговороте веществ в природе. Тем не менее, сообщества почвообитающих грибов - относительно малоизученные компоненты экосистем, всестороннее исследование которых имеет важное научное и практическое значение [1]. Образуя в почве особый экогоризонт, они контролируют широкий спектр экосистемных функций: первичную и вторичную продуктивность, регенерацию биофильных элементов путем разложения растительных, животных остатков и перевода элементов из геологического в биологический круговорот, в качестве редуцентов выполняют роль посредников между живым и косным веществом биосферы [2].

Важным моментом в развитии экологии грибов можно назвать внедрение Е. Н. Мишустиным [3] географического подхода в исследования микробиоты почв. Изучая микробные сообщества из разных природно-климатических условий, автор показал, что в соответствии с законом географической зональности грибные организмы из разных широт по физиологическим особенностям различаются между собой. Эти различия проявляются в потребности в источниках углеродного питания, в отношении к содержанию кислорода, в реакции на изменение температуры, кислотности, влажности. Все это говорит о том, что факторы внешней среды должны сказываться на распространении грибов.

Интересным является сравнение закономерностей распространения и родового разнообразия микромицетов на различных склонах озелененного породного отвала (северном и южном).

Целями исследования является сравнение количества колоний и родового разно-образия микромицетов на различных склонах озелененного породного отвала, а также выявление доминирующих видов микобиоты растительности южного и северного склонов отвала и их сравнительный анализ в аспекте индикации загрязнения окружающей среды на отвале.

Задачи: расчет количественных и качественных показателей микромицетов, сравнительный анализ полученных результатов на северном и южном склонах породного отвала, сравнительная оценка видового разнообразия микромицетов фитомассы южного и северного склонов угольного отвала методом микроскопирования отобранных образцов растительного материала.

Объектом исследования является отвал шахты №5/6 им. Димитрова, находящийся в одном из центральных районов г. Донецка, на пересечении двух магистральных проспектов – Дзержинского и Ильича.

Рекультивация отвала была выполнена по проекту Донецкого ботанического сада в 1977–1979 гг., с объединением нескольких разновозрастных конических отвалов в плоский многоярусный отвал и его биологической рекультивацией. С тех пор рекультивационные насаждения развились и стали определяющим фактором развития экосистем отвала. Также тут проводилось испытание новых видов фиторекультивантов, что в итоге приблизило эти насаждения по видовому составу и декоративности к региональным парковым насаждениям [4].

Отбор проб субстрата проводили в сентябре 2023 года в начале окончания вегетационного периода по В.Г. Минееву [5] по генетическим горизонтам профиля из разреза через каждые 5, 10, 20 см до глубины 1 м. Составляли смешанную пробу субстратов, отобранных равномерно с одного склона отвала (северного или южного), выбранного учетным участком.

Приготовление почвенной суспензии производилось в стерильной водопроводной воде с последующим посевом на агаризованную питательную среду Чапека в чашки Петри методом разведений (рисунок) [6].

Склоны разных экспозиций и крутизны получают неодинаковое количество тепла и влаги, в различной степени защищены от ветров. Разница температур между северным и южным склоном достигает 5°. Чем круче южные склоны (до определенного предела), тем больше они получают тепла, а северные, наоборот, меньше. Таким образом, в зависимости от ориентации и крутизны склонов водной и той же местности создаются различные микроклиматические и микропочвенные условия, которые влияют на видовое и количественное распространение микромицетов.

Кислые почвы (которыми и являются субстраты озелененных породных отвалов) представлены широким видовым разнообразием Penicillinum Link и Mucor Fresen. Распространение этих видов микромицетов связано с высоким содержанием в почве (субстрате) слаборазложенных органических веществ.

При выделении микромицетов из почв методом разведения почвенной суспензии учет количества содержания грибных зародышей производили следующим образом. В каждой чашке Петри, засеянной почвенной суспензией, вычисляли общее количество колоний микромицетов и находили среднее арифметическое. Субстрат отвала представлен микромицетами родов *Mortierell*a Coem., *Cephalosporium* Link, Mucor Fresen., *Trichosporiella* Fresen, *Cladosporium* Link, Penicillinum Link, *Trichoderma* Pers., *Trichosporium* Kamyschko, *Asteromyces* Wroblewsk.

Для определения общности численности колоний микромицетов в почвах двух разных типов растительных сообществ вычисляли коэффициент общности по формуле Жаккара [6]:

$$K = \frac{a \cdot 100\ \%}{[(в + c + d) - a]}, \quad (1)$$

где a –общее число колоний микромицетов;

в – число микромицетов в почве первого растительного сообщества склонов;

c – число микромицетов в почве второго растительного сообщества склонов;

d – число микромицетов в почве третьего растительного сообщества склонов.

Для характеристики показателя сходства численности колоний микромицетов двух типов почв склонов использовали формулу Серенсена:

$$S = \frac{2D}{(A + B + C)}, \quad (2)$$

где *A* – число колоний в почве первого растительного сообщества;

B – число колоний в почве второго растительного сообщества;

C – число колоний в почве третьего растительного сообщества;

D – число колоний, общих для всех растительных сообществ.

Зависимость между количественным содержанием в почве колоний микромицетов и внесением каких-либо удобрений или погодными условиями (влажностью, температурой) установили посредством коэффициента корреляции, который рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x-x^2)\Sigma\left((y-\bar{y})^2\right)}}, \quad (3)$$

где x – количество колоний микромицетов в почве;

y – численный показатель изучаемого признака (фактора);

$\bar{x}$ и $\bar{y}$ – средние показатели содержания в почве колоний микромицетов и изучаемого признака (фактора).

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты учета микромицетов в рекультивированном породном отвале

Склон	Количество грибных зародышей, *A*, шт.	Общность численности колоний микромицетов, K	Показатель сходства численности колоний микромицетов,*S*	Коэффициент корреляции, *r*
Северный	33	85	0,3	0,9
Южный	169			

Для выявленной нами почвенной микобиоты характерно преобладание по численности колоний микромицетов на южном склоне в 5 раз больше, чем на северном. Из субстрата южного склона выделено и идентифицировано 9 родов микроскопических грибов, в группировке доминировали микромицеты рода *Penicillinum* Link. Из субстрата северного склона выделено и идентифицировано родов 5 родов микроскопических грибов, в группировке доминировали микромицеты рода *Mortierella* Coem (рисунок 1). Микроснимки грибов выполнены при участии к.б.н., научного сотрудника ФГБНУ Донецкий ботанический сад А. И. Губина.

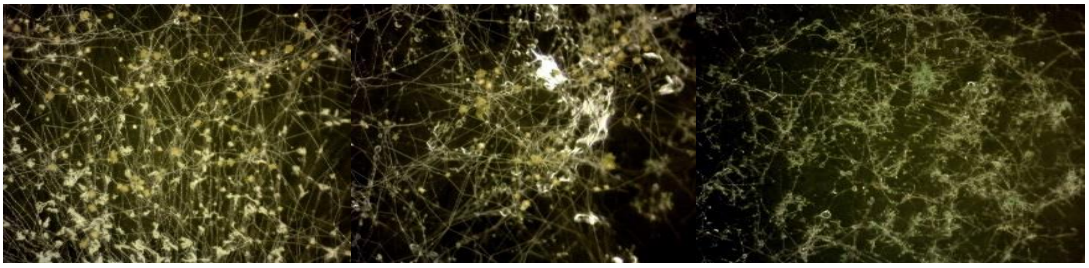
Меньшее видовое разнообразие микромицетов присуще северному склону (количество микроскопических грибов в 5 раз меньше, чем на южном склоне). На южном склоне субстрат более обеднен мукоровыми грибами. На диаграмме на рисунке 2 представлены численности колоний микромицетов по почвам растительных сообществ склонов.

Выполненный анализ полученных данных свидетельствует, что значительная разница в видовом и количественном составе микромицетов южного и северного склонов обоснована тем, что на сукцессионные процессы оказывает фактор площади нарушенных территорий. Чем больше площадь нарушенной территории и чем дальше отвал расположен от естественных сообществ, тем меньше вероятность, что жизнеспособные микромицеты будут подхвачены воздушным потоком и перенесены в техногенные экосистемы.

Склоны различаются по радиационно-термическим характеристикам, что вызывает различия в режиме и характере экзогенных процессов, в сроках наступления сезонных явлений, в условиях обитания микромицетов. Наветренные склоны, особенно подверженные воздействию влажных ветров, отличаются от подветренных большими увлажнённостью и развитием растительности.

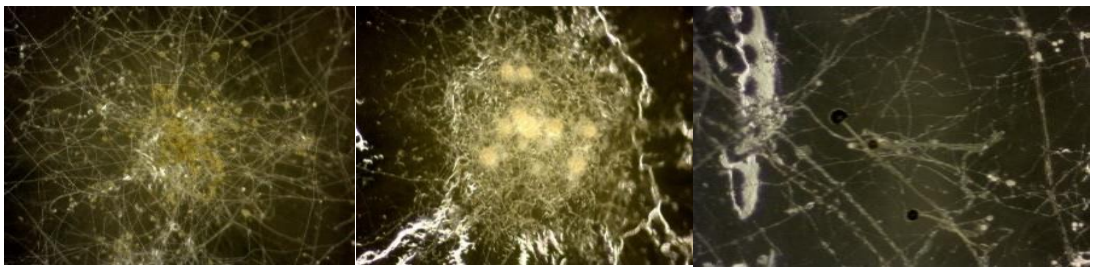
В жаркую погоду и при высокой влажности воздуха споры, по всей видимости, распространяются с помощью ветра по всей поверхности склона. От заражения растения до появления первых признаков болезни обычно проходит от 1 до 2 недель, время зависит от погодных условий. При ветреной и дождливой погоде распространение микромицетов происходит максимально быстро.

Северный склон



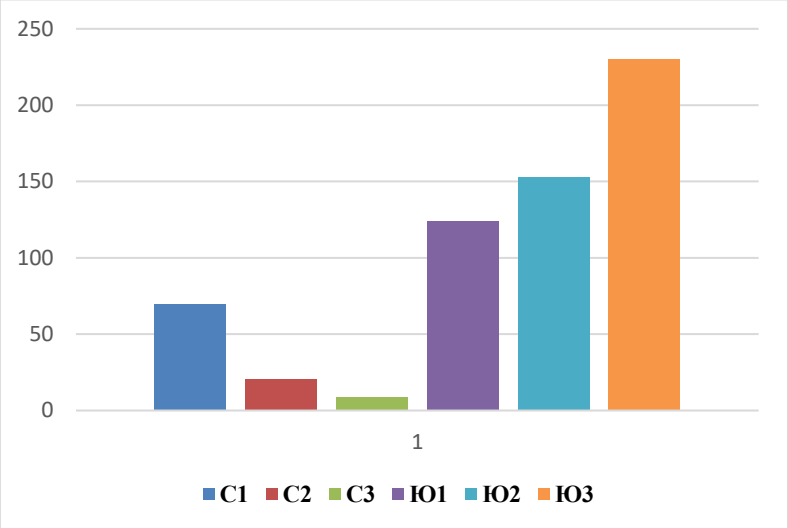
Penicillinum Link | *Trichoderma* Pers | *Mortierella* Coem.

Южный склон



Penicillinum Link | *Penicillinum* Link, *Trichoderma* Pers., *Mortierella* Coem. | *Mortierella* Coem.

Рисунок 1 – Микроснимки почвенной микобиоты угольного отвала



С1, С2, С3 – число колоний в почве соответственно первого, второго и третьего растительных сообществ северного склона;
Ю1, Ю2, Ю3 – число колоний в почве соответственно первого, второго и третьего растительных сообществ южного склона

Рисунок 2 – Численность колоний микромицетов по почвам растительных сообществ склонов

Исследования показали, что под воздействием субстрата отвала происходит изменение структуры комплекса микромицетов и накопление их токсичных видов - представителей условно-патогенных микромицетов, что обуславливает необходимость исследования состава субстрата и контроля за состоянием растительности на отвале.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБНУ Донецкий ботанический сад по теме FREG-2023-0002 «Качественные и функциональные характеристики почв сельскохозяйственных угодий в степной зоне и пути восстановления их биологической продуктивности», № 1023020800023-9-1.6.19.

Список литературы

1. Беломесяцева, Д. Б. Особенности видового состава почвенных микромицетов в хвойных лесах Минской возвышенности / Д.Б. Беломесяцева, Т. Г. Шабашова // Микология и фитопатология. – 2004. – Т. 38. – Вып. 6. – С. 1–7.

2. Берсенева, О. А. Почвенные микромицеты основных природных зон / О. А. Берсенева, В. П. Саловарова, А. А. Приставка // Известия Иркутского государственного университета, серия «Биология. Экология». – 2008. – Т. 1. – № 1. – С. 3–9.

3. Дудка, И. А. Методы экспериментальной экологии: справочник / И. А. Дудка, С. П. Вассер, И. А. Элланская, Э. З. Коваль. – Киев: Наукова думка, 1982. – С. 430–431.

4. Жуков, С. П. Слияние рекультивированных отвалов шахт с городским ландшафтом как вариант экологической оптимизации старопромышленных территорий / С. П. Жуков // Сборник научных трудов ГНБС. – 2018. – Том 147. – С. 210–211.

5. Мишустин, Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов / Е. Н. Мишустин. – М.: Наука, 1975. – 105 с.

6. MYCOBANK Database Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks, 2023 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mycobank.org (дата обращения 13.12.2023).

7. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

8. Хабирова, С. Р. Методы исследования почвенных микромицетов при оценке биологических эффектов загрязнения среды: учебное пособие / С. Р. Хабирова, Э. А. Шуралев, М. Н. Мукминов. – Казань: Казан. ун-т, 2022. – 128 с.

D. A. DOSTOVALOVA[1], N. S. PODGORODETSKY[2], S. D. TRISKIBA[1]

SOIL MYCOBIOTA OF RECLAIMED ROCK DUMP AS AN INDICATOR OF POLLUTION

[1]Donetsk Botanical Garden,
Donetsk, DPR, Russian Federation,
dasha.dostovalova1997@mail.ru,
[2]Donbass National Academy of Civil engineering and Architecture,
Makeyevka, DPR, Russian Federation,
n.s.podgorodetskiy@donnasa.ru

The results of studies comparing the number and generic composition of micromycetes on the slopes of a greened rock dump are presented. Studies have shown that under the influence of the dump substrate, pathogenic micromycetes accumulate, which necessitates the study of the composition of the substrate and monitoring the state of vegetation on the dump.

Key words: mycobiota, rock dump, substrate, indicator.

УДК 633.491

А. О. ЖЕРНЕНКОВ, Т. А. ПАРАМОНОВА, Н. В. КУЗЬМЕНКОВА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ^{137}Cs ПО ОРГАНАМ РАСТЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) И ВЛИЯНИЕ ВАРКИ НА ОСТАТОЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДА В КЛУБНЯХ

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация,
zhiernienkov99@mail.ru, paramonovata@my.msu.ru, kuzmenkovanv@my.msu.ru

Исследованы особенности распределения ^{137}Cs по органам картофеля сорта Гала, возделываемого на радиоактивно загрязнённых сельскохозяйственных угодьях Тульской области (Плавское радиоактивное пятно), а также влияние кулинарной обработки на остаточное содержание радиоцезия в клубнях. Установлены контрастность распределения ^{137}Cs по органам и тканям растения и отсутствие существенного влияния кулинарной обработки на величины удельной активности ^{137}Cs в клубнях, готовых к непосредственному употреблению в пищу.

Ключевые слова: картофель, цезий-137 (^{137}Cs), радиоактивное загрязнение, экологические риски, кулинарная обработка, радиационная гигиена.

Введение. Картофель является традиционным продуктом в рационе питания людей по всему миру и занимает 4 место по востребованности после таких культур как пшеница, рис и кукуруза. Наибольшее потребление картофеля на душу населения отмечается в странах Восточной Европы – почти 90 кг на человека в год [12].

Помимо этого, особенностью Восточной Европы является масштабное радиоактивное загрязнение пахотных угодий техногенным ^{137}Cs, которое произошло в результате чернобыльской аварии [1]. На территории России наиболее загрязнёнными оказались Брянская, Орловская, Калужская и Тульская области [2]. В пределах последней сформировалось Плавское радиоактивное пятно (ПРП), 80 % территории которого заняты пахотными угодьями [6]. В этой связи распределение ^{137}Cs между поедаемыми и несъедобными органами картофеля, а также влияние кулинарной обработки на клубни (варка в воде и варка на пару) вызывают особый интерес с точки зрения радиационной гигиены.

Обзор литературных источников показал, что оценке влияния кулинарной обработки на поведение элементов минерального питания в продукции растениеводства посвящено не так много работ [9, 10, 11, 13, 14]. В свою очередь, поведению элементов радиоактивной природы посвящено ещё меньшее количество исследований [7, 8]. Авторы рискнули взяться за восполнение данного пробела.

Материалы и методы. *Объект исследования.* Объектом исследования послужил расположенный в пределах ПРП агроценоз картофеля, где были отобраны подземная и надземная биомасса картофеля сорта Гала (Gala). Данный сорт имеет столовое назначение и введён в использование на территории России в 2008 году [4].

Полевые исследования. Образцы надземной и подземной биомассы картофеля отбирались раздельно в трёхкратной повторности на укосных площадках площадью 0,25 м^2, расположенных с учётом междурядий 80±5 см. Дополнительно фракции растений картофеля – плоды, листья, стебли, столоны, клубни и корни отбирались в количестве от 1 кг (плоды) до 10 кг (клубни) сырой массы по всей площади опорной площадки размером 25 х 25 м^2.

Лабораторные исследования. Надземные и подземные органы картофеля тщательно отмывались от мелкозёма почвы с помощью дистиллированной воды. Отмытые органы растения высушивались при 75^{o}C в течение 48 часов с последующим определением абсолютно сухой биомассы и содержания сухого вещества, измельчались до однородной массы и затаривались для дальнейшего анализа.

Для определения величин удельной активности ^{137}Cs в пробах растений применялся гамма-спектрометрический метод в геометрии «дента», либо «чашка Петри» диаметром 4 см (для проб тонких корней и перидермы клубня). Измерения проводились на полупроводниковом гамма-спектрометре Canberra GR 3818 с детектором из особо чистого германия HPGe (США) с использованием программы обработки спектров “SpectrLineGP” (Россия).

Для кулинарной обработки картофеля использовалась мультиварка «REDMOND» на режимах «варка» и «варка на пару». При этом клубни картофеля массой ≈ 1 кг отваривались в мундире, в виде очищенных цельных и очищенных и нарезанных на брусочки клубней. Соотношение «сырая масса клубней : вода» бралось, согласно рекомендациям по приготовлению картофеля, как 1 : 2. Контролировались масса продукта до и после кулинарной обработки, величины удельной активности и общих запасов ^{137}Cs в приготовленном продукте, отдельно определялась доля радионуклида, перешедшего в отвар.

Результаты и обсуждение. Очевидно, что для многих элементов минерального питания распределение по органам и тканям неравномерно и зависит от их биохимических функций в растениях. В случае, когда физиологическая роль не определена, это зависит от различных факторов, включая степень фитотоксичности [3].

Органы картофеля были упорядочены в соответствии с величиной убывания показателей удельной активности 137Cs в следующие ряды (рисунок 1):

– для фракций надземной биомассы: стебли < плоды < листья;

– для фракций подземной биомассы: мякоть клубня < крупные корни < перидерма клубня < средние корни < тонкие корни, столоны.

Тонкие корни накапливали наибольшее количество радионуклида на единицу массы, поскольку через них происходило наиболее активное всасывание ^{137}Cs в растение. Кроме того, столоны также накапливали значительное количество радионуклида, поскольку именно через них осуществлялся нисходящий транспорт веществ из фотосинтезирующих органов в клубни картофеля. Таким образом, органы, преимущественно состоящие из проводящих тканей, являлись в растении картофеля биогеохимическими барьерами, на которых происходило относительное накопление ^{137}Cs.

Клубни картофеля напротив были одними из самых мало накапливающих ^{137}Cs частей растения, с наименьшими значениями удельной активности. Однако при этом клубни – как самый продуктивный орган картофеля – сосредотачивали в себе основную часть запасов ^{137}Cs (рисунок 2).

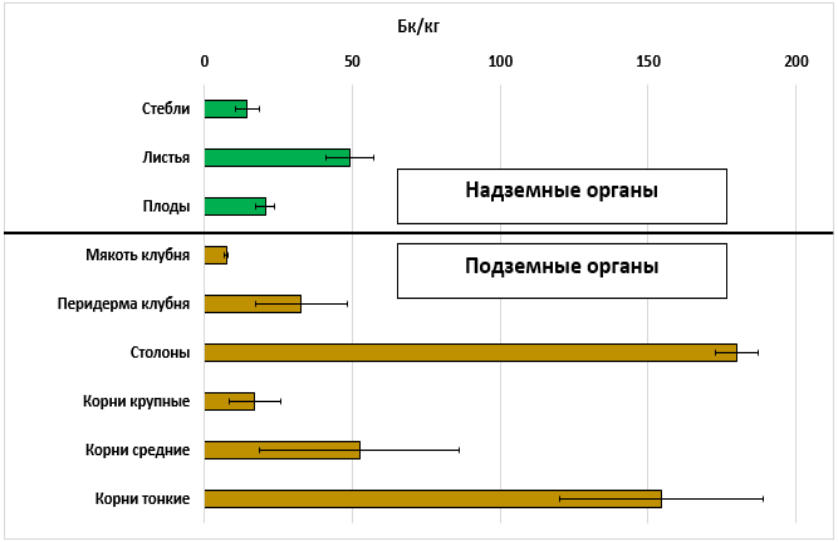


Рисунок 1 – Распределение средних величин удельной активности ^{137}Cs по органам и тканям растений картофеля, Бк/кг

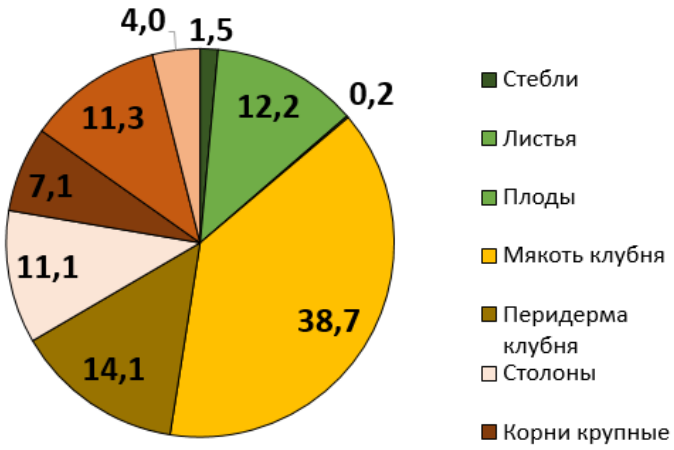


Рисунок 2 – Распределение долей запасов ^{137}Cs по органам растений картофеля, %

Варка клубней картофеля в воде и на пару приводила к переходу части наколенного в них ^{137}Cs в отвар, что отражалось в некотором снижении остаточного содержания радионуклида в готовом к потреблению продукте (таблица 1). При этом непосредственный контакт с водой в процессе приготовления не имел решающего значения – переход ^{137}Cs в отвар был фактически идентичным и при традиционной варке, и при варке не пару. Более существенную роль играла механическая обработка картофеля перед варкой – при предварительной очистке клубней от кожуры остаточное содержание ^{137}Cs в готовом к потреблению продукте снижалось, поскольку минеральные элементы концентрируются в коре и перидерме клубня, а сердцевина при этом значительно бедна ими [5]. Кроме того, переход ^{137}Cs в отвар активизировался при нарезке клубней на брусочки.

Таблица 1 – Величины удельной активности ^{137}Cs во фракциях картофеля после варки в воде и варки на пару, Бк/кг, Бк/л

Бк/кг, Бк/л	Варка в мундире			Варка очищенного картофеля			Варка очищенного и нарезанного на кусочки	
Фракция	Отваренный картофель (без кожуры)	Кожура (с отваренного картофеля)	Отвар	Отваренный картофель	Отвар	Бланшировочный слив	Отваренный картофель (нарезанный кусочками)	Отвар
Варка в воде	6,8	44,4	0,5	6,3	0,3	0,5	2,8	0,5
Варка на пару	4,2	21,0	0,4	4,1	0,4	–	3,5	0,4

Однако различия распределения долей запаса ^{137}Cs в клубнях картофеля до варки и после неё не так существенны. Это говорит о прочной связи значительной части перешедшего в растения радионуклида с компонентами клеточной стенки и органелл (рисунок 3).

Были получены эмпирические данные о наиболее важном и продуктивном органе картофеля, который употребляется в пищу человеком – клубне. Контрастность величин

удельной активности ^{137}Cs по органам и тканям столового картофеля сорта Гала достаточно высокая. Наибольшие показатели отмечены у столонов (179,8 Бк/кг) и тонких корней (154,4 Бк/кг), наименьшие – у мякоти клубня (7,3 Бк/кг). Вместе с этим, основным депо накопления радионуклида служат клубни картофеля, доминирующие в структуре его биомассы и накапливающие более 53 % ^{137}Cs, перешедшего в процессе биогенной миграции из почвы в растение.

Рисунок 3 – Распределение долей запасов ^{137}Cs после варки в воде и варки на пару, %

Заключение. Тепловые методы кулинарной обработки картофеля (варка в воде и варка на пару) не оказывают существенного влияния на величину удельной активности ^{137}Cs в подготовленном к непосредственному потреблению человека продукте питания. Однако при этом данные методы не являются единственными методами кулинарной обработки картофеля. В дальнейшем планируется опробование и других методов (варка в солёном растворе, запекание в фольге, отжим сока и осаждение крахмала).

Благодарность. *Исследование проведено в рамках проекта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение № 075-15-2024-614 от 13 июня 2024 го-да) «Потоки потенциально токсичных элементов и соединений в речных бассейнах: технологии изучения, количественная оценка и прогноз».*

Список литературы

1. Атлас загрязнения Европы цезием после Чернобыльской аварии / Люксембургское бюро для официальных изданий Европейских сообществ, 1998. – 71 с.

2. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварий на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси. – Минск, 2009. – 136 с.

3. Баргальи, Р. Биогеохимия наземных растений: экофизический подход к биомониторингу и биовосстановлению / Р. Баргальи; Пер. с англ. Михайловой Н.И.; под ред. чл.-корр. РАН Н. С. Касимова. – Москва: Геос, 2005.

4. Сорта картофеля, возделываемые в России: 2013. Справочное издание / Под общ. ред. С. Н. Еланского. – Москва, Агроспас, 2013. – 144 с.

5. Черевко А.И., Михайлова В.М. Энциклопедия питания. Т.6. 2019.

6. Росреестр. Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Тульской области в 2020 году. – Тула, 2021. – URL: https://rosreestr.gov.ru/upload/to/tulskaya-oblast/statistika-i-analitika/doklady/Региональный%20Доклад%202020_Тульская%20область.pdf.

7. Aarkrog A., “Seasonality”, Modelling of Resuspension, Seasonality and Losses during Food Processing: First Report of the VAMP Terrestrial Working Group, IAEATECDOC-647, IAEA, Vienna (1992) 61.

8. Garland J.A., Pattenden N.J., Playford K., “Resuspension following Chernobyl”, Modelling of Resuspension, Seasonality and Losses during Food Processing: First Report of the VAMP Terrestrial Working Group, IAEA-TECDOC-647, IAEA, Vienna (1992).

9. Giacomo Dugo, Lara La Pera, Vincenzo Lo Turco, Rosina Matarese Palmieri, Marcello Saitta. Effect of boiling and peeling on manganese content of some vegetables determined by derivative anodic stripping chronopotentiometry (dASCP)., 2005.

10. Jerrilynn D. Burrowes and Nicholas J. Ramer. Changes in Potassium Content of Different Potato Varieties After Cooking., 2008.

11. Jerrilynn D. Burrowes and Nicholas J. Ramer. Removal of Potassium from Tuberous Root Vegetables by Leaching., 2006.

12. Mustafe Pllana & Nazim Merovci & Melihate Jashari & Aida Tmava & Fisnik Shaqiri, 2018. "Potato Market and Consumption," International Journal of Sustainable Economies Management (IJSEM), IGI Global, vol. 7(3), pages 19-29, July.

13. Richard Koplik, Oto Mestek, Jana Kominkova, Marketa Horkova, Miloslav Suchanek. Effect of cooking on phosphorus and trace elements species in peas., 2004.

14. Seal J. F., Whicker F. W., Adriano D. C. Uptake of 137Cs in vegetable crops grown in a contaminated lake bed., 1995.

A. O. ZHERNENKOV, T. A. PARAMONOVA, N. V. KUZMENKOVA

DISTRIBUTION OF ^{137}CS BY ORGANS OF THE POTATO PLANT (*SOLANUM TUBEROSUM L.*) AND THE EFFECT OF COOKING ON THE RESIDUAL RADIONUCLIDE CONTENT IN TUBERS

Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation,
zhiernienkov99@mail.ru, paramonovata@my.msu.ru, kuzmenkovanv@my.msu.ru

The features of the distribution of ^{137}Cs by organs of Gala potatoes cultivated on radioactively contaminated agricultural lands of the Tula region (Plavsky radioactive spot), as well as the effect of culinary processing on the residual content of radiocesium in tubers, were studied. The contrast of the distribution of ^{137}Cs across the organs and tissues of the plant and the absence of a significant effect of culinary processing on the values of the specific activity of ^{137}Cs in tubers ready for direct consumption were established.

Key words: potatoes, caesium-137 (^{137}Cs), radioactive contamination, environmental risks, culinary processing, radiation hygiene.

УДК 553.98

Р. Ш. ЗИГАНШИН, М. А. ДАВЫДОВ, П. В. СКЛЮЕВ

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА ПРИ ЗАКАЧКЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
г. Самара, Российская Федерация,
pauc97@gmail.com

В работе представлены результаты анализа мирового опыта исследования оценки совместимости углекислого газа при его закачке в нефтяные и водонасыщенные пласты; предложены способы минимизации негативного воздействия углекислого газа на призабойную зону пласта – проведение комплексных геолого-технических мероприятий для восстановления проницаемости призабойной зоны пласта.

Ключевые слова: углеродный менеджмент, разработка нефтяных месторождений, добыча нефти, углекислый газ, повреждение пласта.

В настоящее время значительно количество международных нефтедобывающих и энергетических компаний озабочены вопросами сокращения углеродного следа своей продукции. Одним из способов сокращения выбросов парниковых газов является улавливание углекислого газа и последующая его закачка для постоянного хранения в подземные хранилища газа или применение в процессах увеличения нефтеотдачи продуктивных пластов, в том числе с высоковязкими нефтями.

С увеличением потребления нефти и природного газа в мире и увеличением добычи нефти из нефтяных пластов пластовое давление в залежах начинает снижаться. С другой стороны, использование нефти и нефтепродуктов приводит к увеличению выбросов углекислого газа и метана в окружающую среду и является одной из причин глобального потепления. Кроме того, структура запасов углеводородного сырья все более смещается в сторону трудноизвлекаемых запасов, среди которых выделяют нефти низкопроницаемых коллекторов и высоковязкие нефти, а также природные битумы. При этом высоковязкие нефти и природные битумы обладают выраженными неньютоновскими свойствами, что осложняет разработку таких месторождений [4, 6, 17].

Ряд отечественных и зарубежных нефтяных и энергетических компаний уже включили в свои стратегии цели по сокращению выбросов парниковых газов, в том числе метана, для сокращения углеродного следа продукции [8, 9, 11]. В российском законодательстве и метан, и углекислый газ также относят к парниковым газам [10].

Одним из эффективных методов снижения количества углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу, и повышения пластового давления является применение его для увеличения нефтеотдачи пластов и улавливание, хранение углерода (CCS), при котором закачивается углекислый газ, полученный из промышленных источников, закачивается в подземные формации (например, в выработанные месторождения). Углекислый газ снижает вязкость нефти и увеличивает подвижность, обеспечивая экономичное состояние. Более того, благодаря использование и рециклинг углекислого газа может помогает уменьшить его концентрацию в окружающей среде. Однако, для закачки углекислого газа требуется строительство специальных скважин или реконструкция уже имеющихся [1–3].

Помимо экологических и экономических преимуществ за счет снижения выбросов углекислого газа в атмосферу и увеличения добычи нефти, закачка CO_2 вызывает различные ряд осложнений непосредственно в самом продуктивном пласте. В данной

работе представлен обзор опыта лабораторных и промысловых исследований осложнений, возникающих при взаимодействии углекислого газа с пластовыми флюидами (нефть, вода) и горной породой пласта-коллектора.

При этом углекислый газ в пластовых условиях может взаимодействовать:

1. С пластовой водой: с образованием угольной кислоты и выпадением солей, при этом отмечается влияние на межфазное натяжение на границе «нефть – вода».

2. С породой пласта-коллектора: с образованием солей и реакции минералов с угольной кислотой.

3. С породой пласта-покрышки и пласта-подошвы: с образованием солей и реакции минералов с угольной кислотой.

4. С нефтью: с выпадением асфальтенов (деасфальтизация нефти в пласте), при этом отмечается влияние на межфазное натяжение на границе «нефть – вода».

Авторами данной работы проведен обзор мирового опыта проведения исследований совместимости различных образцов нефти и воды в лабораторных условиях. Также изучен опыт внутрискважинных исследований скважин, через которые углекислый газ длительно закачивался в пласты.

Специалистами университета Хериотт-Ватт (Эдинбург, Великобритания) проведены исследования повреждения призабойной зоны водонасыщенного пласта при закачке углекислого газа с использованием трехмерного гидродинамического моделирования [15]. Исходными условиями для трехмерной модели являлись: радиус 4 000 м, толщина пласта 375 метров, угол падения пласта 2 градуса. Разбиение по сетке было следующим: 699 ячеек в радиальном направлении, 48 слоев в вертикальном направлении. Радиус скважины 0,1 м. Закачка моделируется на уровне 600 тысяч тонн в год (общий период моделирования – 15 лет). Пластовое давление задано равным 14,1 МПа. Максимальное давление закачки было установлено на уровне 30 МПа. Пластовая температура 57,2°С. Перфорация скважины: 1 291–1 459 м. Абсолютная проницаемость пласта 500 мДарси. Минеральный состав породы был представлен следующими минералами (в объемных долях): Альбит 0,088; Ангидрит 0,019; Кальцит 0,021; Доломит 0,027; Галит 0,037; Иллит 0,078; Полевой шпат 0,53; Кварц 0,657. Поровые каналы моделировались в равномерном виде [15]. Состав воды приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные по составу пластовой воды водонасыщенного пласта [15]

Водный компонент	Концентрация в пластовой воде (моль)
H	10^{-7}
Na	3,6882
Al	10^{-7}
SiO_2	0,2278
Ca	10^{-7}
SO_4	0,1277
Mg	4,3834
Cl	4,3834
K	0,0339
HCO_3	10^{-7}
CO_3	10^{-7}
OH	10^{-7}

По результатам выполненного моделирования, авторами работы установлено, что в представленных условиях было установлено, что растворяется при закачке углекислого газа только доломит, а все остальные минералы выпадают в осадок [15]. Отмечается, что в данных условиях моделирования основное внимание было уделено выпадению галита

в поровом пространстве пласта-коллектора. Было установлено, что влияние на приемистость не является значительным при непрерывной и продолжительной закачке CO_2 с постоянной скоростью. Эффекты капиллярного давления вызвали повторное впитывание соляного раствора и, следовательно, большее осаждение. Отложения галита привели к перенаправлению потоков CO_2, но для используемой конфигурации не произошло значительного изменения давления нагнетания (рисунок 1). Авторами работы рассматривается возможность снижения интенсивности выпадения осадков путем подачи оторочек пресной воды при закачке углекислого газа в пласт, насыщенный высокоминерализованной водой [15].

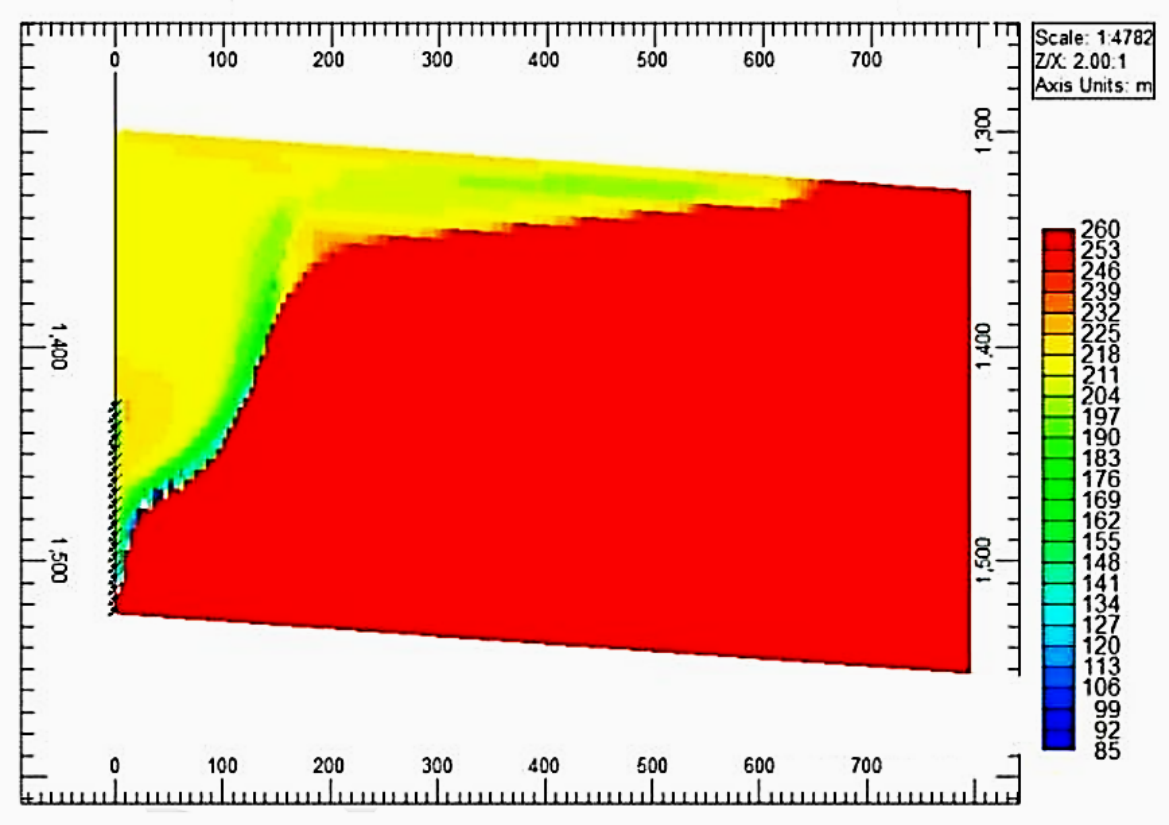


Рисунок 1 – Повреждение призабойной зоны пласта отложениями галита через временной интервал 13,5 лет постоянной закачки CO_2 в водонасыщенный пласт. Проницаемость пласта снижается от 33 до 50 % от первоначального значения [15]

Специалисты университета Халифа (Абу-Даби) также провели численное моделирование оценки повреждения пласта при закачке углекислого газа [16]. Было установлено, что растворение породы вблизи ствола скважины может вызвать миграцию частиц породы далее в пласт, что приведет к закупориванию пор и, соответственно, снижению проницаемости пласта. Исследованиями установлено, что закачка CO_2 идет эффективнее для более глубоких пластов с повышенной температурой, что способствует растворению породы угольной кислотой и сокращает вероятность выпадения солей.

В работе иранских специалистов представлены результаты фильтрационных экспериментов на исследование процессов взаимодействия нефти, воды и углекислого газа в поровом пространстве керна [18]. Для фильтрационных экспериментов были отобраны образцы пород Гачсаранской свиты. Пласт Гачсаран – это порода-покрышка нефтяного месторождения Асмари мощностью 700 м, которая начинается от района Загрос до Персидского залива. Основными породами являются галит, ангидрит и мергель. Пластовая температура экспериментов составляла 60 °C. Состав пластовой воды для эксперимента был следующий (в ppm): Na+K 66721, Ca 3820, Mg 1312, Fe 0, CO_3 0, SO_4 1633, HCO_3 288, Cl 111026. Дегазированная

нефть имела следующий состав (% масс.): nC_4 0,04; NC_5 0,13; iC_5 0,43; C_6 10,11; C_7 11,09; C_8 7,41; C_9 7,8; C_{10} 6,54, C_{11} 5,13, C_{12}+ 51,31. Плотность нефти при 20°С составляла 873 кг/м^3, динамическая вязкость при 20 °С 34,87 сПуаз, при 60 °С – 6.51 сПуаз [18].

Авторами работы были выполнены фильтрационные исследования по прокачке углекислого газа в сверхкритическом состоянии через нефтенасыщенный керн [18]. Объемный расход при фильтрации варьировался от 0,01 до 0,5 мл в минуту. Установлена прямая зависимость между относительной фазовой проницаемостью и осаждением асфальтенов на стенки порового пространства горной породы. При увеличении количества асфальтенов относительная проницаемость по минерализованной воде увеличивается (таблица 2), что показывает, что породы становятся более смачиваемыми нефтью, чем ранее [18]. Отдельное внимание следует обратить на полученные авторами результаты зависимости ряда параметров от скорости закачки CO_2.

Таблица 2 – Объемный расход (скорость закачки) CO_2 и его влияние на другие параметры [18]

№ теста	Объемный расход, мл/мин	Изменение абсолютной проницаемости керна, мД	Выпадение асфальтенов, % масс	Изменение угла смачивания породы нефтью, в градусах	Коэффициент вытеснения, %
1	0,01	+0,75	2,13	4,1	56,93
2	0,05	+0,87	1,53	7,89	58,3
3	0,1	+0,61	1,12	16,6	62,74
4	0,2	+0,46	4,26	14	56,87
5	0,3	+0,89	3,86	37	55,1
6	0,5	+0,82	1,68	3	53,84

Авторы отмечают, что асфальтены, выпавшие из нефти при взаимодействии с CO_2, являлись основной причиной увеличения проницаемости керна по воде и, соответственно, снижения фазовой проницаемости по нефти [18]. Это также следует учитывать при планировании закачки CO_2 в пласт [18].

Выпадение асфальтенов фиксируется даже у маловязких легких нефтей [14]. Специалистами университета Санвей (Куала Лумпур, Малайзия) выполнены фильтрационные испытания со следующей нефтью: содержание асфальтенов 0,42 % масс., вязкость при 98 °С равна 0,8 сПуаз, плотность при пластовых условиях 520 кг/м^3. Выпадение асфальтенов варьировалось в пределах 0,11–0,31 % масс. от общей массы пробы нефти [14].

В работе специалистов Southwest Petroleum University [19] представлены результаты взаимодействия углекислого газа, горной породы и нефти (таблица 3). Был проведен эксперимент статического воздействия при PVT-условиях на горную породу образцов керна (рисунок 2).

Таблица 3 – Минеральный состав горной породы до и после воздействия на породу углекислым газом в сверхкритическом состоянии [19]

Минералы	Молекулярная формула	Массовая доля, %		
		До эксперимента	После эксперимента	Разница до и после
1	2	3	4	5
Кварц	SiO_2	36,64	33,67	–2,97
Доломит	$CaMg(CO_3)_2$	5,21	4,35	–0,86
Плагиоклаз	$Na[AlSi_3O_8]\cdot Ca[Al_2Si_2O_8]$	28,67	37,49	8,82

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
Ортоклаз	$K[AlSi_3O_8]$	5,63	5,28	–0,35
Кальцит	$CaCO_3$	7,12	3,54	–3,58
Сидерит	$FeCO_3$	0,22	0,19	–0,03
Пирит	FeS_2	10,24	5,39	–4,85
Глинистые минералы	–	6,25	10,09	3,84

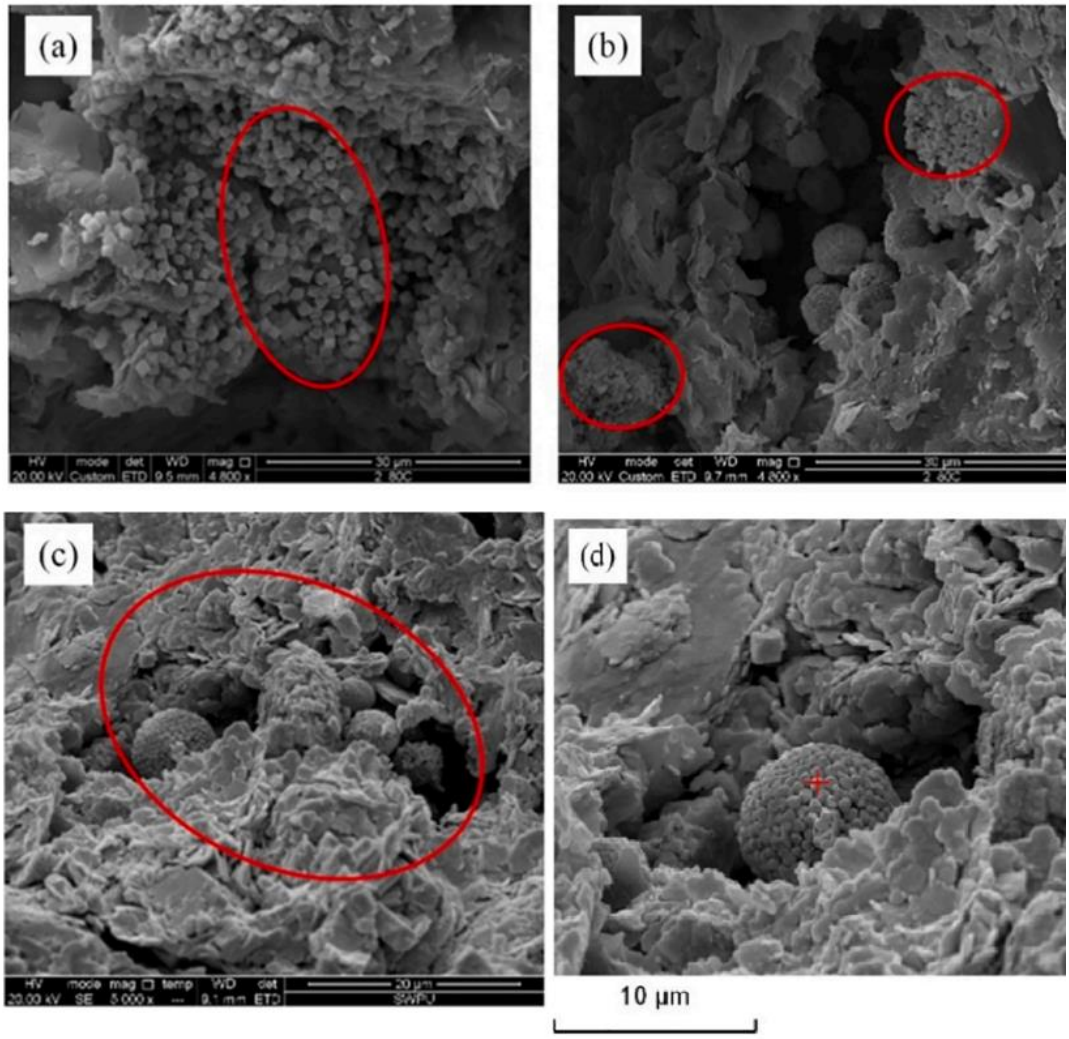


Рисунок 2 – Результаты исследования горной породы электронным микроскопом после (a) – октаэдрический пирит; (b) – кубический пирит; (c) – сферический пирит; (d) ЭДС-спектры сферического пирита [19]

Авторами установлены следующие эффекты. Некоторые свободные зерна и растворенные минералы находятся во взвешенном состоянии в поровом пространстве, заполненном флюидами, из-за взаимодействия CO_2 с породой, а растворение минералов и транспорт частиц приводят к изменению коллекторских свойств как в газовой, так и в водной зоне [19]. Экспериментально установлено, что взаимодействие «CO_2-раствор-порода» обычно приводит к резкому снижению проницаемости пласта, что может отрицательно повлиять на закачку и хранение CO_2. Отмечается, что для коллекторов с высокой пористостью такие эффекты могут быть незначительны [19].

В работе [20] представлены результаты исследования скважины для закачки углекислого газа на проекте улавливания и хранения электростанции Boundary Dam Power Station, угольной электростанции, принадлежащей SaskPower, расположенная недалеко от Эстевана, Саскачеван, Канада (таблица 4). Нагнетательная скважина длиной 3 396 м для проекта Aquistore была пробурена летом 2012 года. Закачка углекислого газа через перфорационные отверстия, распределенные по 4 зонам в скважине диаметром 4,5 дюйма, началась в апреле 2015 года. Установлено наличие чашуеобразных отложений в интервале 3 170 м и ниже по глубине.

Таблица 4 – Состав пластовой воды и состав извлеченных отложений [20]

Состав пластовой воды		Состав отложений			
	г/литр		миллимоль/литр	г/литр	куб.см/л
Na^+	87,7	Галит	3815	222,95	102,7
K^+	4,96	Сильвит	124	9,24	4,6
Ca^{2+}	32,5	CaL2·2H2O	809	1118,98	64,3
Mg^+	1,7	MgCl2·6H2O	70	14,23	9,1
Cl^-	203	Ангидрит	1,6	0,22	0,1
SO_4^{2-}	0,15	Кальцит	0,4	0,04	< 0,1
HCO_3^-	0,05	Общее содержание			180,9
Br^-	0,71				

Также было проведено исследование скважины с помощью скважинной видеокамеры. Авторами работы сделаны следующие выводы. Согласно исследованиям, многие перфорационные отверстия в нагнетательной скважине, по крайней мере, частично закупорены осажденными солями (рисунок 3). Хотя эти в настоящее время закупоренные перфорационные отверстия, вероятно, никогда не входили в число тех, которые получали наибольший поток углекислого газа при нагнетании, продолжающееся отложение солей приведет к снижению приемистости скважины в долгосрочной перспективе [20].

Авторами работы сделаны следующие выводы [20]. Согласно исследованиям, многие перфорационные отверстия в нагнетательной скважине, по крайней мере, частично закупорены осажденными солями. Хотя эти в настоящее время закупоренные перфорационные отверстия, вероятно, никогда не входили в число тех, которые получали наибольший поток углекислого газа при нагнетании, продолжающееся отложение солей приведет к снижению приемистости скважины в долгосрочной перспективе.

Такие отложения могут увеличиваться в объеме и в конечном итоге перекрывать продуктивные нижние перфорации. Кроме того, соль будет попадать в зумпф и постепенно засорять ствол скважины все выше, к нижним отверстиям перфорации. Авторами рекомендуется вести закачку как можно более осушенного углекислого газа для предотвращения его активного взаимодействия с металлом обсадной колонны и породами в присутствии водной среды [20].

Согласно выполненному анализу опыта лабораторных и промысловых исследований, на месторождениях с закачкой углекислого газа целесообразно применение комплексных геолого-технических мероприятий по восстановлению проницаемости призабойной зоны пласта. Обработка призабойной зоны может выполняться с использованием углеводородного реагента-растворителя, с применением кислотных составов и различных способов их закачки, а также с использованием комплексных методов (рисунок 4) [5, 7, 12, 13].

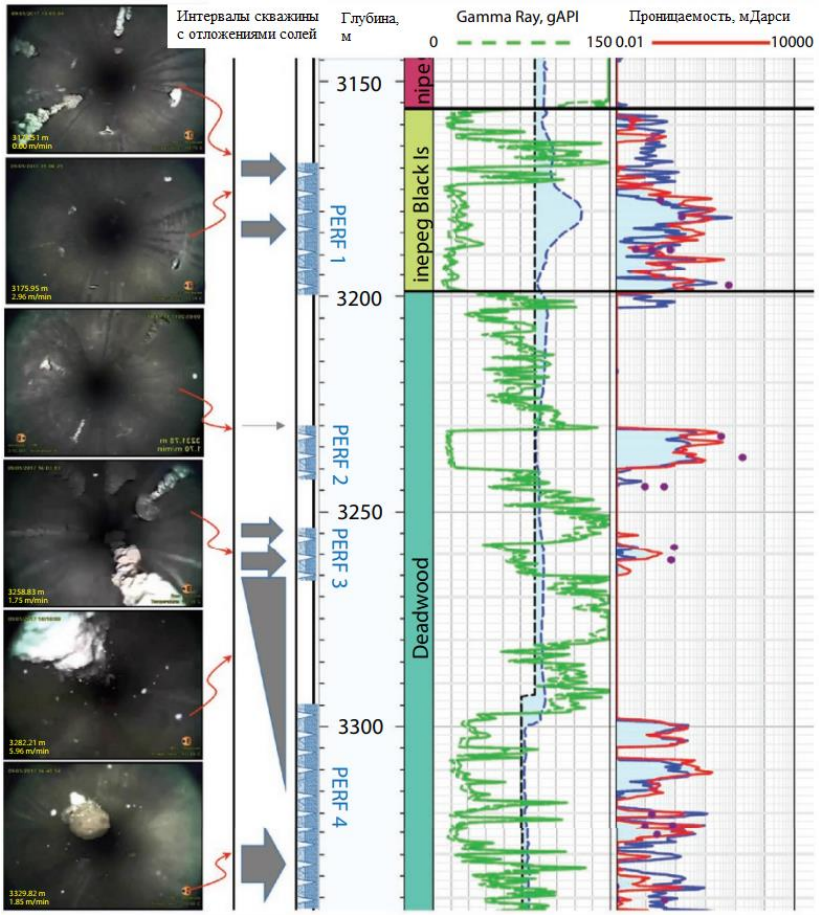


Рисунок 3 – Исследование скважины с помощью скважинной видеокамеры [20]

Рисунок 4 – Комплексная технология обработки призабойной зоны пласта растворителем и кислотным составом [6]

На основе проведенного обзора можно сделать следующие выводы:

1. Лабораторными и промысловыми исследованиями установлено, что закачка углекислого газа в водонасыщенные и нефтенасыщенные пласты может приводить к возникновению осложнений как в призабойной зоне пласта, так и на удалении от скважины, непосредственно в самом продуктивном пласте. Выпадение солей при взаимодействии с пластовой водой, выпадение асфальтенов при взаимодействии с нефтью с течением времени может приводить к существенному снижению проницаемости призабойной зоны пласта.

2. Установлено, что закачка углекислого газа также может и приводить к положительным эффектам: благодаря взаимодействию с породой и водой пласта-покрышки могут выпадать соли, дополнительно сокращающие проницаемость по газу, что может обеспечить дополнительную герметичность породы-покрышки.

3. Проведение лабораторных исследований совместимости нефти и воды с углекислым газом позволит установить будущие осложнения на объекте закачки и принять меры для их предотвращения или адаптации геолого-технических мероприятий для восстановления проницаемости призабойной зоны пласта нагнетательных и добывающих скважин.

Авторами данной работы запланировано проведение собственных исследований по оценке совместимости углекислого газа и различных видов нефтей месторождений Самарской области.

Список литературы

1. Зиганшин Р.Ш., Бодоговский Н.С., Рощин П.В., Никитин А.В., Зиновьев А.М. Конструкционные особенности скважин на объектах с применением закачки углекислого газа // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 3.

2. Зиганшин Р.Ш., Зиновьев А.М., Рощин П.В., Никитин А.В., Логинов А.А. Объекты подземного хранения и использования углекислого газа: осложнения при эксплуатации скважин // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 6.

3. Зиганшин Р.Ш., Маргачев Д.А., Зиновьев А.М., Никитин А.В., Давыдов М.А., Соболева Е.И. Методология формирования перечня скважин - кандидатов для циклической обработки углекислым газом // Нефть. Газ. Новации. 2023. № 8 (273). С. 97–100.

4. Зиновьев А.М., Ольховская В.А., Коновалов В.В., Мардашов Д.В., Тананыхин Д.С., Рощин П.В. Исследование реологических свойств и особенностей фильтрации высоковязких нефтей месторождений Самарской области // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (38). С. 197–205.

5. Карпунин Н.А., Рязанов А.А., Рощин П.В., Хромых Л.Н., Щукин Н.А. Подбор основы кислотного состава пролонгированного действия для терригенных коллекторов с повышенным содержанием карбонатных минералов в условиях высоких пластовых температур. Вестник евразийской науки. 2018. Т. 10. № 5. С. 78.

6. Киреев И.И., Рощин П.В., Демин С.В. Интенсификация добычи высоковязкой нефти. Деловой журнал Neftegaz.RU. 2020. № 4 (100). С. 88–91.

7. Кожин В.Н., Рощин П.В., Никитин А.В., Киреев И.И., Амиров А.А., Хафизов В.М., Смирнов Е.А., Чернова Е.А., Васякин Е.М. Опыт применения реагентов-растворителей для интенсификации добычи нефти на скважинах АО «Самаранефтегаз» // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 6.

8. Никитин А.В., Рощин П.В., Савельев А.А., Огородникова Е.М., Изотенко Е.В., Рашевская Ю.А., Гилаев Г.Г. Углеродный след продукции в современных условиях // Нефть. Газ. Новации. 2023. № 7 (272). С. 11–17.

9. Парамзин А.Р., Давыдов М.А., Рощин П.В. Декарбонизация вертикально-интегрированных нефтяных компаний. Новые технологии в ТЭК, энергоэффективность и энергосбережение в ТЭК // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Ханты-Мансийск, 2023. С. 350–358.

10. Рашевская Ю.А., Рощин П.В., Губа А.С., Савельев А.А., Никитин А.В. Метан и углекислый газ в российском законодательстве // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 2.

11. Рощин П.В., Захарова М.В. Парниковые газы. Декарбонизация нефтегазовой отрасли // Сборник тезисов докладов научно–технического форума ООО «СамараНИПИнефть». Самара, 2022. С. 127–128.

12. Рощин П.В., Зиновьев А.М., Рязанов А.А., Соболева Е.И., Никитин А.В., Мурзаханов А.Р. Повышение эффективности добычи высоковязкой нефти с использованием реагентов-растворителей: лабораторные испытания и внедрение на производстве // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2.

13. Рощин П.В., Никитин А.В., Смирнов Е.А., Кожин В.Н., Пчела К.В., Киреев И.И., Демин С.В., Манасян А.А., Амиров А.А., Воробьев С.В. Обоснование применения комплексной технологии гидромониторного воздействия на призабойную зону пласта на месторождениях высоковязкой нефти // Экспозиция Нефть Газ. 2020. № 5 (78). С. 36–41

14. Alian S. S. et al. Study of Asphaltene Precipitation induced formation Damage during CO_2 Injection for a Malaysian light oil // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2011.

15. Jin M. et al. Geochemical modelling of formation damage risk during CO_2 injection in saline aquifers // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2016. – Т. 35. – С. 703–719.

16. Khurshid I., Afgan I. Geochemical investigation of CO2 injection in oil and gas reservoirs of middle east to estimate the formation damage and related oil recovery // Energies. – 2021. – Т. 14. – №. 22. – С. 7676.

17. Olkhovskaya V.A., Roschin P.V., Struchkov I.A., Litvin V.T., Zinoviev A.M., Dziwornu Ch.K. Heavy oil production. Saint-Petersburg, 2021.

18. Shojaei K. G., Moghadasi J. Experimental investigating of the effect of CO_2 injection parameters on asphaltene precipitation and formation damage in live oil // Greenhouse Gases: Science and Technology. – 2024.

19. Tang Y. et al. Experiment on CO_2-brine-rock interaction during CO_2 injection and storage in gas reservoirs with aquifer // Chemical Engineering Journal. – 2021. – Т. 413. – С. 127567.

20. Talman S. et al. Salt precipitation at an active CO_2 injection site // Gas injection into geological formations and related topics. – 2020. – С. 183–199.

R. S. ZIGANSHIN, M. A. DAVIDOV, P. V. SKLYUEV

CHANGES IN FILTRATION CHARACTERISTICS OF THE BOTTOM-HOLE ZONE OF AN OIL RESERVOIR DURING CARBON DIOXIDE INJECTION

Samara State Technical University,
Samara, Russian Federation,
pauc97@gmail.com

The paper presents the results of an analysis of world experience in assessing the compatibility of carbon dioxide when injecting it into oil and water-saturated reservoirs; methods have been proposed to minimize the negative impact of carbon dioxide on the bottom-hole zone of the formation – carrying out complex geological and technical measures to restore the permeability of the bottomhole zone of the formation.

Key words: carbon management, oil field development, oil production, carbon dioxide, formation damage.

УДК 911.3,338.4

Л. Р. ИМАНГУЛОВ

РАЗВИТИЕ СФЕРЫ РЕЦИКЛИНГА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ В РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»,
г. Москва, Российская Федерация,
linar.imangulov.1999@mail.ru

В статье анализируются факторы развития сферы рециклинга черных металлов в российских регионах. На основе обзора литературы и результатов исследования выделены базовые факторы развития ломозаготовительной деятельности – сырьевой, потребительский, географический и институциональный. Влияние каждого фактора проиллюстрировано на примере развития отрасли в российских регионах с построением картосхем. Это позволило зафикисировать пространственные дисбалансы развития отрасли между регионами европейской и азиатской части России, приморского и континентального (глубинного) положения. В заключительной части статьи представлены результаты построения регрессионной модели, подтвердившие высокую значимость зависимости уровня развития сферы рециклинга черных металлов от анализируемых в статье факторов.

Ключевые слова: вторичные ресурсы, лом черных металлов, черная металлургия, региональные рынки товаров, география промышленности.

Введение и постановка проблемы. Рост интереса к сфере рециклинга в последние десятилетия связывается с ростом потребления и соответственно с ростом отходов от населения с одной стороны и ростом давления на окружающую среду с другой. Наиболее распространенным материалом участвующем в рециклинге, являются металлы, повторное использование которых в промышленности имеет высокую экономическую рентабельность. В связи с этим сфера рециклинга черных и цветных металлов получила развитие и широкое пространственное распространение в мире и в странах бывшего СССР.

В отечественной библиографии отсутствуют работы, посвященные изучению региональной специфики развития ломозаготовительной деятельности за исключением обзоров региональных рынков металлолома [5] и оценок оптимальности моделей закупок металлолома металлургическими предприятиями [2]. Вместе с этим это важный аспект обеспечения рециклинга с учетом высокой внутрирегиональной неоднородности России.

Функционирование и направления развития ломозаготовительной отрасли определяется целым набором факторов, среди которых исследователями особенно выделяется сырьевой, потребительский, институциональный [1, 4]. Вместе эти факторы определяют целую мозаику сценариев развития ломозаготовительной деятельности в российских регионах в зависимости от их специфики развития [3]. В связи с этим *целью исследования* является выявление, описание и оценка факторов пространственной дифференциации развития ломозаготовительной деятельности в российских регионах.

Материалы и методы. Исследование основано на открытых статистических данных государственных статистических порталов (базы данных «Регионы России. Социально-экономические показатели», «ЕМИСС» и др.), металлургических и ломозаготовительных компаний и отраслевых ассоциаций. Период анализа данных – 2017–2021 гг. В исследовании помимо общенаучных методов используются сравнительно-географический, картографический и геоинформационные методы.

Результаты. Рассмотрим влияние факторов на развитие сферы рециклинга в российских регионах.

Сырьевой фактор определяет наличие, функционирование и масштабы деятельности предприятий ломозаготовительной отрасли. Основной вид сырья – лом и отходы черных металлов характеризуются рядом специфических свойств, среди которых массивность, дисперсность и многофакторность накопления.

Металлолом является одним из отходов экономической деятельности человека, его скопления прямо пропорциональны численности населения той или иной территории, а также ее вовлеченности в хозяйство страны.

Основными регионами накопления лома являются регионы индустриальной специализации прежде всего Уральского и Поволжского экономических районов (рисунок 1). Максимальные объемы накопления лома характерны для регионов металлургической специализации, в которых лом накапливается вследствие особенностей металлургического процесса. Например, Свердловская область – 20,1 млн т./год (23 %), Челябинская область – 7,9 млн т/год (9 %), Кемеровская область – 7,3 млн т/год (8,4 %) и т. д. Оборотный лом, получаемый в производстве, вновь используется в выплавке стали без привлечения сторонних организаций, поэтому эти регионы имеют небольшое количество ломозаготовительных организаций.

Высокие объемы накопления металлолома также характерны для ряда столичных, приморских и приграничных регионов, что связано с концентрацией в их пределах соответствующих видов металлоемкой инфраструктуры и населения. Например, Краснодарский край – 4,1 млн т/г. (4,6 %), Московский столичный регион – 3,9 млн т/г. (4,4 %), Санкт-Петербург – 2,4 млн т/г. (2,8 %), Хабаровский край – 2,4 млн т/г. (2,8 %).

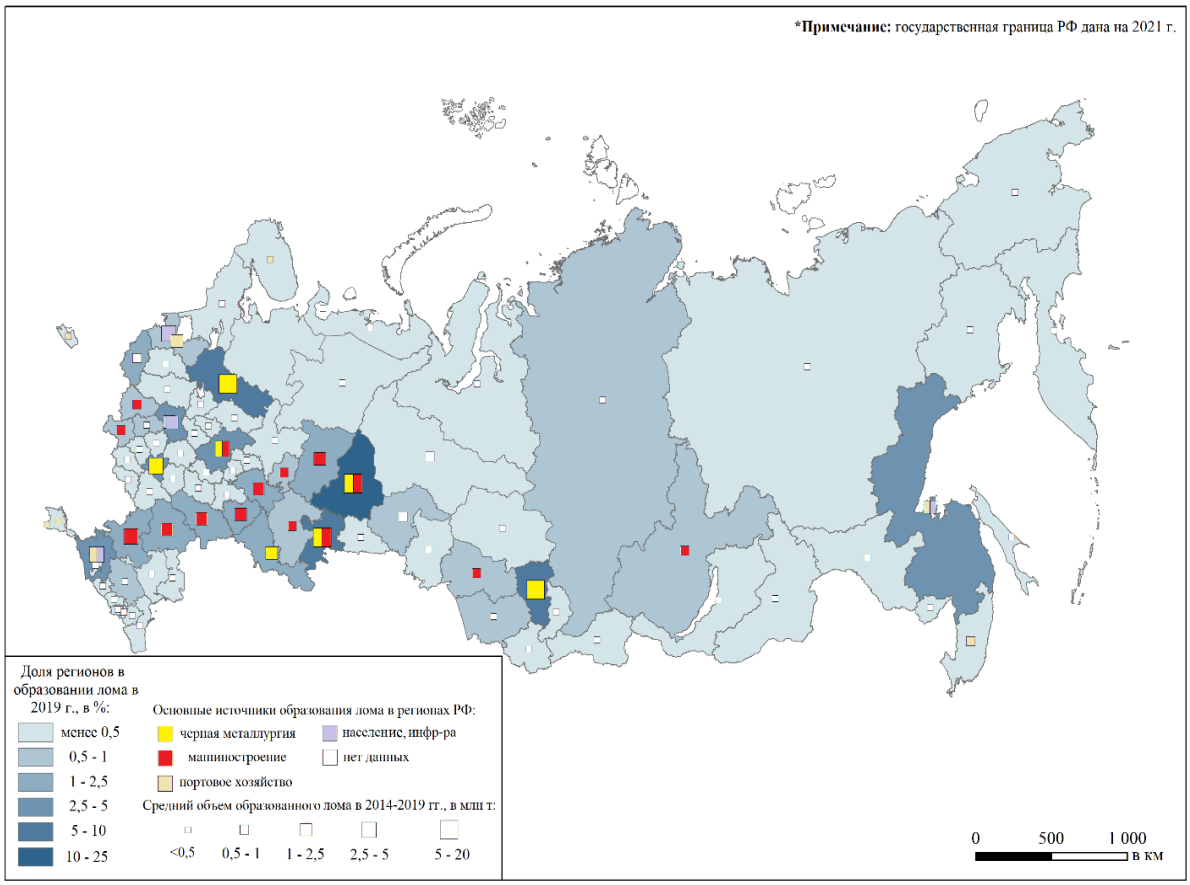


Рисунок 1 – Накопление металлолома в регионах РФ в 2014–2019 гг.
Примечание: государственная граница РФ дана на 2021 г.

Средние объемы накопления металлолома имеют машиностроительные регионы Поволжского и Волго-Вятского экономических районов. В этих регионах располагаются крупнейшие конечные потребители черных металлов в стране – ПАО «КАМАЗ», ОАО «АВТОВАЗ», ООО «УАЗ», ПАО «ГАЗ» и др. Низкие объемы накопления металлолома приходятся на регионы Центрального экономического района и промышленно-развитые регионы Западной и Восточной Сибири с сравнительно новыми основными фондами.

Прочие регионы обладают меньшим сырьевым потенциалом для ломозаготовительной деятельности, что сопряжено со слабой индустриальной базой, или меньшей людностью.

Потребительский фактор является одним из главных факторов развития сферы по приему и переработке металлолома. Его влияние выражается в размещении конечных потребителей, их производственных нуждах и ценовой политике. К числу главных конечных потребителей металлолома в стране относятся в первую очередь предприятия металлургического комплекса, в меньшей степени – экспортные организации.

В настоящее время спрос на продукцию металлолома в российских регионах складывается исходя из потребностей конечных потребителей металлолома.

Из общей массы конечных потребителей выделяются:

– крупные металлургические комбинаты полного цикла с высокими потребностями в металлоломе (от 1 млн т до 3 млн т потребляемого металлолома/г.) и высокой долей в структуре производства кислородно-конверторной стали (порядка 70–80 %). Например, объем потребляемого металлолома Магнитогорским МК – 2,31 млн т/г., Новокузнецким МК – 1,68 млн т/г., Новолипецкий МК – 1,3 млн т/г.;

– средние/небольшие по масштабам производства металлургические заводы (менее 1 млн т потребляемого металлолома/г.) с доминированием в структуре производства электростали. Например, объем потребляемого металлолома Дальневосточным МЗ – 1 млн т/г., Ашинским МЗ – 0,2 млн т/г.;

– трубные заводы средних масштабов производства стали (от 0,5 млн т до 1,0 млн т потребляемого металлолома/г.), полностью работающих на металлоломе. Например, объем потребляемого металлолома Таганрогским ТЗ – 1,2 млн т/г., Северским ТЗ – 0,67 млн т/г. и др.

В соответствии с размещением потребителей металлолома и организационными связями между предприятиями выделяется три основных района потребления лома черных металлов в России (Центральный, Уральский и Южный районы), которые частично соответствуют границам классических металлургических баз, и локальные центры потребления в качестве металлургических предприятий Сибири и Дальнего востока [2].

Негативное влияние на сырьевую обеспеченность металлургических предприятий России оказывает экспорт металлолома, который в отдельные годы стал основной причиной «простоя производств» из-за высокой прибыльности экспортных отгрузок.

Максимальные объемы экспортных отгрузок металлолома отмечаются в 2003–2008 гг. (от 7–14 млн т/год), в последующие десятилетия наблюдается уменьшение и сравнительная стабилизация объемов на уровне 3–5 млн т/год, что обусловлено увеличением институциональных барьеров, инициированных отечественными потребителями. Несмотря на увеличение таможенных пошлин, экспорт по-прежнему являются важной статьей доходов значимой части ломозаготовительных предприятий (различия в ценах на металлы внутри страны и за рубежом составляет порядка 17–25 % в отдельные годы).

Максимальные объемы экспорта металлолома приходятся на регионы с приграничным и приморским положением, что обусловлено меньшей транспортной составляющей в себестоимости продукции. Экспорт металлолома в основном осуществляется посредством морских перевозок. Среди всех портов максимальными отгрузками вторичного сырья отличаются порты Черного моря. К основным направлениям экспорта металлолома относятся Турция (39 %), Беларусь (21 %) и Южная Корея (17 %), (2019 г.). В территориальном отношении внутренние регионы в большей степени ориентированы на страны Европы, приграничные и приморские в Турцию.

Географическое положение является одним из главных факторов развития ломозаготовительной отрасли в российских регионах. Географический фактор необходимо рассматривать с позиции оценки транспортной удаленности территории относительно конечных потребителей металлолома. Географическое положение региона определяет уровень конкурентоспособности ломозаготовительной отрасли через величину средних транспортных издержек ломозаготовителей, которая зависит от размещения конечных потребителей, конфигурации железных дорог и тарифной политики ОАО «РЖД» (рисунок 2).

Максимальные транспортные расходы имеют ломозаготовительные предприятия регионов Восточной Сибири. В регионах с высокой концентрацией металлургических предприятий величина транспортных издержек крайне низка (например, на Урале).

Ограниченное число портов по отгрузке металлолома определяет относительно большую величину средних транспортных издержек, что ограничивает экспортные возможности производителей значительной части регионов страны в условиях высоких таможенных пошлин. Минимальную величину транспортных издержек при транспортировке металлолома в экспортные порты имеют Ростовская, Ленинградская и Мурманская области, Краснодарский и Приморский края. По мере продвижения вглубь страны величина расходов возрастает, достигая своего максимума в регионах Сибири и Дальнего Востока (например, Красноярский край, республика Хакасия).

Региональная дифференциация средней величины транспортных издержек косвенно отображает выгодность сбыто-географического положения ломозаготовителей региона.

Наиболее выгодное сбыто-географическое положение имеют ломозаготовительные предприятия приграничных регионов Европейской части РФ (минимальные расстояния до конечных потребителей и экспортных пунктов). Например, Краснодарский край и др. Ломозаготовительная отрасль указанных выше регионов развивается в соответствие с экспортной ориентацией производств, что позволяет извлечь более высокую прибыль.

По мере продвижения на восток страны выгоды от сбыто-географического положения регионов сокращаются. Более существенное влияние на развитие отрасли в континентальных регионах оказывают внутренние потребители продукции – металлургические предприятия РФ. Так, формирование цены на металлолом в регионах Сибири протекает в условиях сильного давления со стороны ПАО «ЕВРАЗ».

Оценка зависимости. В целях выявления зависимости между обозначенными выше факторами и уровнем развития ломозаготовительной отрасли в региональном разрезе в исследовании был сделан регрессионный анализ.

В качестве гипотезы исследования выдвинуто предположение о том, что уровень развития ломозаготовительной деятельности в регионах России определяется ресурсной базой региона, географическим положением и конечными потребителями продукции.

Под уровнем развития ломозаготовительной отрасли в исследовании понимается количество организаций, ведущих ломозаготовительную деятельность в регионе (чем выше количество ломозаготовительных организаций вне зависимости от объемов производств, тем более развита деятельность по заготовке лома в пределах территории).

Далее обозначенные переменные были формализованы.

В результате построения регрессионной модели была выявлена высокая зависимость между количеством ломозаготовительных предприятий в регионе и независимыми переменными (R = 0,853), что подтверждает значимость выделенных выше факторов.

Ниже представлена регрессионная модель с учетом коэффициентов переменных:

Y (количество ломозаготовительных организаций) = 19 343 + 7,952E-6***X1 (объем металлофонда)** + 1,936***X2 (объем накопления лома)** – 0,002 ***X3 (величина транспортных издержек)** + 35,735***X4 (объем потребления металлолома)**

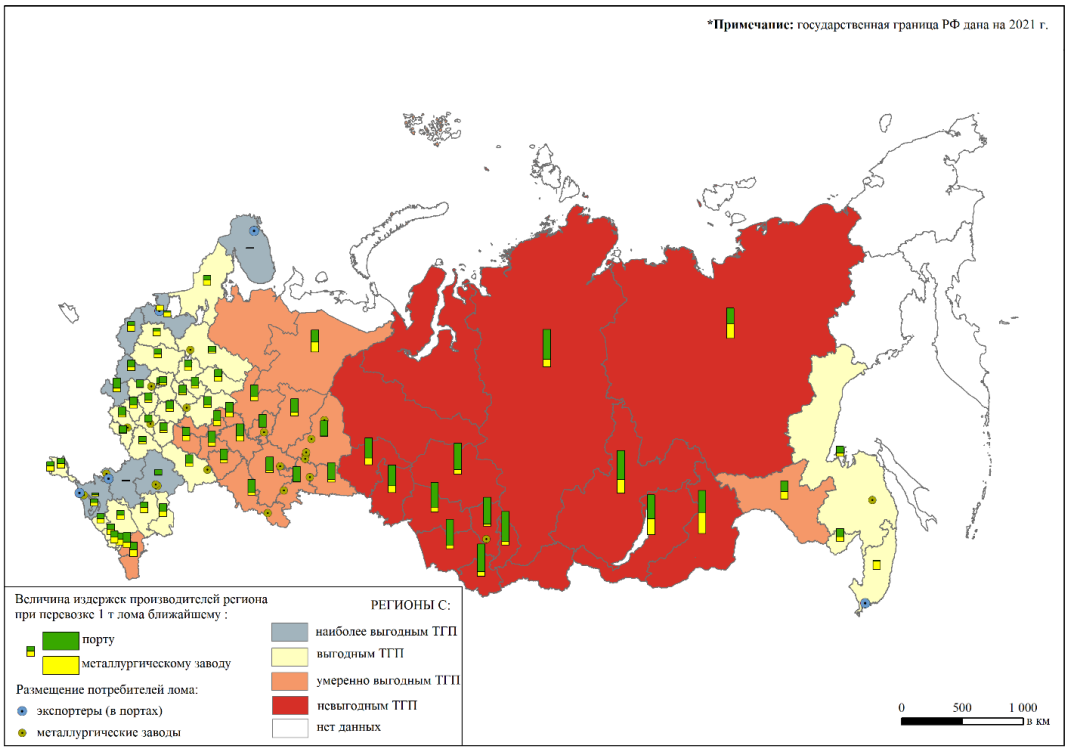


Рисунок 2 – Региональные различия в величине транспортных издержек ломозаготовителей. Примечание: государственная граница РФ дана на 2021 г.

Заключение. Согласно графику стандартизированных остатков построенной в исследовании регрессионной модели, минимальные отклонения от ожидаемых частот наблюдаются среди субъектов Московского столичного региона, Поволжского, Уральского и Западносибирского экономических районов. Это связано с развитой ресурсной базой регионов, их выгодным географическим положением и наличием в большей части регионов крупных конечных потребителей сырья.

В регионах металлургической специализации также отмечается высокий уровень развития сферы рециклинга, но со слабой конкурентной рыночной средой (высока доля дочерних организаций, аффилированных с металлургическими компаниями). Прочие регионы России имеют большие допустимые отклонения. Однако это не снижает значимость анализируемых факторов в развитии сферы рециклинга в этих регионах.

Список литературы

1. Буданов, И. А. Роль рынка металлолома в решении ресурсных проблем металлургии // Проблемы прогнозирования / И. А. Буданов. – 2002. – № 2. – С. 43–57.

2. Горячко, М. Д. Оценка оптимальности сырьевых зон предприятий черной металлургии России в области закупок металлолома / М. Д. Горячко, Л. Р. Имангулов // Региональные исследования. – 2022. – № 2. – С. 40–52.

3. Имангулов, Л. Р. Типология регионов России по уровню и направлениям развития ломозаготовительной отрасли / Л. Р. Имангулов // Сборник материалов участников XVIII Большого географического фестиваля. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 838–843.

4. Мазеин, Н. В. Крупнейшие ареалы черной металлургии мира: иерархия и факторы размещения / Н. В. Мазеин // Региональные исследования – 2009. – №2. – С. 59–73.

5. Угренинов, С. В. Функционирование и взаимодействие региональных рынков лома и отходов черных металлов: монография / С. В. Угренинов. – Таганрог: Изд-во ЧОУ ВО ТИУиЭ, 2020. – 96 с.

L. R. IMANGULOV

DEVELOPMENT OF FERROUS METALS RECYCLING IN THE RUSSIAN REGIONS

Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation,
linar.imangulov.1999@mail.ru

The article analyzes factors in the development of ferrous metal recycling in Russian regions. Based on a review of the literature and the results of the study, the basic factors for the development of scrap collection activities were identified - raw materials, consumer, geographical and institutional. The influence of each factor is illustrated by the example of industry development in Russian regions with the construction of maps. This made it possible to record spatial imbalances in the development of the industry between the regions of the European and Asian parts of Russia, coastal and continental (deep) locations. The final part of the article presents the results of constructing a regression model, which confirmed the high significance of the dependence of the level of development of the ferrous metal recycling sector on the factors analyzed in the article.

Key words: secondary resources, ferrous metal scrap, ferrous metallurgy, regional commodity markets, industrial geography.

УДК 914\916

Ю. А. КАЗАНЦЕВА, А. А. ФУРМАНОВА

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОБРАЗ ДЕПРЕССИВНЫХ РЕГИОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА РОССИИ

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»,
г. Москва, Российская Федерация,
yuliakz2709@yandex.ru, alinafurmanova43@yandex.ru

Географический образ любой территории, складывающийся в современных реалиях, претерпевает постоянную трансформацию. Динамичность данного процесса можно объяснить как внутренними, так и внешними факторами. Данная работа посвящена географическому образу депрессивных регионов Центрального экономического района России, в которой выделены отличительные черты.

Ключевые слова: географический образ, депрессивные регионы, Центральный экономический район, Россия.

Формирование географической картины мира – одна из ключевых задач, стоящих перед географической наукой. Этому процессу может поспособствовать географический образ территории различного масштаба: от субрегионального до локального. Однако существует ряд проблем, связанных с географическим образом: в первом рассмотрении, среди населения образ может настолько сильно укорениться в культурном пространстве, что понадобится не одна смена поколений, прежде чем люди придут к осознанию того, что они заблуждаются. В другом случае, в связи с динамично развивающимися сферами жизни общества такими как экономическая, политическая, социальная и духовная, географический образ может подвергаться постоянным трансформациям из-за внешних и внутренних факторов. Таким образом, если географический образ какой-то территории изменяется настолько стремительно, то не всегда возможно оценить и зафиксировать эти преобразования из-за второстепенности событий или недостаточном внимании специалистов. В данной работе мы рассмотрим географический образ некоторых регионов России, имеющих депрессивное состояние, что позволит дополнить географическую картину мира населения.

Название географического объекта только тогда имеет для человека смысл, когда оно наполнено ассоциациями [4]. Например, при произнесении слова «Кавказ», первоначальный ассоциативный ряд будет включать в себя физико-географические характеристики: горы, Черное и Каспийское моря, водопады, лиственные и хвойные леса, обрывы, минеральные воды; экономико-географические: туризм (экстремальные виды спорта), сельское хозяйство, индивидуальное предпринимательство; культурно-исторические: кавказские народы, в большинстве случаев исповедующие ислам, отличающиеся гостеприимством, почитанием старшего поколения и т. д. Данные словосочетания чаще всего формируются в образовательной и бытовой среде, и могут корректироваться за счет ее смены. Все вышеупомянутое, можно отнести к пространственному знанию. Если человек начинает соотносить слово «Кавказ» с той оценкой, которую он произвел, то это позволит сравнить различные места между собой (атрибутивное знание) [1]. В данном случае, сравнение может происходить на уровне межрегиональном, так и внутреннем (например, Западный и Восточный Кавказ).

По определению Д. Н. Замятина, образом географического объекта (или географическим образом) называется часть представления о нем, основанная на атрибутивной информации. Географический образ страны или региона – это достаточно устойчивые, стратифицированные и динамичные представления, которые соотносятся с какими-либо

политико-, историко- или культурно-географическими территориями [3]. В общем виде географический образ – это совокупность ярких, характерных знаков, символов, ключевых представлений, описывающих какие-либо реальные пространства (территории, местности, регионы, страны, ландшафты и т. д.). В процессе формирования образов представления, знаки и символы формализуются и «сгущаются», меняют свою форму в зависимости от целей, задач, условий, а также характеристик самих создателей образа [3]. В нашей работе будет применен термин Замятина к рассматриваемой территории депрессивных регионов Центрального экономического района России.

Депрессивные регионы России составляют около 40 % от всех субъектов государства. Размещение данных регионов по стране весьма неравномерно. Такую ситуацию можно проследить по всем видам географического районирования: природному, политико-административному, экономическому, комплексному. Данная статья посвящена географическому образу Центрального экономического района России, поскольку в нем сконцентрирован наибольший экономический и человеческий потенциал страны и в то же время 6 регионов из 13 (46 %) относятся к депрессивным регионам. По мнению А. Г. Гранберга, «депрессивные регионы отличаются от отсталых тем, что, имея одинаковые, ниже среднероссийских современные значения социально-экономических показателей, в прошлом эти регионы были развиты и занимали ведущие позиции в некоторых отраслях экономики страны. Поэтому производственный потенциал в таких регионах достаточно развит, доля промышленного производства в структуре экономики значительна, а уровень квалификации трудовых ресурсов высок» [2]. На наш взгляд, в работе следует придерживаться такого понимания сущности и определения данного термина.

В состав Центрального экономического района входит: город федерального значения – Москва и 12 областей: Брянская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Московская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Тульская и Ярославская. К развитым регионам относятся: г. Москва, Московская и Калужская области; к старопромышленным: Тверская, Костромская, Ивановская, Рязанская; остальные будут относиться к депрессивным регионам Российской Федерации. Данная типологизация была проведена Казанцевой Ю. А. в выпускной квалификационной работе по данным Федеральной государственной статистической службы.

На основании критериев выделения депрессивных регионов России, к которым можно причислить:

1) динамика производства региона;

2) уровень жизни населения в регионе;

3) занятость и безработица населения в регионе.

Именно первые два пункта становятся ключевыми для рассмотрения образа депрессивных регионов Центрального экономического района. К характеристикам относятся: территориально все регионы, кроме Орловской и Брянской областей имеют соседское положение с Московской областью и могли бы быть развитыми, как Калужская область, но этого не произошло по многим факторам; демографическая ситуация носит отрицательную тенденцию за счет гравитационного эффекта – «ядер роста» (более развитых регионов, например, г. Москва); снижение рождаемости и рост миграции приводит к активному «старению» населения (численность экономически активного населения падает). Данный процесс наблюдается в соседнем экономическом районе – Северо-Западном; при удалении от развитого региона к депрессивному, уровень сохранности историко-культурных объектов ухудшается (длинные реставрационные работы или их отсутствие приводит к потере уникальности сооружений), а уровень религиозности, особенно в средних и малых городах увеличивается. Еще одна характеристика географического образа, по мнению географа и вице-адмирала Сергея Плещеева автора знаменитого «Обозрения Российской империи в нынешнем ее новоустроенном состоянии», поделил Европейскую Россию на северную, среднюю и полуденную полосы. Средняя полоса четко отражает в своем названии

географическое местоположение, поскольку занимает пояс посередине между севером и югом Европейской России. Строго говоря, в ее составе есть ядро – большинство областей Центрального экономического района. Для внегородской средней полосы особенно характерны дачные и деревенские рекреационные традиции. Здесь многое хорошо растет: яблони, вишни, сливы, огурцы, картофель и другие культуры. Это зона относительно устойчивого увлажнения и уже достаточного тепла при нежесткой зиме, что создает подходящее для садово-огородной деятельности сочетание тепла и влаги [5].

Географический образ депрессивных регионов Центрального экономического района представляет собой набор комплексных характеристик, символов и словосочетаний, основанных на критериях выделения депрессивных регионов России. Можно отметить, что некоторые особенности относились к общероссийскому тренду, а другие носили локальный характер. Такое сочетание обусловлено центральностью положения (компактность территории), расположением в основной полосе расселения, богатым историко-культурным наследием. Авторы работы считают, что гравитационный эффект близости к развитым регионам, оказывает отрицательное воздействие на соседние депрессивные регионы, что выражается в следующей закономерности: «богатые – богатеют, бедные – беднеют».

Список литературы

1. Голд, Дж. Основы поведенческой географии / Дж. Голд. – М.: Прогресс, 1990. – 302 с.
2. Гранберг, А. Г. Основы региональной экономики / А. Г. Гранберг. – М.: ГУ ВШЭ, 2004. – 495 с., с. 134.
3. Замятин, Д. Н. Моделирование географических образов / Д. Н. Замятин. – Смоленск: Ойкумена, 1999. – 255 с.
4. Колосов, В. А. Географические образы и геополитические представления: пути формирования и подходы к изучению // Вестник ПГУ им. Шолом-Алейхема. – 2008. – №1. – С. 72–91. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/geograficheskie-obrazy-i-geopoliticheskie-predstav leniya-puti-formirovaniya-i-podhody-k-izucheniyu (дата обращения: 27.06.2024).
5. Средняя полоса России: как образ стал географическим понятием [Электронный ресурс] // Русское географическое общество. – URL: https://rgo.ru/activity/redaction/articles/srednyaya-polosa-rossii-kak-obraz-stal-geograficheskim-ponyatiem/ (дата обращения: 27.06.2024).

Yu. A. KAZANTSEVA, A. A. FURMANOVA

GEOGRAPHICAL IMAGE OF THE DEPRESSED REGIONS OF THE CENTRAL ECONOMIC REGION OF RUSSIA

Moscow Pedagogical State University,
Moscow, Russian Federation,
yuliakz2709@yandex.ru

The geographical image of any territory, taking shape in modern realities, is undergoing a constant transformation. The dynamism of this process can be explained by both internal and external factors. This work is devoted to the geographical image of the depressed regions of the Central Economic Region of Russia, in which distinctive features are highlighted.

Key words: geographical image, depressed regions, Central Economic Region, Russia.

УДК 502.6

К. С. КАНАЕВ, А. Н. ИВАНОВ

ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РОССИИ В СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация,
kanaev.kirill@bk.ru, a.n.ivanov@mail

Обсуждаются вопросы представленности разнообразия природы России в сети ООПТ на уровне физико-географических стран. Для анализа выбраны три категории ООПТ: заповедники, национальные парки и федеральные заказники. Получен вывод, что для 13 физико-географических стран России уровень представленности репрезентативных ООПТ составляет 56 %.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, физико-географическое районирование, репрезентативность, представленность.

Введение. Идея необходимости сохранения типичных или эталонных образцов природы через особо охраняемые природные территории (ООПТ) проходит «красной нитью» через всю историю российского заповедного дела, начиная с работ В. В. Докучаева, Г. А. Кожевникова и др. Подавляющее большинство подобных исследований проводилось на основе выявления зональных биоклиматических подразделений ландшафтной оболочки (природных зон, подзон, биомов) и наличия в них ООПТ, отражающих природные особенности того или иного региона. Другой уровень географического разнообразия, анализируемый в аспекте представленности ООПТ, существует в виде карт комплексного физико-географического районирования, однако число исследований в этой области значительно меньше [1, 2]. Цель настоящей работы – количественная оценка представленности географического разнообразия России в сети ООПТ на уровне физико-географических стран.

Материалы и методы. Основным методическим подходом при подобных исследованиях является GAP-анализ, который в упрощенном виде сводится к: а) проведению районирования (биогеографического, физико-географического, ландшафтного) и выделению природных комплексов, которые должны быть представлены не менее чем одним охраняемым объектом: б) оценке имеющегося фонда ООПТ и выявлению непредставленных природных единиц; в) заполнению выявленных пробелов.

Принципиальным моментом в данном случае является то обстоятельство, какая картографическая основа используется для анализа. В настоящей работе в качестве основы использована карта физико-географического районирования СССР (1983), в которой представлены таксономические единицы районирования на трех уровнях – физико-географические страны, области и провинции. Карта была переведена в цифровой вид и на нее в качестве второго слоя наложены границы ООПТ, взятые из базы данных ООПТ для России [5]. При этом очевидно, что из более чем 120 категорий ООПТ разного уровня, существующих в РФ, далеко не все могут выполнять функцию репрезентативности (вследствие небольшой площади, антропогенной нарушенности и т.п.), поэтому для решения задачи были выбраны три категории: заповедники, национальные парки (внутри них только заповедные и особо охраняемые функциональные зоны), а также федеральные заказники (с определенными допущениями).

На следующем этапе проводилась оценка репрезентативности выделенных ООПТ для природы физико-географических провинций. Репрезентативность оценивалась экспертным методом путем сравнения входящих в провинции ландшафтов по [3, 4] и основных особенностей природы ООПТ, полученных с соответствующих сайтов. Оценка проводилась по трехбалльной шкале. При совпадении основных характеристик природы провинции и ООПТ присваивалась оценка два балла, при частичном совпадении – один балл, при несовпадении – ноль баллов. Суммирование полученных баллов и их соотношение с максимально возможным числом баллов для данной физико-географической страны, выраженное в процентах, позволило получить искомый результат.

Результаты и их обсуждение. Всего на территории Росси выделяется 13 физико-географических стран. Как следует из таблицы 1, общая оценка представленности природного разнообразия России в ООПТ на уровне физико-географических стран составляет 56 %, т. е. выше половины, однако при этом характерна высокая контрастность полученных оценок. 13 физико-географических стран достаточно четко разделились на четыре группы.

Таблица 1 – Представленность географического разнообразия России в сети ООПТ на уровне физико-географических стран

Название физико-географической страны (по алфавиту)	Число провинций	Число провинций с ООПТ	Оценка представленности ООПТ с учетом репрезентативности, %
Алтае-Саянская	27	19	63
Амуро-Сахалинская	24	17	52
Арктические острова	6	5	83
Байкало- Забайкальская	14	8	46
Восточно-Европейская	53	30	63
Даурская	1	1	100
Западная Сибирь	38	12	21
Крымско-Кавказская	7	7	71
Северо-Восточная Сибирь	31	2	4
Северо-Притихоокеанская	36	10	55
Средняя Сибирь	34	11	27
Урал	19	11	42
Фенноскандия	4	4	100
Всего по России	294	137	56

Очень высокая представленность физико-географического разнообразия в сети ООПТ (от 75 до 100 %) характерна для трех стран, при этом для Даурской страны и Фенноскандии она оказалась максимальной (100 %). Для Даурии это связано с тем, что большая часть этой физико-географической страны находится за пределами России (в Китае и Монголии), а природа небольшого северного фрагмента Даурии в Борзинской провинции на территории России практически полностью представлена в Даурском биосферном заповеднике и федеральном заказнике «Долина дзерена». Для Фенноскандии, в состав которой входят четыре провинции, характерно весьма значительное число ООПТ и давняя история их формирования. Арктическому региону уделяется большое внимание в последние годы, что привело, в частности, к формированию здесь достаточно представительной сети ООПТ. Из шести провинций в составе страны, представленных островными архипелагами, ООПТ нет только на южном острове Новой Земли, а общая представленность природного разнообразия в сети ООПТ составляет 83 %.

В группу стран *с высокой степенью представленности* физико-географического разнообразия в сети ООПТ (от 50 до 75 %) вошли пять регионов. Наиболее высокие показатели отмечаются в горных физико-географических странах – Алтае-Саянской и Крымско-Кавказской. Для гор обычно характерно высокое природное разнообразие, в частности, в пределах Алтая и Саян выделяется 27 провинций, при этом 8 заповедников, 5 национальных парков и 2 федеральных заказника представляют физико-географическое разнообразие региона примерно на 2/3. Аналогичная ситуация характерна и для Кавказа. Восточно-Европейская равнина в целом отличается сильной нарушенностью природы, однако организация ООПТ здесь имеет самую давнюю историю, в пределах страны организовано наибольшее число ООПТ в целом для России, поэтому уровень представленности оказался достаточно высокий. Две дальневосточных страны (Амуро-Сахалинская и Северо-Притихоокеанская) отличаются многими уникальными для России чертами природы (смешение фауно-флористических областей на юге с уникально высоким биоразнообразием, активный вулканизм и древняя Берингия на севере), что обусловило здесь развитую сеть ООПТ.

К группе стран *со средней представленностью* физико-географического разнообразия в сети ООПТ (от 25 до 50 %) относятся три страны. Горная страна Прибайкалья и Забайкалья отличается довольно большим числом ООПТ, однако они локализованы в основном в Байкальском регионе, в то время как в восточной части страны их существенно меньше, что и обусловило общую степень представленности разнообразия менее 50 %. Также неравномерно распределены ООПТ в пределах Урала. В пределах Приполярного, Северного и Южного Урала ООПТ в достаточной степени представляют природное разнообразие, в то время как на Полярном и Среднем Урале их явно не хватает для решения этой задачи.

Наконец, *недостаточная степень представленности* физико-географического разнообразия в сети ООПТ (менее 25 %) характерна для двух стран – Западной Сибири и особенно - Северо-Восточной Сибири. Последняя страна занимает большую площадь (около 1,5 млн. км^2), отличается достаточно высоким природным разнообразием (31 провинция), и при этом в ее границах находятся лишь Усть-Ленский заповедник и Сеймчанский участок Магаданского заповедника, а также недавно организованный национальный парк «Черский», что явно недостаточно для представленности типичных ландшафтов страны. В Западной Сибири число ООПТ существенно выше, однако выше и природное разнообразие (38 провинций), что обусловливает отсутствие или недостаточную представленность ООПТ в большинстве из них.

Заключение. Общая оценка представленности географического разнообразия России в сети ООПТ на уровне физико-географических стран составляет 56 %, при этом отмечается высокая степень контрастности – от 100 % (Даурия, Фенноскандия) до 4,4 % (Северо-Восточная Сибирь). Максимальная оценка характерна для физико-географических стран, включающих небольшое число провинций, значительное число ООПТ и давнюю историю их формирования. Минимальная оценка характерна для трех сибирских физико-географических стран (Западная, Средняя и Северо-Восточная Сибирь), каждая из которых занимает большую площадь, включает в свои границы более 30 провинций и отличается недостаточно развитой сетью ООПТ (при этом необходимо отметить, что для большей части территории Сибири характерно очаговое освоение, слабая нарушенность природы и отсутствие опасности утраты эталонных ландшафтов). Большая часть физико-географических России (8 из 13) имеет средне-высокий уровень представленности природного разнообразия в сети ООПТ.

Список литературы

1. Валебная, В. А. Заповедные территории физико-географических районов России / В. А. Валебная, М. А. Оболенская, Г. С. Самойлова, В. П. Чижова // Ландшафтная школа Московского ун-та: традиции, достижения, перспективы. – М.: РУСАКИ, 1999. – С. 180–189.

2. Иванов, А. Н. Представленность ландшафтного разнообразия России в сети ООПТ / А. Н. Иванов, М. В. Кончиц // Самарская лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2009. – Т. 18. – № 2. – С. 5–10.

3. Рациональное природопользование и охрана природы в СССР. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 208 с.

4. Физико-географическое районирование СССР. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. – 576 с.

5. Protected Planet. – URL: www.protectedplanet.net/en (дата обращения 26.06.2024).

K. S. KANAEV, A. N. IVANOV

REPRESENTATIVENESS OF PHYSICAL-GEOGRAPHICAL DIVERSITY IN THE NETWORK OF NATURE PROTECTED AREAS IN RUSSIA

Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation,
kanaev.kirill@bk.ru, a.n.ivanov@mail

The paper focuses on the issues of representativeness of natural diversity in the network of NPAs in Russia at the level of physical-geographical countries. Three categories of protected areas were selected for the analysis: strict nature reserves, national parks and federal sanctuaries. We concluded that within 13 physical-geographical countries of Russia representative NPAs account for 56 %.

Key words: nature protected areas, physical-geographical regionalization, representativeness.

УДК 613.2;57.043

А. А. КАРАТУНОВ[1], М. М. КОРОСТЕЛЕВА[2], И. В. КОБЕЛЬКОВА[2]

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ДЕТЕКЦИИ МИКРОПЛАСТИКА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

[1]МОУ «Раменская средняя общеобразовательная школа № 21 с углубленным изучением отдельных предметов», г. Раменское, Российская Федерация, artemkaratunov147@gmail.com,
[2] ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Присутствие частиц микропластика не только в атмосфере, питьевой воде, пищевой продукции, но и в органах и тканях животных и человека (кишечнике, легких, плаценте и крови), вызывает беспокойство из-за потенциальных негативных последствий для состояния здоровья. В ближайшие 20 лет производство пластика удвоится, поэтому разработка унифицированных высокочувствительных методов определения МП в различных средах представляется актуальной. Представлены краткая характеристика, преимущества и ограничения современных методов детекции микропластика.

Ключевые слова: микропластик, нанопластик, определение, мониторинг окружающей среды.

Принимая во внимание масштабы загрязнения окружающей среды микро- и нанопластиком (частицами пластических масс различного химического состава с размером менее 5 мм) для определения нынешней геологической эпохи предлагается термин «пластилен» [1].

В настоящее время не существует золотого стандарта для определения характеристик и количественного содержания микропластика (МП) [2, 3]. Различные типы полимеров и множество источников, подлежащих мониторингу, усложняют эту работу. Получение образцов без примесей является сложной задачей. Экстракция МП может включать удаление органических веществ, просеивание, фильтрацию, разделение с использованием градиентов плотности. Из-за различий в методологиях определения концентрации МП, данные, полученные в разных исследованиях, могут варьировать в широком диапазоне.

Материалы и методы: проведен анализ российских и зарубежных источников Pubmed, eLibrary с глубиной поиска 10 лет по ключевым словам «микропластик»/ «нанопластик»/ «загрязнение»/ «методы определения».

Результаты и обсуждение. МП определяется либо как количество частиц МП на единицу площади или объема, либо как масса полимера на единицу массы, площади или объема. Методы определения МП представлены в таблице 1 и включают микроскопический, спектроскопический и термический анализ. Наиболее распространенными спектроскопическими методами являются инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (ИК-Фурье) или спектроскопия комбинационного рассеяния. ИК-Фурье спектрометр измеряет инфракрасную область спектра электромагнитного излучения для получения химической структуры микропластика и может обнаруживать и различать пластиковые частицы размером более 10 мкм. В отличие от этого, рамановская спектроскопия использует лазерный луч для обнаружения различных частот обратно рассеянного света в зависимости от молекулярной структуры пластика [4–6]. Преимущество рамановского анализа заключается в том, что он позволяет обнаруживать МП менее 10 мкм без пробоподготовки, но для анализа требуется больше времени по сравнению с ИК-Фурье спектроскопией. Многие ИК-Фурье микроскопы также автоматизированы, что значительно сокращает время анализа.

Таблица 1 – Преимущества и ограничения методов детекции микропластика

Название	Техника	Размер	Пробоподготовка	Преимущество	Ограничение
1	2	3	4	5	6
Спектроскопия: химическая визуализация – не деструктивная и бесконтактная					
Инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье (FT-IR)	Образец облучают полихроматическим ИК-излучением в диапазоне волновых чисел 400–4 000 $см^{-1}$, регистрируют изменение интерференции световых волн прошедшего через вещество и контрольного лучей в интерферометре с подвижным зеркалом. Получают зависимость интенсивности объединенного пучка от разности хода волн этих 2 лучей как Фурье-образ объекта, который с помощью обратного преобразования Фурье может быть представлен как сумма гармонических функций, соответствующих полосам поглощения в ИК-спектре. Измеряют дипольный момент химической связи	> 10 мкм	Лёгкая	Возможность сбора информации о морфологии и химическом составе, размере, форме и распространенности каждого типа полимера в образце	Дорогой. Анализ всех частиц на фильтре занимает много времени. Излучение длины волны может быть ограничивающим фактором обнаружения
Рамановская спектрометрия	Измеряют изменение поляризуемости химической связи	> 1 мкм	Незначительная пробоподготовка или ее отсутствие	Более надежен для определения распределения частиц по размерам, чем ИК-Фурье спектроскопия	Дороже, чем ИК-Фурье спектроскопия. Длительный. Интерференция с пигментами. Флуоресценция может искажать аналитический сигнал комбинационного рассеяния

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Термический анализ: термическое разложение					
Термогравиметрический анализ с дифференциальной сканирующей калориметрией (ТГА-ДСК)	ТГА измеряет потерю массы. При ДСК-анализе образец нагревается с использованием контролируемого градиента температуры с определенной скоростью нагрева. Разница в тепловом потоке измеряется путем сравнения образца с эталоном	< 200–500 мкм	Не требует предварительного анализа	Хорошо изученный метод. Простой, быстрый, Дешёвый. Требуется небольшое количество образца (1–20 мг)	Сложность интерпретации данных. Крупные частицы могут мешать процессу анализа
Пиролизно-газовая хроматография в сочетании с масс-спектрометрией (Py-GC/MS)	Образец нагревают до разложения, разделяют с помощью газовой хроматографии, детектируют с помощью масс-спектрометрии	50–100 мкм		Точная идентификация различных типов полимеров. Возможность предоставления информации о технических добавках к органическому пластику (ОРА)	Не подходит для больших объемов образцов. Невозможно определить количество, тип и морфологию пластика
Микроскопия					
Стереомикроскопия	Оптическая микроскопия отражает свет от поверхности объекта для получения изображений	> 100 мкм	Минимальная пробоподготовка	Быстро и просто Идентификация формы, размера и цвета	Высокая вероятность неправильной идентификации при малых размерах. Не идентифицирует прозрачные частицах
Флуоресцентная микроскопия	Использует флуоресценцию для создания изображения после окрашивания МП сольватохромными красителями	~40 нм	Требует-ся пробоподготовка	Оптимальная четкость. Высокая чувствительность для обнаружения всего 50 молекул на кубический микрометр. Несколько типов молекул могут быть отслежены одновременно	Образцы могут повреждаться из-за взаимодействия между флуоресцентным красителем и возбуждающим светом. Молекулярная структура может быть изменена из-за воздействия возбуждающего света

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
SEM (Сканирование электронов)	Получение изображений образца путем сканирования поверхности сфокусированным пучком электронов	0,5–4 нм	Требуется подготовка образца для размера > 100 нм	Четкое и высокое разрешение	Дорогой. Длительный. Отсутствие информации о типе полимера
TEM (Пропущенные электроны)	Изображение получают, пропуская пучок электронов через образец	< 0,1 нм		Высокое разрешение (< 0,1 нм)	Длительный процесс
Атомно-силовая микроскопия	Создание изображений путем сканирования небольшого кантилевера по поверхности образца	< 0,1 нм	Минимальная пробоподготовка	Отсутствие радиационного повреждения образца. Сохранение поверхности образца. Оптимальное разрешение (0,3 нм)	Отсутствие защиты от внешних факторов, таких как загрязнение
Наномеханическая атомно-силовая микроскопия	Используют взаимодействие тонкого зонда с поверхностью, получение изображения с количественными измерениями модуля упругости, адгезии и других	100–1 000 нм		Получение изображения МП внутри клеток, а не на поверхности мембран; исследование *in vivo*	Практическое разрешение АСМ недостаточно для обнаружения частиц размером менее 200 нм внутри клеток

В настоящее время разрабатываются новые методы обнаружения частиц микропластика в воде in-situ, такие как поляризованное рассеяние света и спектроскопия рассеяния света, комбинированного с поверхностным усилением [7]. Другие перспективные методы in-situ включают использование механических методов (ультразвук и электрофорез) и методов электрического зондирования (импедансная спектроскопия) для определения электрических свойств частиц в жидкостях [8].

Заключение. Все вышеперечисленные методы отличаются друг от друга по показателям чувствительности, разрешения, пределу количественной оценки и простоты использования. Для повышения точности, снижения затрат и увеличения скорости анализа необходима дальнейшая стандартизация методов анализа.

Работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках программы поисковых научных исследований (тема Минобрнауки России № FGMF-2023-0005).

Список литературы

1. Haram, L. E. A Plasticene Lexicon / L. E. Haram, J. T. Carlton, G. M. Ruiz, N. A. Maximenko. // Mar Pollut Bull. – 2020 – № 150.- P. 110714. doi: 10.1016/j.marpolbul. 2019.110714.

2. Jung, Y. S. Characterization and regulation of microplastic pollution for protecting planetary and human health / Y. S. Jung [et al.] // Environ Pollut. – 2022. – № 315. – P. 120442. doi: 10.1016/j.envpol.2022.120442.

3. Гмошинский, И. В Методы идентификации и количественного анализа микропластиков в пищевых продуктах / И. В. Гмошинский [и др.] // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92. – № 5. – С. 87–102. DOI: https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-5-87-102.

4. Jenner, L. C. Detection of microplastics in human lung tissue using μFTIR spectroscopy / L. C. Jenner [et al.] // Sci Total Environ. – 2022. – № 20. – P. 831:154907. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.154907.

5. Leslie, H. A. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood / H. A. Leslie [et al.] // Environ Int. – 2022. – № 163. – P. 107199. doi: 10.1016/j.envint.2022.107199.

6. Okoffo, E. D. Identification and Quantification of Micro-Bioplastics in Environmental Samples by Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry / E. D. Okoffo, C. M. Chan, C. Rauert, S. Kaserzon, K. V. Thomas // Environ Sci Technol. – 2022. – Vol. 56. – № 19. – P. 13774-13785. doi: 10.1021/acs.est.2c04091.

7. Lv, L. In situ surface-enhanced Raman spectroscopy for detecting microplastics and nanoplastics in aquatic environments / L. Lv [et al.] // Sci Total Environ. – 2020. – № 728. – P. 138449. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138449.

8. Blevins, M. G. Field-Portable Microplastic Sensing in Aqueous Environments: A Perspective on Emerging Techniques / M. G. Blevins [et al.] // Sensors (Basel). – 2021. – № 21. – Vol. 10. – P. 3532. doi: 10.3390/s21103532.

A. A. KARATUNOV[1], M. M. KOROSTELEVA[2], I. V. KOBELVKOVA[2]

CHARACTERISTICS OF METHODS FOR DETECTING MICROPLASTICS IN THE ENVIRONMENT

[1]Municipal educational institution Ramenskoye secondary school №. 21 with in-depth study of individual subjects, Ramenskoye, Russian Federation, artemkaratunov147@gmail.com,
[2]Federal Research Center for Nutrition Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation,

The presence of microplastic particles not only in the atmosphere, drinking water, food products but also in living human organs and tissues (intestines, lungs, placenta and blood) is of concern due to potential negative consequences for health. In the next 20 years, plastic production will double, so the development of unified, highly sensitive methods for determining MP in various environments seems relevant. A brief description, advantages and limitations of modern methods for detecting microplastics is presented.

Key words: microplastics, nanoplastics, definition, environmental monitoring.

УДК 502.175(470.21)

А. Н. КИЗЕЕВ[1], В. В. КУЛЬНЕВ[2], С. А. СЮРИН[1]

АККУМУЛЯЦИЯ ^{14}C В КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

[1]ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, a.kizeev@s-znc.ru,
[2]Центрально-Черноземное межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, г. Воронеж, Российская Федерация, kulneff.vadim@yandex.ru

В работе представлены результаты исследований накопления радиоактивного изотопа углерода (^{14}C) в компонентах природной среды и в продуктах питания на Кольском Севере.

Ключевые слова: ^{14}C, компоненты природной среды, продукты питания, Кольский Север.

В Мурманской области расположены Кольская атомная электростанция (КАЭС), полигоны утилизации и хранения радиоактивных отходов, ледокольные суда, субмарины и др. [4, 13, 14]. Поэтому вопросы обеспечения экологической безопасности атомной промышленности актуальны.

Радиоактивный углерод образуется в результате реакций, которые происходят как естественным, так и техногенным путем [2, 10, 15]. Вклад ^{14}C в общую эффективную дозу облучения населения способен достигать 56 % [9]. Попадание избыточного количества ^{14}C в организм человека способствует генетическим нарушениям [8].

Согласно результатам радиационно-технических обследований, проведенных на атомных станциях России, ^{14}C входит в число радионуклидов, определяющих не менее 99 % дозы облучения критической группы населения от источников выбросов АЭС [1, 11].

Радиоэкологические исследования осуществлялись в период с 2018 по 2020 годы в импактной зоне КАЭС [3, 5, 6]. В качестве объектов исследования были выбраны: атмосферный воздух (Бк/м^3), высшая растительность), продукты питания – ягоды, грибы, овощи, молоко, мясо (говядина), рыба (Бк/кг). Активность ^{14}C определялась с помощью сертифицированного низкофонового альфа-бета радиометра спектрометрического типа (таблица 1).

Установлено, что естественный радиационный фон в пределах изучаемой территории не превышал 0,10 мкЗв/ч. МЭД на поверхности сырой и воздушно-сухой массы растительных образцов составляла 0,15 мкЗв/ч. Данные показатели находились в пределах МЭД для населения на открытой местности (0,2 мкЗв/ч) (НРБ-99) [12].

Радиоуглерод поступает в атмосферный воздух преимущественно в формах $^{14}CO_2$ (70–95 %), ^{14}CO (25–30 %), а также углеводородов (0–25 %). Объемная активность ^{14}C, присутствующего в атмосферном воздухе в районе расположения КАЭС варьировала от 0,02 ± 0,01 до 0,07 ± 0,02 Бк/м^3. Данные величины были существенно ниже допустимой объемной активности ^{14}C во вдыхаемом воздухе для критических групп населения, составляющей 55 Бк/м^3, согласно НРБ-99 [12].

Таблица 1 – Содержание радиоактивного изотопа углерода в объектах исследований

Объекты исследования	Годы		
	2018	2019	2020
Атмосферный воздух	0,02 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,02
Древесная растительность	67,0 ± 20,0	78,0 ± 26,0	90,0 ± 28,0
Дикорастущие ягоды	10,0 ± 3,0	11,0 ± 3,0	13,0 ± 4,0
Дикорастущие грибы	13,0 ± 4,0	12,0 ± 4,0	14,0 ± 4,0
Овощи	4,0 ± 1,2	10,0 ± 3,0	12,0 ± 4,0
Молоко	18,0 ± 4,0	21,0 ± 6,0	24,0 ± 7,0
Мясо (говядина)	31,0 ± 6,0	48,0 ± 8,0	23,0 ± 7,0
Рыба	17 ± 5,0	15,0 ± 4,0	22,0 ± 7,0

Удельная активность радиоуглерода в пробах наземной растительности в районе расположения КАЭС находилась на уровне естественных значений и в среднем составляла от 67,0 ± 20,0 Бк/кг до 90,0 ± 28,0 Бк/кг. Как известно, основным путем поступления радиоуглерода в организм человека является алиментарный [7].

В импактной зоне КАЭС удельная активность ^{14}C в дикорастущих ягодах составляла от 10,0 ± 3,0 Бк/кг до 13,0 ± 4,0 Бк/кг, а в дикорастущих грибах – от 13,0 ± 4,0 Бк/кг до 14,0 ± 4,0 Бк/кг. Данные величины были значительно ниже национальных и международных санитарных уровней, определяющих радиационную безопасность продуктов питания – CODEX STAN 193-1995 [16] и IAEA TECDOC [17], составляющих от 1 000 до 10 000 Бк/кг и находилось на уровне естественных значений.

Удельная активность радиоуглерода в овощах (редис, морковь, картофель) составляла от 4,0 ± 1,2 Бк/кг до 12,0 ± 4,0 Бк/кг; в молоке – от 18 ± 4,0 до 24,0 ± 7,0 Бк/кг; в мясе (говядина) – от 23,0 ± 7,0 до 48,0 ± 8,0 Бк/кг, и в рыбе – от 17 ± 5,0 до 22,0 ± 7,0 Бк/кг, что соответствовало естественным уровням содержания радиоуглерода. Содержание ^{14}C в рассматриваемых продуктах питания в среднем было намного ниже санитарного уровня, определяющего радиационную безопасность продовольствия – 1 000 Бк/кг, согласно CODEX STAN 193-1995 [16] и IAEA TECDOC [17].

Получена новая информация о содержании радиоуглерода в компонентах природной среды и в продуктах питания в импактной зоне КАЭС. Содержание ^{14}C в рассматриваемых объектах соответствовало требованиям российских и международных нормативов. В то же время необходимо продолжать проведение комплексных исследований содержания ^{14}C, как одного из основных дозообразующих радионуклидов атомной энергетики.

Список литературы

1. Екидин, А. А. Современные технологии управления воздействием на окружающую среду как инструмент соблюдения принципа ALARA / А. А. Екидин, А. В. Васильев, М. Е. Васянович // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2017. – № 2. – С. 67–74.

2. Калашникова, Д. А. Радиоуглерод и тритий в объектах окружающей среды. Практическое использование этих радиоизотопов / Д. А. Калашникова [и др.] // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы V Международной конференции, 13–16 сентября 2016 г., г. Томск. – Томск: ТПУ, 2016. – С. 274–277.

3. Кизеев, А.Н. Роль радиобиологических исследований в реализации эколого-геохимической функции литосферы / А. Н. Кизеев, В. В. Кульнев, Е. М. Кульнева // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы: Материалы восьмой научно-практической конференции, 10–13 сентября 2023 г., г. Воронеж. – Воронеж: Кварта, 2023. – С. 28–32.

4. Кизеев, А.Н. Оценка состояния лесных фитоценозов в 30-км зоне Кольской АЭС по наземным и спутниковым данным / А. Н. Кизеев, К. Ю. Силкин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 1. – С. 125–135.

5. Кизеев, А.Н. Мониторинг естественных и техногенных радионуклидов в компонентах окружающей среды Кольского Севера / А. Н. Кизеев, С. А. Сюрин // Радиобиология и экологическая безопасность – 2023: материалы междунар. науч. конф. (25–26 мая 2023 г., Гомель). – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – С. 126–129.

6. Кизеев, А.Н. Аккумуляция естественных и техногенных радионуклидов природными объектами в Арктическом регионе России / А. Н. Кизеев, С. А. Сюрин, В. В. Кульнев // Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения: сборник научных трудов по материалам 2-й Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов: ООО «Амирит», 2022. – С. 182–186.

7. Клочков, В.Н. Методические подходы к мониторингу углерода-14 для контроля его радиационного воздействия на персонал и население / В. Н. Клочков // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2021. – Т. 66. – № 6. – С.10–17.

8. Кузин, А. М. Биологические последствия повышения концентрации ^{14}C в атмосфере / А. М. Кузин // Радиационная генетика: сб. работ / Ред. коллегия: акад. В. А. Энгельгардт (гл. ред.) [и др.]; Акад. наук СССР. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 274–278.

9. Кулькова, М.А. Радиоуглерод (^{14}C) в окружающей среде и метод радиоуглеродного датирования: Учебно-методическое пособие / М. А. Кулькова. – Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. – 40 с.

10. Кулькова, М.А. Радиоуглерод и тритий в водной системе Санкт-Петербургского региона / М. А. Кулькова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2014. – № 165. – С. 93–98.

11. Куршина, Г.Ю. К вопросу об экологической безопасности атомных станций / Г. Ю. Куршина, Л. Ю. Кравченко, В. В. Кульнев // Образование, экология, практика: материалы Международного молодежного форума / под ред. И.И. Косиновой. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. – С. 181–186.

12. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы СП 2.6.1.758-99. – Москва. 1999. – 116 с.

13. Попова, М. Б. Содержание и распределение ^{137}Cs в подзолах в районе расположения Кольской атомной электростанции / М. Б. Попова // Почвоведение. – 2020. – № 7. – С. 891–900.

14. Попова, М. Б. Накопление ^{137}Cs лишайниками рода Cladonia в зоне влияния Кольской атомной электростанции / М. Б. Попова // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2022. – Т. 62. – № 5. – С. 543–554.

15. Салтыкова, М. М. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения Арктического региона: обзор литературы / М. М. Салтыкова // Экология человека. – 2020. – № 4. – С. 48–55.

16. CODEX STAN 193-1995. General standard for contaminants and toxins in food and feed. CXS 193-1995, 1995 (amended in 2019). – 66 p.

17. IAEA TECDOC-1788. Criteria for radionuclide activity concentrations for food and drinking water / International Atomic Energy Agency. – Vienna, 2016. – 63 p.

A. N. KISEEV[1], V. V. KUL`NEV[2], S. A. SYURIN[1]

[1] "North-West Scientific Center of Hygiene and Public Health"
of the Federal Service for Supervision of Human Rights Protection
of the Federal Service for Supervision in the Sphere of Protection of Consumers' Rights
Consumer Rights Protection and Human Welfare,
St. Petersburg, Russian Federation,
a.kizeev@s-znc.ru,
[2]Central Black Earth Interregional Directorate
of the Federal Service for Supervision of Natural Resources Management,
Voronezh, Russian Federation,
kulneff.vadim@yandex.ru

ACCUMULATION OF ^{14}C IN ENVIRONMENTAL COMPONENTS AND IN FOOD IN THE KOLA PENINSULA

In this work presents the results of studies on the accumulation of a radioactive carbon isotope (^{14}C) in environmental components and in food products in the Kola North.

Key words: ^{14}C, environmental components, food, Kola North.

УДК 632.95.025.8:577.15

А. Г. КИНАРЕЙКИНА, Е. А. СИЛИВАНОВА

АКТИВНОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ КИНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КАРБОКСИЛЭСТЕРАЗ *MUSCA DOMESTICA* L.

Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал ТюмНЦ СО РАН,
г. Тюмень, Российская Федерация,
kinareickina@yandex.ru, sylivanovaea@mail.ru

У имаго дельтаметрин-устойчивой популяции M. domestica обнаружено повышение активности α-NA- и β-NA-эстераз в 1,65–1,70 раза и снижение активности ρ-NPA-эстеразы в 1,33 раза (у самок) по сравнению с особями чувствительной линии. У дельтаметрин-устойчивых особей выявлено увеличение значений Km и Vmax α-NA- и β-NA-эстераз, что свидетельствует о снижении сродства к специфическому субстрату.

Ключевые слова: карбоксилэстеразы, инсектицидная резистентность, активность ферментов, константа Михаэлиса-Ментена, максимальная скорость ферментативной реакции.

Введение. Карбоксилэстеразы или неспецифические эстеразы (CarEs, EC 3.1.1.1) представляют собой мультигенное семейство ферментов [4], катализирующих гидролиз сложных эфиров [5, 7] до молекул спирта и соответствующей кислоты [9]. CarEs имеют широкий спектр субстратов – сложные эфиры карбоновых кислот, амидов, гидроксамовых кислот, гидразидов и др. [2].

Эстеразы насекомых играют ключевую роль в метаболизме липидов, переваривании пищевых материалов, размножении и т.д. [4]. Также CarEs действуют как ферменты детоксикации фазы I, непосредственно метаболизируя ксенобиотические соединения (инсектициды, алелохимикаты) [12], таким образом, участвуя в процессе развития устойчивости к инсектицидам (органофосфатам, карбоматам и пиретроидам) [4]. Рост активности эстераз также может сопровождаться кросс-резистентностью к соединениям из разных химических классов [2].

Целью работы являлось определение активности и кинетических параметров (Km, Vmax) трёх изоформ неспецифических эстераз у имаго дельтаметрин-резистентной природной популяции *Musca domestica* L.

Объект исследования. В работе были использованы имаго двух линий *Musca domestica* L. – Lab UF, Nik. Первая чувствительная линия (Lab UF) получена из лаборатории биохимии адаптивности насекомых Института биохимии и генетики УФИЦ РАН в 2023 году, вторая резистентная к дельтаметрину природная популяция (Nik) была собрана в Тюменской области. Обе линии содержатся в разных инсектариях ВНИИВЭА – филиал ТюмНЦ СО РАН, Lab UF без контакта с инсектицидами.

Методика исследования. Из имаго в возрасте 3-5 дней готовили индивидуальные гомогенаты. После центрифугирования отбирали супернатант, в котором колориметрически определяли активность эстераз по скорости гидролиза α-нафтилацетата (α-NA), β-нафтилацетата (β-NA) и ρ-нитрофенилацетата (ρ-NPA) с использованием нескольких разведений специфических субстратов [11], а также содержание белка по методу Лоури [10]. Для установления кинетических параметров (Km и Vmax) использовали графический метод Лайнуивера-Берка.

Статистический анализ. Статистический анализ результатов проводили при помощи однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и критерия Дункана для множественных сравнений.

Также в ходе работы были рассчитаны показатели резистентности (ПР) к дельтаметрину (по ЛД50) у природной популяции (Nik): $ПР_{самки}$ = 10,3, $ПР_{самцы}$ = 37,7. Таким образом, в соответствии с [1] самки толерантны к дельтаметрину, а самцы высоко резистентны.

В целом, индукция экспрессии генов и как следствие повышение активности ферментов может быть ответной реакцией на быстро меняющуюся окружающую среду, позволяющей природным популяциям насекомых адаптироваться к воздействию в том числе и инсектицидов [12]. Khan H.A.A. и Akram W. (2017) обнаружили достоверное увеличение активности карбоксилэстераз (на 60 %) у устойчивой к циромазину популяции *M. domestica* по сравнению с чувствительной. Ma Z. с соавт. (2017) выявили увеличение удельной активности карбоксилэстераз у устойчивой к имидаклоприду линии *M. domestica* по сравнению с восприимчивой, причём гидролиз α-NA и β-NA был выше у резистентной популяции, чем у чувствительной в 1,28 и 1,45 раза соответственно.

В ходе данной работы (таблица 1) было обнаружено, что у самок и самцов дельтаметрин-резистентной популяции *M. domestica* активность α-NA-эстеразы статистически значимо выше, чем у особей восприимчивой линии Lab UF в 1,70 и 1,67 раза соответственно. Активность β-NA-эстеразы у самок линий Lab UF и Nik отличалась в 1,65 раза, у самцов подобные отличия отсутствовали. Были отмечены межполовые различия активности β-NA-эстеразы у имаго обеих популяций – активность у самок Lab UF и Nik в 1,57 и 2,07 раза соответственно выше, чем у самцов.

Таблица 1 – Эстеразная активность у имаго *Musca domestica* L. (M±SE)

Группа		Активность, единицы активности		
		мкг α-NA/мин/мг белка	мкг β-NA/мин/мг белка	ΔAbc/мин/мг белка (субстрат ρ-NPA)
Lab UF	Самки	$0,686 \pm 0,054^{a}$	$0,592 \pm 0,044^{a}$	$0,368 \pm 0,023^{a}$
	Самцы	$0,717 \pm 0,090^{a}$	$0,378 \pm 0,020^{b}$	$0,227 \pm 0,013^{b}$
Nik	Самки	$1,167 \pm 0,058^{b}$	$0,957 \pm 0,055^{c}$	$0,277 \pm 0,021^{b}$
	Самцы	$1,195 \pm 0,051^{b}$	$0,462 \pm 0,104^{ab}$	$0,250 \pm 0,025^{b}$
Примечание: ΔAbs – изменение абсорбции; величины, отмеченные разными буквами, отличаются статистически значимо согласно критерию Дункана ($p \leq 0.05$)				

Часто следствием и/или причиной инсектицидной устойчивости у *M. domestica* является незначительное увеличение или снижение активности неспецифических эстераз. Khan H.A.A. с соавт. (2019) обнаружили пренебрежительно малое увеличение активности CarEs у устойчивой к спиносаду популяции комнатной мухи. В текущем исследовании (таблица 1) активность ρ-NPA-эстеразы у самок, но не у самцов Nik была достоверно ниже, чем у самок чувствительной линии в 1,33 раза.

В ходе работы было обнаружено (рисунок 1), что при использовании α-NA в качестве субстрата Km как самок, так и самцов достоверно выше в природной популяции по сравнению с чувствительной в 3,43 и 3,53 раза соответственно. Также были обнаружены межполовые различия – Km у самцов выше в 1,43 раза, чем у самок. Максимальная скорость реакции у самок и у самцов природной популяции превышала данный параметр имаго лабораторной линии в 1,62 и 1,47 раза соответственно. Но межполовых различий обнаружено не было.

При использовании β-NA в качестве субстрата была обнаружена схожая картина, что и с α-NA-эстеразой. Km самок и самцов была выше у природной дельтаметрин-резистентной популяции по сравнению с восприимчивой в 1,75 и 2,50 раза соответственно. И также были отмечены межполовые различия – Km у самцов достоверно выше в 1,35 раз, чем у самок. Vmax у самок Nik выше в сравнении с Lab UF в 1.67, у самцов подобных отличий не наблюдалось. Однако были обнаружены межполовые различия – Vmax самок Nik выше, чем у самцов в 2,05 раза (рисунок 2).

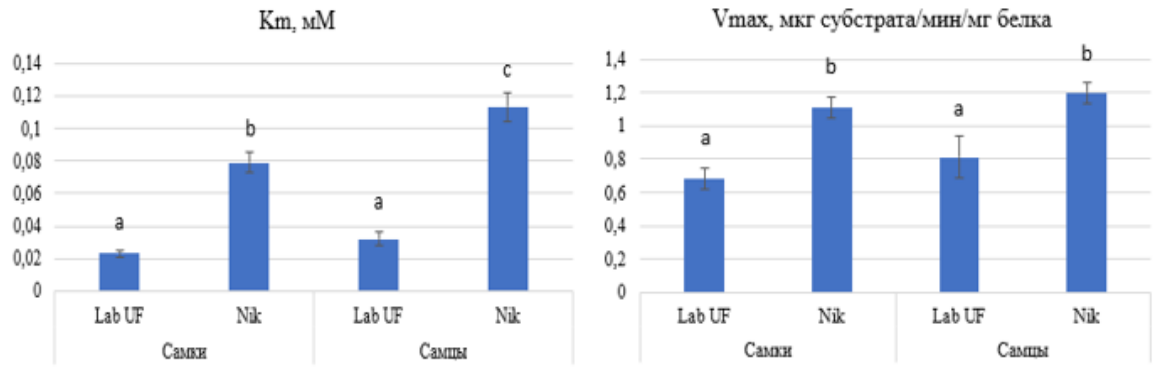


Рисунок 1 – Кинетические параметры α-NA-эстеразы *Musca domestica* L.
Примечание: величины, отмеченные разными буквами,
отличаются статистически значимо согласно критерию Дункана ($p \leq 0,05$)

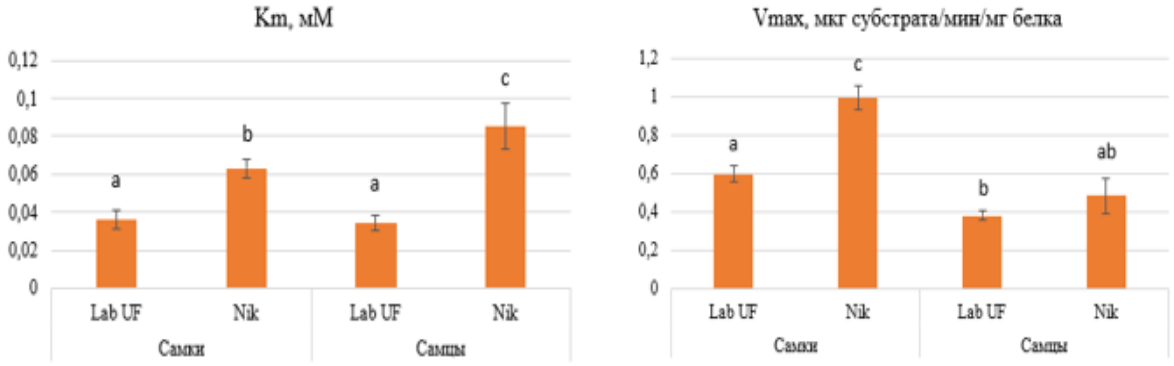


Рисунок 2 – Кинетические параметры β-NA-эстеразы *Musca domestica* L.
Примечание: величины, отмеченные разными буквами,
отличаются статистически значимо согласно критерию Дункана ($p \leq 0,05$)

При исследовании кинетических параметров (Km, Vmax) ρ-NPA-эстеразы отличий как между природной и чувствительной линиями, так и между самцами и самками Nik обнаружено не было (рисунок 3).

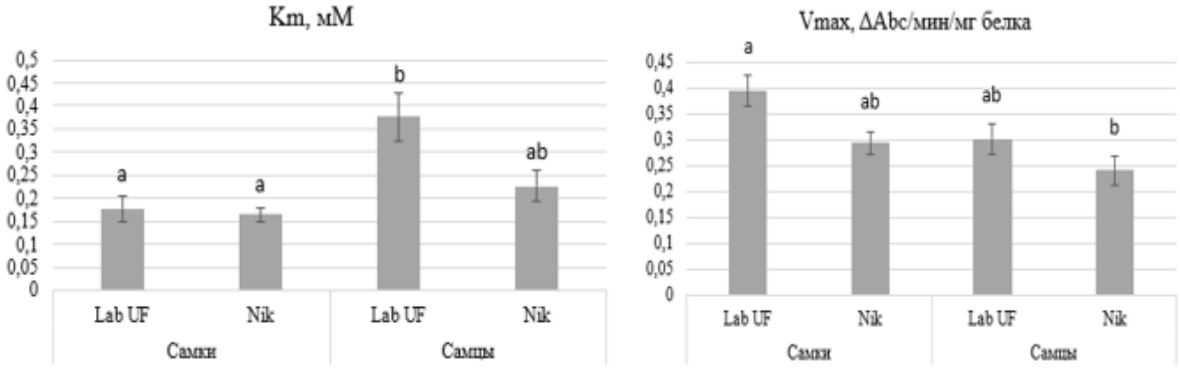


Рисунок 3 – Кинетические параметры ρ-NPA-эстеразы *Musca domestica* L.
Примечание: величины, отмеченные разными буквами,
отличаются статистически значимо согласно критерию Дункана ($p \leq 0,05$)

Таким образом, предположительно все исследованные изоферменты карбоксилэстераз могут служить биологическими маркерами пестицидного воздействия, т.к. были обнаружены различия удельной активности и кинетических параметров у имаго дельтаметрин-резистентной линии комнатной мухи по сравнению с чувствительной лабораторной линией. Хотя изменений кинетических параметров ρ-NPA-эстеразы обнаружено не было, но специфическое снижение активности у самок отмечалось. В связи с этим необходима дальнейшая работа по изучению влияния хронического инсектицидного загрязнения на карбоксилэстеразы насекомых.

Работа выполнена Всероссийским научно-исследовательским институтом ветеринарной энтомологии и арахнологии ТюмНЦ СО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FWRZ-2022-0022).

Список литературы

1. Руководство Р 4.2.3676-20. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека РФ 18.12.2020 г. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов / Консорциум «Кодекс». – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/573820733. – Дата доступа: 15.03.2024.

2. Молекулярно-генетические механизмы резистентности к инсектицидам у насекомых / О. Ю. Еремина, Ю. В. Лопатина // Медпаразитология, МПиПБ. – 2017. – № 4. – С. 44–52.

3. Activities of Select Enzymes Involved in Insecticide Resistance in Spinosad-Resistant and -Susceptible Strains of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) / H. A. A. Khan, W. Akram, S. Ali // Journal of Medical Entomology. – 2019. – V. 57(2). – P. 620–622.

4. Bio-molecular characterization of stress enzyme profile on esterase in selected silkworm races of *Bombyx mori* (L.) for biomarker selection / S. Vishnu Priya, P. Somasundaram // Advances in Biomarker Sciences and Technology. – 2019. – V. 1. – P. 9–16.

5. Contemporary status of insecticide resistance in the major Aedes vectors of arboviruses infecting humans / C. L. Moyes, J. Vontas, A. J. Martins [et al.] // PLoS Negl Trop Dis. – 2017. – V. 11(7):e0005625.

6. Cyromazine resistance in a field strain of house flies, *Musca domestica* L.: Resistance risk assessment and bio-chemical mechanism / H. A. A. Khan, W. Akram // Chemosphere. – 2017. – V. 167. – P. 308–313.

7. Impact of environment on mosquito response to pyrethroid insecticides: facts, evidences and prospects / T. E. Nkya, I. Akhouayri, W. Kisinza [et al.] // Insect Biochem Mol Biol. – 2013. – V. 43(4). – P. 407–416.

8. Inheritance mode and mechanisms of resistance to imidacloprid in the house fly *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) from China / Z. Ma, J. Li, Y. Zhang [et al.] // PLoS One. – 2017. – V. 12(12): e0189343. – P. 1–10.

9. Insights into insecticide-resistance mechanisms in invasive species: Challenges and control strategies / J. A. Siddiqui, R. Fan, H. Naz [et al.] // Front Physiol. – 2023. – V. 13:1112278.

10. Protein measurement with Folin phenol reagent / O. H Lowry, N. J. Rosebrough [et al.] // J. Biol. Chem. – 1951. – V. 193(1). – P. 265–275.

11. Quantification methodology for enzyme activity related to insecticide resistance in *Aedes aegypti* / Ministry of Health of Brazil, Fundação Oswaldo Cruz. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. – 128 p.

12. The metabolic resistance of *Nilaparvata lugens* to chlorpyrifos is mainly driven by the carboxylesterase CarE17 / K. Lu, Y. Li, T. Xiao [et al.] // Ecotoxicol Environ Saf. – 2022. – V. 241:113738.

A. G. KINAREIKINA, E. A. SILIVANOVA

ACTIVITY AND SOME KINETIC PARAMETERS OF CARBOXYLESTERASES OF *MUSCA DOMESTICA* L.

All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Entomology and Arachnology – Branch of Federal State Institution Federal Research Centre,
Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Tyumen, Russian Federation,
kinareickina@yandex.ru, sylivanovaea@mail.ru

The activity of α-NA- and β-NA-esterases was increased by 1,65–1,70 times and the activity of the p-NPA-esterase was decreased by 1,33 times in the adults M. domestica of the deltamethrin-resistant population compared to activities of these enzymes in adults of the susceptible strain. An increase in the values of Km and Vmax of α-NA- and β-NA-esterases in deltamethrin-resistant M. domestica suggests a decrease of enzyme affinity for a specific substrate.

Key words: carboxylesterases, insecticidal resistance, enzyme activity, Michaelis-Menten constant, the maximum velocity of enzymatic reaction.

УДК 504.064.37:528.8

Д. А. КИСЛИЦЫН[1], К. Я. ЛИС[2]

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ВЫРУБОК НА ТЕРРИТОРИИ ДЯТЛОВСКОГО РАЙОНА

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
dimas_13082000@mail.ru, lis.lis-karina@yandex.ru

Представлены результаты использования индекса NDVI и его разницы при сопоставлении разновременных космических снимков Sentinel-2 (даты съемки: 07.05.2018 и 01.05.2023) для идентификации лесных вырубок за 5-летний период. Проанализировано применение геоинформационных технологий для картографирования сплошных рубок в рамках сельсоветов Дятловского района.

Ключевые слова: космические методы; NDVI; геоинформационный анализ; лесные вырубки; Дятловский район.

Введение. Использование современных цифровых технологий позволяет оперативно выполнять картографирование динамики и структуры лесных экосистем на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Применение разновременных космических снимков и расчет разницы спектральных индексов может использоваться для выявления участков лесных земель, на которых произошло снижение уровня вегетации. Визуальное дешифрирование сплошных рубок в основном характеризуется высокой точностью, но, в то же время, это достаточно трудоемкий процесс, особенно при картографировании больших по площади территорий за многолетний период. Использование геоинформационных технологий предоставляет возможность для автоматизации процессов по идентификации сплошных рубок путем анализа разницы вегетационного индекса NDVI и выполнения картометрических расчетов полученных результатов, что определяет актуальность данного исследования.

В статье [1] проанализировано использование космических снимков SPOT, IRS-P5 и EROS B для выявления сплошных и выборочных рубок, а также для идентификации посадок лесных культур, погрузочных площадок и лесных дорог. Выявление рубок леса может проводиться на основе визуального сопоставления разновременных снимков с использованием различных синтезов спектральных каналов, а также с применением метода разности вегетационных индексов [2]. В работе [3] описано, что сочетание классификаторов дерева решений, преобразований Каута-Томаса и набора данных GeoCover Landsat позволило оперативно составить карту изменений земельного покрова с пространственным разрешением 28,5 метров на исследуемой территории площадью 3,8 миллиона гектаров, в которой представлены различные классы объектов, в том числе приведена информация о лесных вырубках.

Цель исследования – геоинформационное картографирование лесных вырубок в рамках сельсоветов Дятловского района на основе применения космических методов.

Материалы и методы исследования. В качестве исходных данных ДЗЗ были выбраны космические снимки Sentinel-2 с уровнем обработки L2A (даты съемки: 07 мая 2018 г. и 01 мая 2023 г.), которые имеют пространственное разрешение 10 м для каналов NIR, Red, Green, Blue. Исследуемая территория представлена Дятловским районом Гродненской области, который в основном расположен в пределах Новогрудской возвышенности и Верхненеманской низменности. Картографический, геоинформационный

методы, а также цифровые технологии по обработке данных ДЗЗ, использованы при выполнении исследования. Пространственная информация о лесных землях получена на основе векторного слоя из OpenStreetMap.

Использование вегетационного индекса NDVI, который рассчитывается на основе спектральных каналов NIR и Red, позволяет определить наличие и относительную биомассу растительности, что имеет существенное значение при оценке уровня вегетации лесных экосистем. Геоинформационный анализ индекса NDVI и его разницы за 5-летний период (для сопоставления уровня вегетации в начале мая) выполнен в ArcGIS 10.7 на основе использования инструмента «Калькулятор растра».

В качестве индексных критериев при выявлении участков сплошных рубок использована разница NDVI за исследуемый период, которая составила менее –0,05 (т. е. уменьшение индекса NDVI в 2023 г. по сравнению с 2018 г.), и значения индекса NDVI на основе космического снимка Sentinel-2 за 01 мая 2023 г. выбраны в диапазоне от 0,10 до 0,31. Применение таких инструментов, как «Извлечь по атрибутам» и «Булев оператор And», позволяет выделить участки, соответствующие двум индексным критериям. Следует учесть, что уменьшение индекса NDVI для начала мая за период с 2018 по 2023 гг. также характерно не только для участков сплошных рубок, но и для некоторых контуров пахотных земель, где произошла смена сельскохозяйственных культур в рамках севооборотов.

Для удобства использования пространственной информации о лесных землях выполнена конвертация векторного слоя, полученного на основе OpenStreetMap, в растровый формат. Затем осуществляется пересечение участков, которые выделены на основе двух индексных критериев, и растрового слоя лесных земель с помощью инст-румента «Булев оператор And». Для удаления участков, площадь которых составляет менее 30 пикселов (0,3 га), использованы инструменты «Группировка» и «Извлечь по атрибутам». Затем выполнена генерализация растровых контуров и их конвертация в векторный формат на основе применения инструментов «Фильтр большинства» и «Растр в полигоны». Сглаживание векторных контуров и заполнение пробелов осуществляется на основе таких инструментов, как «Сгладить полигоны» и «Удалить часть полигона». Затем в данном слое были выделены участки, площадь которых превышает 0,27 га, так как за счет плавного округления границ самых небольших контуров их площадь незначительно уменьшилась.

В то же время некоторая погрешность при идентификации сплошных рубок связана с определением наиболее широких полос выборочных рубок, а также с выявлением новых широких просек и небольших участков вдоль рек. Ошибочно определенные контуры не имеют широкого распространения, но выполнение анализа геометрических характеристик векторных полигонов может повысить уровень точности. Классы пространственных объектов в базе геоданных в ArcGIS имеют автоматически рассчитанные значения периметра и площади для полигональных объектов.

Для учета особенностей формы объектов нами использованы два геометрических критерия: первый – отношение периметра к площади, умноженное на 100, а второй – отношение периметра к площади, которая взята в квадратный корень. Следует отметить, что невысокие значения первого критерия позволяют выбрать относительно крупные участки, которые не характеризуются вытянутой формой, но могут иметь однородную или извилистую границу. Второй геометрический критерий определяет степень вытянутости объектов независимо от их размеров, что позволяет выделить участки вдоль рек, которые не относятся к вырубкам. В то же время при использовании только второго критерия крупные участки сплошных рубок с извилистой формой границы могут ошибочно относиться к линейно-вытянутым объектам, а если применять только первый критерий – заметно влияние площади объекта. Затем осуществляется выборка объектов, которые имеют вытянутую форму: по первому геометрическому критерию значения составляют более 6,5, а по второму – более 5,0. Также следует учесть, что линейно-вытянутые полигональные объекты обычно имеют небольшую площадь – до 5,0 га (рисунок 1).

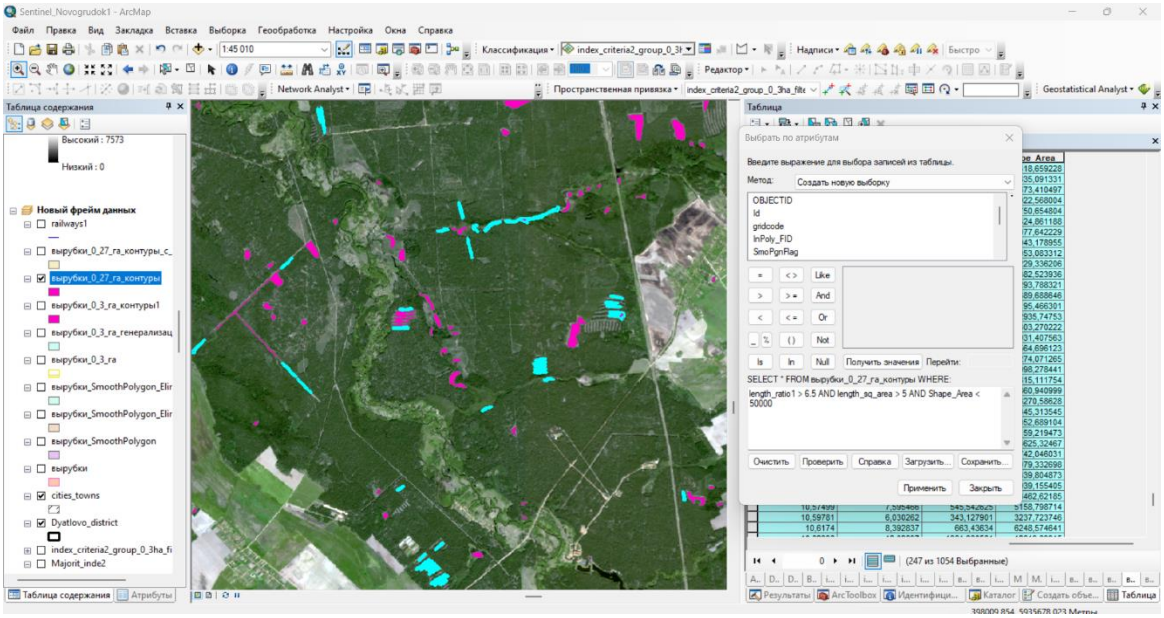


Рисунок 1 – Использование геометрических критериев для выборки участков, не относящихся к сплошным рубкам

Далее выполняется переключение выборки в таблице атрибутов, чтобы определить только участки сплошных рубок, которые затем экспортируются в отдельный класс пространственных объектов. Для расчета площади сплошных рубок в рамках сельсоветов применялись такие инструменты, как «Пересечение» и «Суммарная статистика». Учитывая различный уровень лесистости для исследуемой территории, дополнительно был выполнен расчет удельного веса сплошных рубок (в процентах) от площади лесных земель по сельсоветам.

Результаты исследования и их обсуждение. Таким образом, общая площадь сплошных рубок на территории Дятловского района за 5-летний период составила 1 242 га (на основе использования космических снимков Sentinel-2). При оценке уровня точности использовались среднегодовые значения площадей сплошных рубок для территории ГЛХУ «Дятловский лесхоз», которые составляют в среднем 285 га за 1 год. Общая площадь Дятловского района составляет значительную часть территории ГЛХУ «Дятловский лесхоз», небольшая часть территории которого расположена в Новогрудском районе к западу от железной дороги «Барановичи – Лида».

При сопоставлении площадей сплошных рубок за 5-летний период точность представленной методики превысила 85 %, что подтверждает эффективность ее использования. Следует отметить, что некоторая погрешность при определении сплошных рубок за 5-летний период обусловлена тем, что для некоторых контуров вырубок 2018 и 2019 гг. произошло быстрое восстановление уровня вегетации.

Контуры лесных вырубок существенно дифференцируются по площади в рамках исследуемой территории: от 0,27 га до 34,30 га. Участки сплошных рубок, размер которых находится в диапазоне от 1,0 до 5,0 га, составляют около 48 % от их общей площади, а лесные вырубки с площадью от 5,1 до 10,0 га – 16,6 %. Достаточно крупные контуры лесных вырубок (площадь более 10 га) занимают около 203,5 га и представлены в основном в Поречском и Козловщинском сельсоветах (4 и 3 участка сплошных рубок соответственно), заметно меньше – в Даниловичском, Дворецком и Жуковщинском сельсоветах (1–2 контура). Наибольшая концентрация сплошных рубок характерна для юго-западной части Дятловского района (к западу от городского поселка Козловщина) и на северо-западе исследуемой территории, а также в окрестностях бассейна реки Молчадь (рисунок 2).

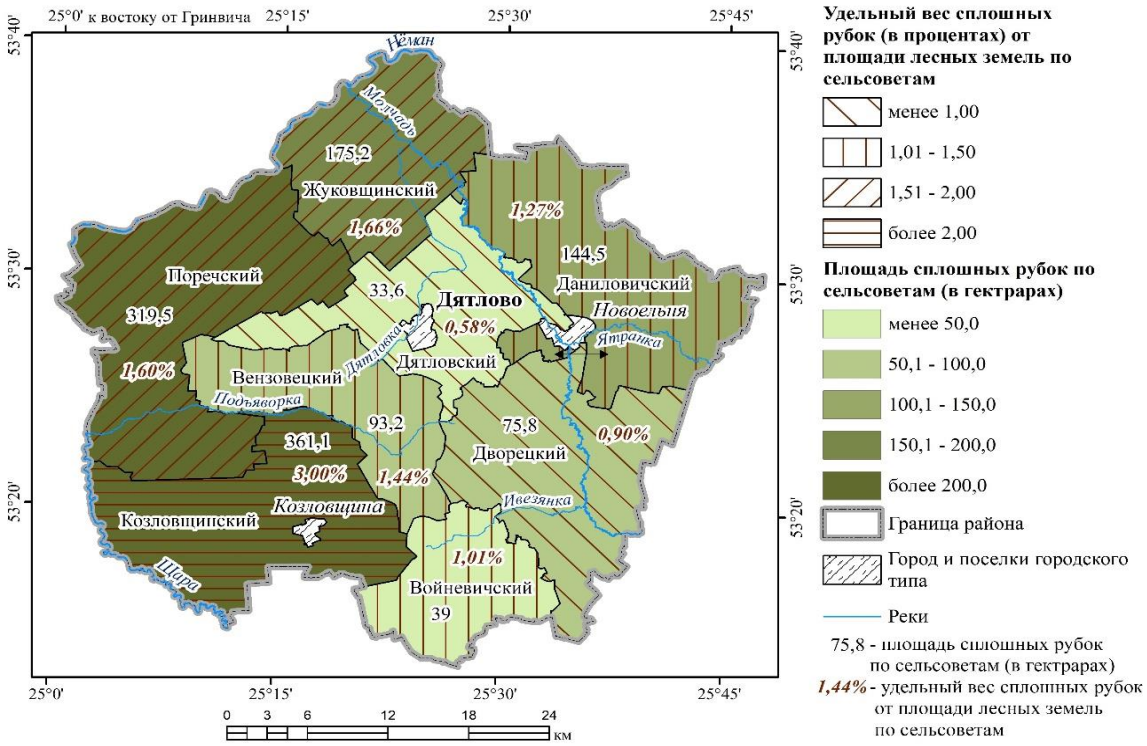


Рисунок 2 – Карта-схема пространственного распределения сплошных рубок за период с 2018 по 2023 гг. по сельсоветам Дятловского района

В Козловщинском и Поречском сельсоветах сконцентрировано около 54,8 % от общей площади сплошных рубок, что обусловлено высоким уровнем лесистости в западной части Дятловского района (в восточной части бассейна реки Щара и к югу от речной долины Немана).

В центральной и южной частях Дятловского района сплошные рубки не имеют высокой концентрации, так как здесь наблюдается высокая сельскохозяйственная освоенность территории и участки лесных массивов имеют в основном небольшую площадь. Наименьшие значения общей площади сплошных рубок (33,6 га) и их удельного веса от площади лесных земель (0,58 %) характерны для Дятловского сельсовета. В основном сплошные рубки составляют порядка 0,90–1,60 % от площади лесных земель по сельсоветам Дятловского района.

Козловщинский сельсовет характеризуется не только наибольшей площадью сплошных рубок в Дятловском районе (361,1 га), но и самым высоким удельным весом вырубок от площади лесных земель (около 3 %). В то же время в Поречском сельсовете, несмотря на более высокую лесистость территории, данные показатели несколько меньше, чем в Козловщинском сельсовете, что обусловлено расположением ландшафтного заказника «Липичанская пуща».

Заключение. Таким образом, для более точной идентификации сплошных рубок за 5-летний период учитывается не только разница NDVI, но и значение данного индекса в начале мая 2023 г., что позволяет уменьшить количество ошибочно определенных контуров, которые соответствуют участкам переувлажненных широколиственных лесов в речных долинах. Для определения участков, выбранных согласно индексным критериям, в пределах лесных земель использован векторный слой из OpenStreetMap, который для дальнейшего анализа был конвертирован в растровый формат. На основе последовательного применения различных инструментов в ArcGIS 10.7 выполнена генерализация растровых контуров и их автоматическая векторизация для геометрического сглаживания полученных участков. С использованием информации о периметре и площади векторных

контуров рассчитаны геометрические критерии, которые позволили удалить линейно-вытянутые полигональные объекты (наиболее широкие полосы выборочных рубок, новые широкие просеки и небольшие участки вдоль рек), что, в итоге, привело к высокому уровню точности (более 85 %). Комплексное использование геоинформационных технологий и данных ДЗЗ для картографирования сплошных рубок позволяет проанализировать пространственное распределение лесных вырубок по сельсоветам Дятловского района.

Список литературы

1. Зенкевич, Ю. Э. Мониторинг лесохозяйственной деятельности. Опыт применения данных космической съемки высокого и сверхвысокого разрешения / Ю. Э. Зенкевич, И. В. Глушков, Т. А. Антонова // Земля из космоса: наиболее эффективные решения. – 2009. – Вып. 1. – С. 17–21.

2. Наземные и дистанционные методы оценки состояния экосистем особо охраняемых природных территорий / Д. Г. Груммо [и др.] ; под общ. ред. Д. Г. Груммо, А. В. Судника ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2023. – 351 с.

3. Potere, D. Patterns in Forest Clearing Along the Appalachian Trail Corridor / D. Potere, C. Woodcock, A. Schnelder, M. Ozdogan, A. Baccini // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. – 2007. – Vol. 73. – No. 7. – P. 783−791.

D. A. KISLITSYN, K. Y. LIS

APPLICATION OF SPACE METHODS FOR MAPPING FOREST CUTTINGS IN THE TERRITORY OF THE DYATLOVO DISTRICT

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
dimas_13082000@mail.ru, lis.lis-karina@yandex.ru

The results of using the NDVI index and its difference when comparing multi-temporal Sentinel-2 satellite images (acquired on 07 May 2018 and 01 May 2023) to identify forest felling over a 5-year period are presented. The use of geographic information technologies for mapping clear cuttings within the selsoviets of the Dyatlovo district is analyzed.

Key words: space methods; NDVI; geographic information analysis; forest felling; Dyatlovo district.

УДК 591.5,597.8

И. И. КЛЕМЕНТЬЕВСКИЙ, Е. А. КЛЕМЕНТЬЕВСКАЯ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ТРАВЯНЫХ ЛЯГУШЕК (*RANA TEMPORARIA* L., 1758), ОБИТАЮЩИХ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА КАНДАЛАКША

МАОУ «Основная общеобразовательная школа № 19»
муниципального образования Кандалакшский район,
г. Кандалакша, Мурманская область, Российская Федерация,
ilaklementevski@gmail.com, elena-klementevskay@yandex.ru

Данная статья обобщает результаты исследований 2018–2020 гг., посвященных особенностям размножения травяной лягушки в водоемах антропогенного и природного происхождения, расположенным окрестностях г. Кандалакша Мурманской области, а также выявлению факторов, влияющих на сроки и успешность размножения этих амфибий.

Ключевые слова: травяная лягушка, метаморфоз, эмбриональное развитие, постэмбриональное развития, абиотические, антропогенные факторы.

Введение. Травяная лягушка *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (Anura, Ranidae) относится к фоновым и доминирующим по численности видам северной Европы, кроме того, это единственный вид, который населяет Северо-Запад России и Скандинавский полуостров до морских побережий [3].

Ареал травяной лягушки включает центральную и северную Европу, от Пиренеев до Зауралья и Западной Сибири. На северо-западе ареала граница проходит в России от южного берега Баренцева моря и северного берега Белого моря, далее следуя на юг и юго-восток через Республику Коми на реки Обь и Иртыш, через территорию Курганской области и северного Казахстана. Южная граница ареала проходит на восток от центральной Молдовы (Кодры), следуя на юг Украины, далее по югу и центру Украины и европейской части России, затем в южное Зауралье и северный Казахстан [3, 2].

На площади своего ареала травяная лягушка населяет различные типы равнинных и горных лесов, по которым проникает в тундру и лесостепь. В лесной зоне этот вид занимает различные биотопы: леса, кустарниковые заросли, поляны, луга, болота. Помимо этого, травяная лягушка населяет антропогенные биотопы (населенные пункты, парки, сады) [2]. В Карело-Кольском регионе *R. temporaria* преимущественно встречается в производных местообитаниях и у водоемов [2].

Для успешного размножения вида важно наличие пригодных для этого биотопов. Икрометание *R. temporaria* происходит в хорошо прогреваемых неглубоких местах (5–50 см) стоячих и полупроточных водоемов [2]. В Карело-Кольском регионе в качестве подходящих для размножения мест отмечены заполненные водой углубления в скалах, поймы, болота, пруды и прибрежная зоне озер [11].

По мере продвижения на север полезная площадь биотопов, пригодных для обитания и размножения травяной лягушки, сокращается [3]. Закономерно, что численность данного вида также снижается [4]. В связи с этим вопросы распространения и размножения *R. temporaria* в Карело-Кольском регионе представляются важными для выявления факторов, лимитирующих распространении травяной лягушки на севере ареала.

Материалы и методы. Исследования проводились в мае – августе 2018–2020 г. в окрестностях г. Кандалакша, расположенном на юго-западе Мурманской области. Город находится за полярным кругом. На территории за отводным каналом Нивских ГЭС было обследовано 2 водоема. Первый водоем антропогенного происхождения 41 × 8 м,

площадью примерно 328 м². Глубина его варьировала от 5 до 100 см (возможно, в центральной части больше). В водоеме было обследовано 5 точек, расположенных приблизительно на расстоянии 10 м друг от друга. Две точки (№ 1 и № 2) находились ближе к дороге, тогда как другие (№ 3–5) были расположены на противоположной стороне пруда (рисунок 1). Во всех точках проводилось измерение глубины на расстоянии 20 и 50 см от берега. Второй водоем естественного происхождения – болото. Оно располагалось в небольшом лесу, западнее первого водоема, и имело размеры около 100 × 30 м.

Рисунок 1 – Точки исследования водоема антропогенного происхождения. Точки № 1 и № 2 – обнаружена икра в 2018 и 2020 гг. Точка №2 – обнаружена икра в 2019 г.

В качестве основных фенологических дат, связанных с размножением *R. temporaria*, нами были выбраны: первая встреча лягушек в водоеме, начало массовых криков (концертов) самцов, сроки начала и окончания икрометания, появление личинок (первое, массовое и последнее) и сеголеток.

Кроме того, фиксировалось количество кладок в каждой исследуемой точке и продолжительность развития икры.

Для определения темпов постэмбрионального развития производили отлов и описание личинок с помощью рыболовного сачка. В мае отлов производился через день, в июне – каждую неделю, в июле и августе – 2 раза в месяц. За один раз обследовали по 20–30 головастиков в каждой точке.

Стадии развития фиксировали следующим образом: 1) яйца (икра); 2) головастики в момент выклева; 3) развитие наружных жабр; 4) стадия появления задних конечностей; 5) стадия освобождение передней конечности и начала редукции хвоста; 6) стадия лягушонка, готового выйти на сушу [9].

Вместе с тем, в качестве характеристики мест нереста изучали экспозицию, проводили замеры глубины с помощью складного метра. Температура воды фиксировалась водным термометром при каждом посещении водоема. Ее измерения производили на расстоянии 2 см от кладок, в скоплении кладок, а также в местах отлова личинок.

Для изучения влияния экологических факторов на жизнедеятельность травяной лягушки фиксировались освещенность и усыхание водоема. Сведения о среднесуточной

температуре воздуха, датах схода снега были взяты из Летописи природы ФГБУ «Кандалакшский природный заповедник». Кроме того, отмечались присутствие в водоеме хищников и наличие паразитических грибов, влияющих на развитие икры.

Результаты и обсуждения. *Особенности икрометания.* Сравнительный анализ данных за 2018–2020 гг. показал, что лягушки откладывают икру только в восточной части антропогенного водоема (рисунок 1), где наблюдается меньшая глубина и лучшая прогреваемость воды (Клементьевский, Клементьевская, 2018, 2019).

В таблице 1 представлены основные фенологические даты, связанные с размножением. Первые встречи лягушек отмечались в первой декаде мая. Это совпадает с данными других исследований в южных районах Кольского полуострова, согласно которым выход взрослых лягушек с зимовок наблюдается 4–17 мая, когда среднесуточная температура поднимается выше 5 ˚С [8]. Начало икрометания в разные годы приходилось на период с 6 по 15 мая, тогда как последние кладки отмечались с 11 по 24 мая. Обращает на себя внимание 2018 г., когда икрометание закончилось до 6 мая.

Таблица 1 – Икрометание травяной лягушки *R. temporaria* в период 2018–2020 гг.

Признаки для сравнения	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Встреча с лягушками в водоеме	Не встретили	9 мая	10 мая
Количество особей	Не отмечены	Не менее 42 особей	Не менее 8 особей
Массовые крики (концерты) самцов	–	9 мая	16 мая
Появление икры	До 6 мая	9 мая	15 мая
Количество кладок	–	36 (точка № 2)	24 кладки (2 – точка № 1, 22 кладки – точка № 2)
Массовое икрометание	–	9 мая	15 мая
Окончание икрометания	До 6 мая	11 мая	24 мая
Количество кладок (всего с начала икрометания)	100 кладок (70 –точка № 1, 30 – точка № 2)	42 кладки	33 кладки

Таким образом, для разных лет наблюдалась значительная разница в сроках основных этапов, связанных с размножением *R. temporaria*. Так как лягушка – пойкилотермное животное, для объяснения результатов наших наблюдений следует обратиться к данным по срокам схода снега и температуры воздуха, предоставленных Е. В. Шутовой из Летописи природы ФГБУ «Кандалакшский природный заповедник» за 2018, 2019, 2020 гг. Более раннее начало икрометания в 2018 и 2019 гг. связано с ранним сходом снега (третья декада апреля) и быстрым повышением температуры при переходе от 1-й ко 2-й декадам мая (таблица 2). Кроме того, если в 2019 г. икрометание лягушек произошло очень дружно, в один день, то в 2020 г. нерест растянулся на 10 дней, с 15 по 24 мая (таблица 1). Это связано с более медленным прогреванием воздуха, а, значит, и водоема (таблица 2).

Таким образом, ранний сход снега и оптимальные температуры благоприятны для быстрого и дружного икрометания. Поздний сход снега, низкие температуры воздуха, низкая освещенность приводят к медленному прогреванию водоема, более позднему икрометанию и растягивают процесс отложения икры на более длительный период времени.

Таблица 2 – Погодные условия в 2018–2020 гг. по данным ФГБУ «Кандалакшский природный заповедник»

Год	Апрель	Май (по декадам)			Июнь (по декадам)			Июль (по декадам)			Август (по декадам)		
	Сход снега*	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Среднесуточная температура (данные Летописи природы), °С													
2018	28,04	5,3	9,7	11,2	8,0	11,2	13,6	16,0	19,6	20,3	16,7	14,6	12,1
2019	23,04	2,3	8,0	6,2	12,0	12,3	11,4	12,3	11,1	15,0	9,6	13,8	11,9
2020	11,05	3,2	3,5	9,2	14,4	15,7	14,9	14,7	16,8	16,7	14,8	12,4	11,7
Примечание: *сход снега – это полное стаивание снега на контрольной площади на метеостанции Кандалакши													

Количество отложенной икры в 2018 г. составило 100 кладок, в 2019 г. – 42 кладки, в 2020 г. – 33 кладки. Таким образом, максимальное число кладок наблюдалось 2018 г. (таблица 1). Причины этого объяснить сложно. В 2020 г. в болоте икры не было обнаружено, но 20.06.2020 было выловлено огромное количество головастиков на 5–6 стадиях развития.

Продолжительность инкубации и сроки появления личинок. Данные по некоторым срокам постэмбрионального периода развития в окрестностях г. Кандалакша представлены в таблице 3. Даты первого и массового появления личинок всегда совпадали и наблюдались в разные годы в сроки с 14 по 24 мая. Появление последних личинок фиксировалось с 19 по 30 мая. Продолжительность инкубации составляла от 7 до 16 дней. Однако данный параметр отличался как для кладок разных лет, так и в пределах одного года (таблица 3).

Таблица 3 – Сроки появления личинок

Стадии	2018 г	2019 г.	2020 г.
Откладка икры	6 мая	9–11 мая	15–24 мая
Сроки появления личинок:			
первое	14 мая	19 мая	24 мая
массовое	14 мая	19 мая	24 мая
последнее	19 мая	19 мая	30 мая
Продолжительность инкубации	9–14 дней	10 дней	7–16 дней

Стоит отметить, что в 2020 г. наблюдались ускоренные темпы эмбрионального развития в тех кладках, которые были отложены в более поздний период времени. После 21 мая на развитие эмбрионов ушло не более 7 дней, тогда как икра, отложенная 15 мая, имела более длинный период инкубации – 16 дней. Это доказывает, что повышение температуры воздуха, следовательно, и воды в водоемах, способствует ускорение темпов эмбрионального развития. В целом для травяных лягушек Мурманской области отмечено, что в водоемах одного района в один и тот же год различия в длительности инкубационного периода, вызванного температурным режимом, может достигать 8 дней (Макарова, Шкляревич, 1999) [8]. Кроме того, позднее отложение икры сдвинуло сроки выклева личинок: так в 2018 и 2019 гг. мы наблюдали это в период с 14 до 19 мая, а в 2020 г. – с 24 по 30 мая. По таблице даты начала и окончания икрометания в 2019 г. совпадают, так как в один день было отмечено массовый выход личинок.

Развитие личинок. Выклев головастиков происходил с середины до конца мая в зависимости от условий года (таблица 4). Личинки в стадии развития наружных жабр

отмечались в конце мая – начале июня. Начиная со 2-й декады июня нами фиксировались головастики с задними конечностями. Встречи лягушек на 4 и 5 стадиях развития в разные годы регистрировались с конца июня до середины августа.

Таблица 4 – Сроки прохождения головастиками стадий развития

Стадии развития	2018 г.	2019 г.	2020 г.
1. Головастики в момент выклева	14–19 мая	19 мая	24–30 мая
2. Развитие наружных жабр	14–19 мая	19 мая	24–30 мая
3. Стадия появления задних конечностей	10 июня	24 июня	20 июня
4. Стадия освобождения передней конечности и начало редукции хвоста	21 июля	–	27 июня
5. Стадия лягушонка, готового выйти на сушу	–	17 августа	05 июля

Темпы метаморфоза также зависят от погодных условий года, приходящихся на момент развития личинок. И не всегда позднее начало размножения приводит к запаздыванию сроков метаморфоза. Так, в 2020 г. несмотря на поздний выклев головастиков, 5 июля мы наблюдали первых лягушат, а 22 июля мы выловили только 2 лягушонка: один из них имел хвост, второй был готов выйти на сушу. При следующем посещении водоема 1 августа никого выловить не удалось, что позволяет нам сделать вывод о полном окончании метаморфоза лягушек. Вероятно, это связано с тем, что лето 2020 г. было очень теплым (таблица 2), но в то же время из-за большой глубины водоема не наблюдалось его пересыхание. Оптимальные условия способствовали успешному и быстрому развитию головастиков.

Экологические факторы, влияющие на выживаемость травяной лягушки. Гибель травяных лягушек может происходить на разных этапах. Смертность связана с влиянием как абиотических, так и биотических факторов. При этом гибель на уровне икры в Кольском Заполярье в целом не превышает 15 %, тогда как смертность головастиков в результате высыхания водоема и влияния хищников заметно выше и может достигать при определенных условиях 70–90 % [8].

Влияние температурного фактора, освещенности и схода снега в исследуемых водоемах было нами представлено в работах предыдущих лет (Клементьевский, 2018, Клементьевский, 2019). Кроме того, было отмечено, что на успешность метаморфоза влияют характеристики водоема. В исследуемом нами водоеме есть неглубокие участки, вода в которых хорошо освещается и прогревается, и это способствует успешной инкубации икры. Кроме того, сам водоем является достаточно глубоким и не пересыхает даже в те годы, когда на протяжении длительного времени держатся высокие температуры (лета 2018 и 2020 гг., таблица 2). Выбор удачного водоема – это успех выживания популяции. Явление, которое мы наблюдали, называется «хоминг» – икрометание лягушек происходят в том водоеме, где икра успешно проходит свое развитие [1].

Стоит отметить, что второй исследованный нами водоем – болото – также является благоприятным для развития лягушек, но температура воды в нем всегда была на 2–3 °С ниже, а, следовательно, и период развития личинок травяной лягушки был более длительным. Так, выловив одинаковое количество головастиков из каждого водоема 05.07.2020 г., мы обнаружили следующее соотношение: на болоте – 11 головастиков из 22 имели зачатки задних конечностей, тогда как в пруду таких головастиков было 6 из 22, а остальные были близки к окончанию метаморфоза. Кроме того, в 2019 г. болото пересохло, и мы не могли в августе выловить головастиков, тогда как в первом водоеме развитие головастиков продолжалось. В материалах за 2020 г., предоставленных Шутовой Е. В., старшим научным сотрудником ФГБУ «Кандалакшский природный

заповедник», мы тоже встретились с фактами, говорящими о том, что во временных водоемах в районе п. Лувеньга Кандалакшского района Мурманской области икра и головастики гибли от пересыхания воды при высоких температурах (Летопись природы ФГБУ «Кандалакшский природный заповедник» за 2020 г.).

Немаловажным фактором, влияющим на смертность травяной лягушки, является наличие хищников в водоеме. В описанных нами водоемах были отмечены жук-плавунец (*Dytiscus* sp. (Coleoptera, Dytiscidae)), личинки стрекоз (Odonata), клоп-гладыш (*Notonecta* sp. (Hemiptera, Notonectidae)). Все эти насекомые – хищники, и головастики являются важной частью их пищевого рациона, что также может оказывать влияние на их выживаемость. В частности, в литературе приводятся сведения, что одна личинка жука-плавунца способна уничтожить 20–30 головастиков в день [8].

Кроме того, ежегодно часть икры в обоих водоемах оказывается пораженной грибом-паразитом рода Сапролегния (*Saprolegnia* Nees, 1823 (Saprolegniales, Saprolegniaceae)), что вызывало ее гибель.

Выводы:

1. Нерест лягушек происходил в той части антропогенного водоема, где наблюдалась меньшая глубина и лучшая прогреваемость воды.

2. Ранний сход снега и быстрое повышение температуры при переходе от 1-й ко 2-й декадам мая способствовали более раннему началу икрометания.

3. Высокая температура воздуха, а, следовательно, и воды в водоемах, способствовали ускорению темпов эмбрионального развития.

4. Ранние сроки откладки икры не всегда способствуют более быстрому метаморфозу травяной лягушки. Существенное влияние оказывают погодные условия на момент развития личинок. Так в 2020 г., несмотря на более поздние сроки откладки икры из-за позднего схода снега и прохладной весны, наблюдался более ранний выход сеголеток по сравнению с 2019 г.

5. В описанных нами водоемах было отмечено присутствие хищников и паразитических грибов, поражающих икру, что снижает выживаемость личинок и икры.

Благодарности. *Благодарим Е.В. Шутову, старшего научного сотрудника ФГБУ «Кандалакшский природный заповедник» за предоставленные данные и ценные рекомендации в написании научной статьи.*

Список литературы

1. Гуменный, В. С. Фенология и особенности размножения амфибий урбанизированного ландшафта города Гродно / В. С. Гуменный, В. А. Бахарев // Веснік Мазырскага дзяржаунага педагагічнага універсітэта імя І. П. Шамякіна. – 2009. – № 1 (22). – С. 15–26.

2. Кузьмин, С. Л. Земноводные бывшего СССР / С. Л. Кузьмин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 370 с.

3. Кутенков, А. П. Экология травяной лягушки (Rana temporaria L., 1758) на северо-западе России / А. П. Кутенков. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2009. – 140 с.

4. Кутенков, А.П. Экология размножения бесхвостых амфибий Карелии и Кольского полуострова / А. П. Кутенков, А. Е. Панарин, Ф. Н. Шкляревич // Наземные позвоночные животные в заповедниках севера Европейской части РСФСР. – М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1990. – С. 54–70.

5. Летопись природы ФГБУ «Кандалакшский природный заповедник» за 2018 г.

6. Летопись природы ФГБУ «Кандалакшский природный заповедник» за 2019 г.

7. Летопись природы ФГБУ «Кандалакшский природный заповедник» за 2020 г.

8. Макарова, О. А. Амфибии и рептилии Мурманской области / О. А. Макарова, Ф. Н. Шкляревич. – Мурманск: Научно-издательский центр «Пазори», 1999. – 136 с.

9. Харитонов, Н. П. Некоторые методы изучения земноводных и пресмыкающихся / Н. П. Харитонов // Исследователь. – 2009. – №1. – С.134–153.

10. Чугунов, А. Нобелевская премия по физиологии и медицине (2012): индуцированные стволовые клетки [Электронный ресурс] / А. Чугунов // Биомолекула. – 2012. – Режим доступа: https://biomolecula.ru. – Дата обращения: 10.10.2019.

11. Kutenkov, A. P. Natural breeding ponds of the Common Frog (Rana temporaria), and their location in the Karelia – Kola Region / A. P. Kutenkov // Advances in Amphibian Research in the Former Soviet Union. – 1996. – No. 1. – P. 139–148.

I. I. KLEMENTYEVSKY, E. A. KLEMENTYEVSKAYA

SOME FEATURES OF REPRODUCTION OF GRASS FROGS (*RANA TEMPORARIA* L., 1758) NEAR CITY OF KANDALAKSHA

Basic secondary school № 19 of the municipality of Kandalaksha district, Kandalaksha, Murmansk region, Russian Federation, ilaklementevski@gmail.com, elena-klementevskay@yandex.ru

This article summarizes the results of research from 2018–2020. on the characteristics of the reproduction of the grass frog in reservoirs of anthropogenic and natural origin located in the vicinity of the city of Kandalaksha, Murmansk region. Factors influencing the timing of its reproduction have been identified.

Spawning of frogs took place in that part of the anthropogenic reservoir where there was shallower depth and better water heating. Early snow melting and a rapid increase in temperature during the transition from the 1st to the 2nd ten days of May contributed to an earlier start of spawning. High air temperature contributed to the acceleration of the pace of embryonic development. At the same time, early periods of egg laying do not always contribute to faster metamorphosis of the grass frog.

Key words: grass frog, Rana temporaria, metamorphosis, postembryonic development, abiotic factors, biotic factors.

УДК 614.7:667.6/.7

А. А. КОВАЛЕВ, Э. Ф. САБИТОВА
Научный руководитель: Д. Ю. ПЕРЕЖОГИН, преподаватель

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКТОР В УСЛОВИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Башкортостан, Российская Федерация,
zdorov.svezh.svetel1998@gmail.com

В статье анализируются исследования по теме влияния химических факторов на здоровье сотрудников нефтехимических производств.

Ключевые слова: нефтехимическое производство, химический фактор, нефтепереработка, нефтехимия, профессиональные заболевания, безопасность.

На данный момент нефтехимическая промышленность представляет собой один из существенных элементов системы российской энергетики и весьма значимый сектор национальной экономики России.

Продукция отечественной нефтехимии используется во многих отраслях национального хозяйства, в том числе в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, автомобильной промышленности, агропромышленном комплексе, электронике, производстве и обороте товаров народного потребления [5].

Однако вместе с востребованностью и расширением рынка нефтехимической продукции, сформировался комплекс неблагоприятных факторов производства. Ведущим риском для работников на нефтехимических производствах является химический фактор, который представлен целым рядом токсичных веществ.

Химический фактор присутствует на рабочих местах при добыче и переработке полезных ископаемых, обогащении рудных материалов, органическом и неорганическом синтезе, в сельском хозяйстве, а также при производстве веществ биологической природы.

Обеспечение химической безопасности является важнейшей государственной задачей, реализация которой определена Указом Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 г «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [1].

Целью государственной политики в этой области является поддержание допустимого уровня риска негативного воздействия опасных химических факторов на население и окружающую среду. Ключевым звеном в системе обеспечения химической безопасности РФ является Роспотребнадзор.

Одно из ведущих мест по потенциальной опасности химического воздействия на организм работников занимают нефтехимические производства, в технологических процессах которых химические соединения присутствуют в качестве сырья, промежуточных и готовых продуктов.

На многих рабочих местах в воздухе рабочей зоны присутствует комплекс вредных веществ, включающий от 2 до 10 ингредиентов, обладающих различным характером действия: остронаправленным, раздражающим, нейтропным, гемато-, гепатотропным, аллергенным [2].

В 2020 году сотрудники и студенты ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» вместе с ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет» провели исследование по факторам риска развития болезней систем кровообращения у работников нефтехимического производства.

Результаты исследования показали, что у обследованных работников выявлена высокая распространённость болезней системы кровообращения:

– в 72,6 % случаях атеросклеротические изменения экстракраниальных сосудов головного мозга;

– в 62,9 % нарушение сердечного ритма;

– в 50 % гипертрофия миокарда левого желудочка [4].

В 2021 году в Татарстане и Башкортостане был проведен анализ химического фактора в условиях нефтехимических производств.

Результаты исследования оказались следующими:

1. Показатели ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны нефтехимических производств превышает допустимые значения. Общая оценка условий труда по химическому фактору колеблется от 3,1 до 3,3.

2. Вредные вещества в зависимости от их свойств и условий воздействия (концентрация, время) могут вызывать у работников острые и/или хронические отравления. Симптомокомплекс хронической интоксикации характеризуется поражением нервной системы (астеническим, астено-невротическим, астеновегетативным синдромами, токсической энцефалопатией), дискинезией желчевыводящих путей, хронической гепатопатией (гепатитом) [2].

В 2022 году П. З. Шур совместно с Н. В. Зайцевой и Д. Н. Лир изучили риски репродуктивного здоровья женщин, работающих на нефтехимическом производстве.

Апробация методических подходов позволила установить, что уровень риска неприемлем как для репродуктивного здоровья матери, так и для развития здорового потомства. Такое репродуктивное нарушение, как бесплодие, обусловливает «малый» уровень риска для женщины, тогда как для потенциального потомства уровень риска возрастает до «высокого» [6].

В 2023 году был проведен комплексный анализ исследований воздействия вредных химических веществ на гепатобилиарную систему работников нефтехимических производств.

Результаты анализа показали, что:

1. Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны в нефтехимических предприятиях оказывают преимущественно раздражающее, наркотическое, канцерогенное, мутагенное и гепатотоксичное действие.

2. В условиях нефтехимического производства при воздействии на организм человека смеси летучих органических соединений, содержащей бензол, толуол, этилбензол, ксилолы, стирол (комплекс BTEXS) и металлов (кадмий, свинец), наблюдается токсическое действие на печень, что выражается в развитии стеатогепатита у работников нефтехимического производства. Из-за повреждений печени также нарушается секреция и отток желчи, что может вызвать застой в желчном пузыре и развитие механической (обструктивной) желтухи.

3. Работники, подвергавшиеся хроническому профессиональному воздействию смеси ароматических углеводородов, имели различные повреждения хромосом в ядросодержащих клетках крови, из которых в 100 % случаев представлены хрупкостью хромосом, реже встречались разрывы хромосом (58 %), изменения числа (21 %) и структуры хромосом (41,2 %) [3].

Таким образом, влияние химического фактора на работников нефтехимического производства может сопровождаться:

– раздражающим, наркотическим, канцерогенным, мутагенным и гепатотоксичным действием;

– риском развития болезней систем кровообращения;

– токсическим действием на печень и желчный пузырь;

– хроническими отравлениями, которые влекут за собой поражение нервной системы, дискинезию желчевыводящих путей и хроническую гепатопатию;

– риском нарушений репродуктивной системы для женщины и её потомства;

– различными повреждениями хромосом в ядросодержащих клетках крови.

Для обеспечения химической безопасности работников нефтехимических производств необходима разработка и реализация комплекса мер по последовательному снижению до приемлемого уровня риска негативного воздействия опасных химических факторов, включающих технологические, санитарно-технические, санитарно-гигиенические и медицинские мероприятия.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 11 марта 2019 г. № 97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу»

2. Каримова, Л.К. Химический фактор в условиях нефтехимических производств и меры по его минимизации / Л.К. Каримова // Медицина труда и экология человека. – 2021. – №1. – С. 35–48.

3. Кудояров, Э.Р. Особенности воздействия вредных химических веществ на гепатобилиарную систему работников нефтехимических производств (обзор литературы) / Э.Р. Кудояров // Медицина труда и экология человека. – 2023. – №2. – С. 6–19.

4. Маликова, А.И. Оценка распространенности и факторов риска развития болезней систем кровообращения у работников нефтехимического производства / А.И. Маликова // Медицина труда и экология человека. – 2020. – №3. – С. 45–51.

5. Фролов, А.П. Стратегическое развитие нефтегазохимической отрасли / А.П. Фролов // Экономика строительства. – 2022. – №5. – С. 88–91.

6. Шур, П.З. Обоснование методических подходов к количественной оценке риска репродуктивному здоровью, обусловленного вредными факторами производственной среды и трудового процесса / П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2022. – №1. – С. 48–57.

A. A. KOVALEV, E. F. SABITOVA

Supervisor: D. Y. PEREZHOGIN, lecturer

CHEMICAL FACTOR IN CONDITIONS OF PETROCHEMICAL PRODUCTIONS

Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Bashkortostan, Russian Federation,
zdorov.svezh.svetel1998@gmail.com

The article analyzes the research on the topic of the influence of chemical factors on the health of employees of petrochemical production.

Key words: petrochemical production, chemical factor, oil refining, petrochemistry, occupational diseases, safety.

УДК 502/504

Т. А. КОЗЮКОВА, А. С. ЧЕРДАКОВА, С. В. ГАЛЬЧЕНКО

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПОЙМЫ РЕКИ ПАВЛОВКА В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА РЯЗАНЬ

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина»,
г. Рязань, Российская Федерация,
cerdakova@yandex.ru

В статье оценивается экологическое состояние почв поймы реки Павловка в пределах г. Рязань по ряду химических показателей, а именно: pH солевой вытяжки, массовая концентрация валовой формы тяжелых металлов (цинка, кадмия, свинца, меди), суммарный показатель загрязнения (Zc) и содержание нефтепродуктов.

Ключевые слова: городские почвы, пойменные почвы, загрязнение почв, тяжелые металлы, суммарный показатель загрязнения почв.

Введение. Актуальность изучения городских почв объясняется их значительной ролью в формировании благоприятной окружающей среды в условиях стремительной урбанизации. В современных городах почвы выполняют роль экологического буфера и балансира, нивелирующего чрезвычайно высокую антропогенную нагрузку на другие компоненты урбоэкосистем. При этом, сами городские почвы подвергаются мощному техногенному воздействию, что затрудняет выполнение ими ключевых экологических функций. В этой связи, возрастает значение исследований, направленных на изучение экологического состояния городских почв, являющихся одними их основных депонирующих загрязнители компонентов урбоэкосистемы. Особый интерес в данном аспекте представляют пойменные почвы в пределах городов, по причине поступления существенного объема загрязнителей не только атмотехногенным, но и гидрогенным путем. Подобные исследования имеют высокую значимость в крупных промышленных центрах, к которым относится и г. Рязань.

Цель исследования: оценить экологическое состояние пойменных почв г. Рязань.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования выступали почвы поймы реки Павловка в пределах г. Рязань. По данным государственного водного реестра РФ река Павловка относится к Окскому бассейновому округу, бассейну притоков Оки – главной водной артерии Рязанской области [3]. Пойменные экосистемы реки Павловка испытывают антропогенную нагрузку со стороны Юго-Западного промышленного узла, прилегающей жилой застройки и транспортной инфраструктуры. Для оценки экологического состояния почв исследуемой территории было заложено пять пробных площадок, схема расположения которых представлена на рисунке 1.

Отбор проб почвы с пробных площадок осуществлялся методом конверта в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-2017 [1].

Одними из наиболее распространенных и опасных загрязнителей городских почв являются тяжелые металлы, приоритетными из которых в урбоэкосистемах выступают цинк, кадмий, свинец и медь. Их миграционная активность и биодоступность определяются реакцией среды почвенного раствора, что обусловливает необходимость исследования данных показателей при оценке экологического состояния городских почв. Уровень полиметаллического загрязнения в интегральной форме позволяет оценить суммарный показатель загрязнения (*Zc*).

Помимо тяжелых металлов ключевыми загрязнителями городских почв являются также нефть и продукты ее переработки, ввиду чего данные параметры также обязательны для рассмотрения в рамках экологической оценки урбопочв.

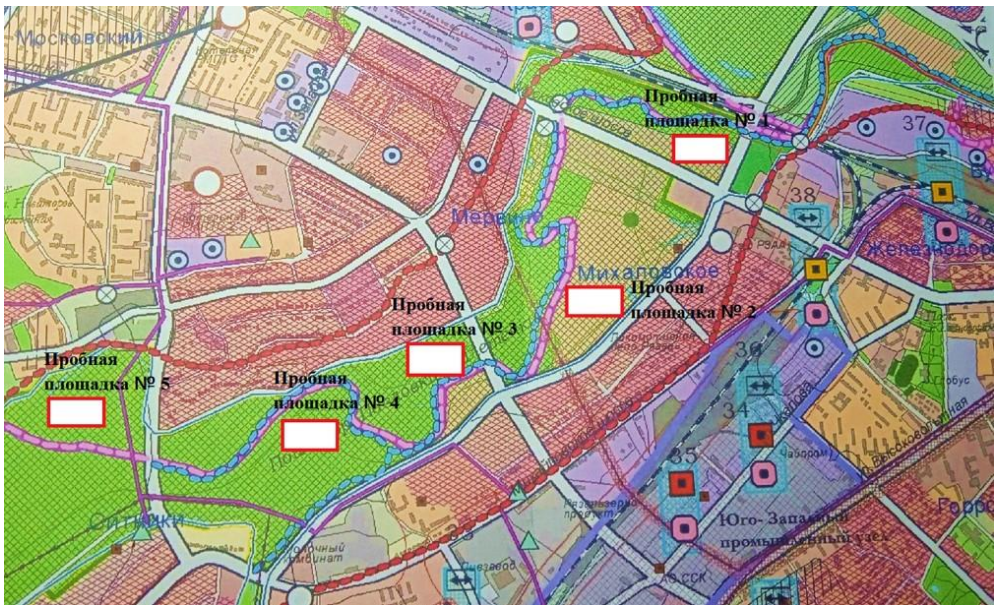


Рисунок 1 – Схема расположения пробных площадок

В этой связи, критериями оценки экологического состояния анализируемых почв выступали: pH солевой вытяжки, массовая концентрация валовой формы тяжелых металлов (цинка, кадмия, свинца, меди), суммарный показатель загрязнения (*Zc*) и содержание нефтепродуктов.

Валовое содержание тяжелых металлов пробах почвы определялось методом обратной вольтаметрии (в соответствии ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.48-06) [6], содержание нефтепродуктов методом ИК-спектрометрии (в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.2.22-98) [5], pH солевой вытяжки определялось по методу ЦИНАО (в соответствии с ГОСТ 26483-85) [2]. Суммарный показатель загрязнения (*Zc*) рассчитывался в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 [7]. Все исследования проводились на поверенном оборудовании в аккредитованной лаборатории.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения химических показателей экологического состояния почв поймы р. Павловка в пределах г. Рязань

Определяемый компонент	Пробная площадка					ПДК (ОДК)*	Региональный фон**
	Пробная площадка № 1	Пробная площадка № 2	Пробная площадка № 3	Пробная площадка № 4	Пробная площадка № 5		
1	2	3	4	5	6	7	8
pH солевой вытяжки, ед. pH	6,1 ± 0,1	6,3 ± 0,2	6,4 ± 0,1	6,7 ± 0,2	6,6 ± 0,1	–	–
Массовая концентрация валовой формы цинка, мг/кг	9,3 ± 2,8	17,4 ± 4,4	1,8 ± 0,5	1,9 ± 0,6	2,1 ± 0,6	220,0	35,0 ± 3

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Массовая концентрация валовой формы кадмия, мг/кг	0,2 ± 0,06	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2,0	0,18±0,02
Массовая концентрация валовой формы свинца, мг/кг	4,2 ± 1,3	6,6 ± 2,0	0,8 ± 0,2	1,3 ± 0,4	2,4 ± 0,7	130,0	12,0 ± 0,8
Массовая концентрация валовой формы меди, мг/кг	5,0 ± 1,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	132,0	27,0 ± 4
Суммарный показатель загрязнения тяжелыми металлами (Zc)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	–	–
Массовая доля нефтепродуктов, мг/кг	63,2 ± 15,8	61,3 ± 15,3	59,8 ± 14,9	125,5 ± 31,4	116,9 ± 29,2	–	–
Примечание: * по СанПиН 1.2.3685-21 [7]; ** по [4]							

Значение pH солевой вытяжки исследованных почвенных образцов варьировала от 6,1 до 6,7 ед. pH, что не создает дополнительных рисков миграции загрязнителей и поступления их в грунтовые воды.

Содержание валовых форм тяжелых металлов в почве поймы р. Павловка не превышает не только ОДК, но и региональных фоновых концентраций. Стоит отметить, что установленное содержание тяжелых металлов в среднем значительно ниже регионального фона. Расчет суммарного показателя загрязнения тяжелыми металлами (*Zc*) показал, что все проанализированные почвенные образцы относятся к допустимой категории загрязнения (*Zc* < 16).

Для оценки степени загрязнённости территорий нефтепродуктами используются пороговые уровни концентрации нефтепродуктов, которые рекомендованы документом от 27 декабря 1993 года «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами». Согласно данному порядку, содержание нефтепродуктов менее 1 000 мг/кг (менее 0,1 %) расценивается как допустимый уровень загрязнения. Установленное нами содержание нефтепродуктов в исследуемых пойменных почвах гораздо ниже данного уровня, что позволяет их отнести к допустимой категории загрязнения нефтепродуктами.

Заключение. Таким образом, экологическое состояние почв поймы р. Павловка в г. Рязань можно охарактеризовать как удовлетворительное, поскольку уровень ее загрязнения техногенными загрязнителями является допустимым. Однако учитывая возрастающий уровень антропогенного воздействия и интенсификации жилой застройки поймы р. Павловка следует осуществлять мониторинг экологического состояния ее почв.

Список литературы

1. ГОСТ 17.4.4.02-2017. Межгосударственный стандарт. «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/search/?q=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+17.4.4.02-2017+ . – Дата доступа: 24.06.2024.

2. ГОСТ 26483-85. Государственный стандарт Союза ССР. «Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/search/?q=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2+26483-85 – Дата доступа: 24.06.2024.

3. Государственный водный реестр Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://voda.gov.ru/activities/gosudarstvennyy-vodnyy-reestr/ – Дата доступа: 24.06.2024.

4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды в Рязанской области в 2022 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minprirody.ryazan.gov.ru/activities/sfery-deyatelnosti/okhrana-okruzhayushchey-sredy/Доклад%20о%20состоянии%20окружающей%20среды%20за%202022%20год.pdf – Дата доступа: 24.06.2024.

5. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 «Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органоминеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ohranatruda.ru/upload/iblock/17f/4293831615.pdf?ysclid=ly02nys477319334733 – Дата доступа: 24.06.2024.

6. ПНД Ф 16.1:2:2:2:3.48-06 «Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твердых отходов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка, ртути методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/437206179 – Дата доступа: 24.06.2024.

7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 (ред. от 30.12.2022) «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 N 62296). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_ LAW_375839/ – Дата доступа: 24.06.2024.

T. A. KOZYUKOVA, A. S. CHERDAKOVA, S. V. GALCHENKO

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF SOILS OF THE FLOODLAND OF THE PAVLOVKA RIVER WITHIN THE CITY OF RYAZAN

Ryazan State University named for S. Yesenin,
Ryazan, Russian Federation,
cerdakova@yandex.ru

The article evaluates the ecological state of the soils of the floodplain of the Pavlovka River within the city of Ryazan according to a number of chemical indicators, namely: pH of the salt extract, mass concentration of the bulk form of heavy metals (zinc, cadmium, lead, copper), total pollution indicator (Zc) and content petroleum products.

Key words: urban soils, floodplain soils, soil pollution, heavy metals, total indicator of soil pollution.

УДК 615.83

С. С. КОЛЫЧЕВА[1], Н. В. МАСЛОВА[1], А. С. САТУРОВ[2]

МОНИТОРИНГ УРОВНЯ КОНТАМИНАНТОВ, ПОГЛОЩАЕМЫХ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
maslovanatvl@mail.ru,
[2]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Российская Федерация,
alex7704@mail.ru

Проведена оценка экологической ситуации в городе Воронеже, с акцентом на влияние промышленных предприятий на загрязнение окружающей среды. В работе описывается методика исследования влияния атмосферного загрязнения на растительность.

Ключевые слова: промышленные предприятия, антропогенное воздействие, атмосферное загрязнение, растительность, коэффициент комплексного загрязнения.

Введение. Для современного этапа развития человечества характерен быстрый рост числа и размеров городов: по сравнению с сельской местностью здесь большое внимание уделяется контролю за уровнем загрязнения природной среды. Согласно современной классификации, города Российской Федерации делятся на шесть категорий по численности населения: малые – численностью до 20 тыс. жителей, средние – до 100 тыс. жителей, крупные более – 250 тыс. жителей, крупнейшие – от 500 тыс. до 1 млн. города-миллионеры – свыше 1 000 000 жителей [1].

Известно, что степень сложности экологических проблем города находится в прямой зависимости от его величины, однако даже на территории малых и средних городов антропогенное воздействие приводит к трансформации всех компонентов экосистем и ухудшению качества среды. На данный момент население города Воронеж составляет 1 058 547 человек. Город расположен в средне-континентальной полосе, в самом центре Европейской части России.

Развитие энергетики, машиностроения, химии и транспорта является причиной ухудшения экологии города. Большой вклад в загрязнение атмосферы вносят крупные предприятия города, основные из них расположены на левом берегу города, такие как «Воронежсинтезкаучук», «РосТехЭнерго-Воронеж», завод Металлопрофиль, ВАСО, Воронежский дрожжевой завод. На правом берегу находятся такие крупные предприятия как, АО «Конструкторское бюро химавтоматики», АО «Воронежский механический завод», АО «Воронежский Экспериментальный Комбикормовый завод», и другие предприятия. Так же большое влияние на загрязненность атмосферы оказывает автотранспорт. Большинство заводов работает не на полную мощность, поэтому 90 процентов от общего загрязнения воздуха составляют выхлопные газы заводского автотранспорта. Кроме того, проблемой являются нелегальные свалки, склады отходов, разлив нефтепродуктов, утечки сточных вод с предприятий [2].

Необходимо отметить, что для территории Воронежа характерна высокая степень антропогенной освоенности, особенно центральной и юго-западной частей, где сосредоточены основное население района, предприятия и окружная автодорога.

Промышленное развитие региона неизбежно приводит к расширению площади антропогенно трансформированных территорий и обострению экологических проблем, поэтому мы считаем, что к числу наиболее актуальных задач в области экологии и охраны окружающей среды относятся: оценка состояния среды, вычленение значимых факторов, влияющих на нее, а также проблема выбора методов для объективной оценки суммарного негативного воздействия загрязнителей на растительный покров.

Целью нашей работы является оценка влияния транспортной нагрузки и атмосферного загрязнения на показатель уровня контаминантов поглощаемых растительностью.

Методика исследований. Оценка влияния атмосферного загрязнения проводилась по показателям уровня загрязнения [3], в качестве основного критерия рассматривали величину комплексного загрязнения растительности (Ркз).

Известно, что листья растений аккумулируют различные контаминанты из окружающей среды: пылевидные частицы, газы. Часть из них оседает на ворсинках листовых пластинок, другие частицы проникают внутрь организма растения. Листовые пластинки растений служат отличными «мониторами» загрязняющих веществ и качества состояния окружающей среды, о чем свидетельствуют ряд исследований ученых [4]. При этом стоит отметить, что пыль на листьях растений не смывается в полном объеме, как показывают результаты исследований [5].

В качестве объекта исследований выбрана растительность территории Советского района, произрастающая вблизи химически опасного объекта АО «Конструкторское бюро химавтоматики» (АО КБХА), промышленные комплексы их обслуживающие, а также прилегающие рекреационная и селитебная зоны [6].

Сбор листьев с деревьев и кустарников осуществляют на периметре предприятия, на границе санитарно-защитной и селитебной зоны и в ближайших населённых пунктах (таблица 1). Растительность отбирали согласно направлению розы ветров (рисунок 1).

Таблица 1 – Точки и места сбора проб растительности

Номер точки отбора проб	Наименование места отбора образцов растительности
Т0	промышленная площадка ИК АО КБХА
Т1	«Ю-З» направление 1 400 м от ХОО, ВАСТ (Воронежская атомная станция)
Т2	«З» направление 1 400 м от ХОО, ул. Острогожская,111
Т3	«СЗ» направление 2 800 м от ХОО, СНТ «Мичуринец», ул. Сосновая, 17
Т4	«С» направление 1 400 м от ХОО, СНТ «Мичуринец», ул. Первая, 443
Т5	«СВ» направление 5 000 м от ХОО, ул. Балашовская, 29 (Левобережные очистные сооружения)
Т6	«В» направление 6 000 м от ХОО, п. Масловка, ул. 206 Стрелковой девизии,
Т7	«Ю-В» направление 2 900 м от ХОО, п. Таврово, ул. Петровская, 44
Т8	«Ю» направление 4 880 м от ХОО, д. Семилукские выселки, ул. Смородиновая, 34

Сбор материала проводят после полной остановки роста листьев (начиная с середины июля), с укороченных побегов нижней части кроны деревьев равномерно по всему периметру [7]. Отбор растительности осуществляют аналогично отбору проб почвы: методом

конверта, на каждой площадке отбирают пять равных по массе точечных проб. Из которых составляют одну объединенную пробу. Общая масса свежеотобранной объединенной пробы, необходимая для определения контаминантов, должна быть не менее 350 г. [8].

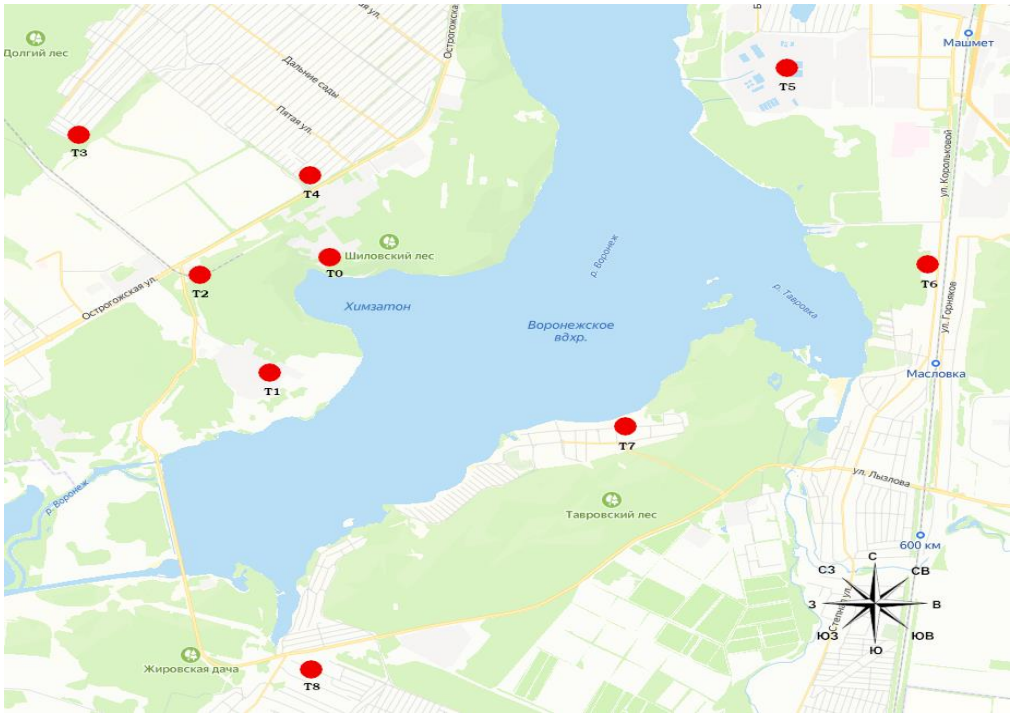


Рисунок 1 – Точки отбора образцов проб растительности

Для определения массовой концентрации вещества листья деревьев или кустарников снимают с четырех сторон растения, объединяют в одну пробу так, чтобы их площадь составляла 0,5 м^2, осуществляют смыв используя 50–200 см^3 растворителя (дистиллированная вода). Полученный водный раствор осветляют путем добавления по 1 см^3 1 % раствора KOH и 1 % раствора $ZnSO_4$ и фильтруют через бумажный фильтр с диаметром пор 1,0–2,5 нм. Определение контаминантов в водных смывах с листьев осуществляют с применением спектрофотометрического метода [9].

При оценке степени загрязнения расчитывают коэффициент комплексного загрязнения растительности (Ркз), на основании полученных результатов анализа смывов. Были применены основные показатели и соответствующие предельно допустимые концентрации: диоксид азота (NO_2) составляет 2,0 мг/м^3; нитраты (NO_3) – 0,2 мг/м^3; формальдегид – 0,05 мг/м^3; НДМГ(1,1-диметилгидразин) – 0,00006 мг/м^3, ДМА – 0,3 мг/м^3 [10].

Коэффициент комплексного загрязнения растительности будет оцениваться по аналогии индексу загрязнения атмосферы [10], рассчитывается по формуле (1):

$$P_{КЗ} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{C_i}{ПДК_i} \right)^{a_i}}, \quad (1)$$

где C_i – среднегодовая концентрация контаминанта,

$ПДК_i$ – среднегодовая предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе;

a_i – безразмерный коэффициент, учитывающий опасность i-вещества, равный 1,7 для веществ 1-го класса опасности, 1,3 – 2-го класса, 1,0 – 3-го класса, 0,9 – 4-го класса опасности и с неустановленным классом 0,85.

Если Ркз ≤ 5, то уровень загрязнения низкий, 5 < Ркз <7 – повышенный уровень загрязнения, 7 ≤ Ркз < 14 – высокий уровень загрязнения, Ркз >14 – очень высокий уровень загрязнения.

Обсуждение результатов. Результаты исследований смывов с растительности показали, что такие продукты распада ракетного топлива, как тетраметилтетразен и диметиламин не обнаружены. Установлено, что ДМА и НДМГ составило не более 0,002 мг/л и не более 0,006 мг/л соответственно (следовые количества). Содержание нитрит-ионов и формальдегида не превышает значений предельно-допустимой концентрации. Для исследованной территории в целом характерны высокие показатели по содержанию нитрат-ионов за весь период мониторинга 2019–2023 гг., что свидетельствует о неблагополучном состоянии атмосферы. Высокая концентрация нитратов, превышение предельно-допустимой концентрации в 10–15 раз, могут быть связаны с длительным антропогенным воздействием, в частности ракетно-химической отрасли, авиационной промышленности и местной геохимической спецификой территории.

Приоритетными загрязняющими веществами являются продукты распада при выполнении работ на химически опасном объекте, а также газообразные примеси (SO_2, CO, NO_2). Нами проанализирована возможная связь между суммой превышений ПДК по основным загрязняющим веществам (взвешенные вещества, CO, NO2) и коэффициент комплексного загрязнения растительности (Ркз) (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты расчета комплексного коэффициента загрязнения растительности

Номер точки отбора проб	Годы наблюдений				
	2019	2020	2021	2022	2023
Т0	22,39	61,33	49,72	63,51	30,26
Т1	20,90	24,18	22,66	23,84	27,73
Т2	21,08	20,17	23,81	21,65	25,42
Т3	20,04	20,04	20,17	20,27	21,24
Т4	20,13	19,96	23,01	21,47	20,98
Т5	20,02	20,27	25,59	22,77	21,97
Т6	20,12	20,41	21,53	20,84	22,06
Т7	20,92	20,02	7,32	7,40	9,93
Т8	3,85	3,38	7,72	7,39	12,35

Результаты проведенного исследования указывают на несколько важных тенденций в изменении химического состава окружающей среды. В течение всего периода мониторинга отмечены высокие значения коэффициента Ркз более 14 ед., что свидетельствует о высоком уровне загрязнения атмосферы. Причиной этого является содержание в воздухе вредных веществ, связанных с работой химически опасного объекта ИК АО «КБХА» – продуктов распада топлива.

В точках Т7 и Т8 показатель загрязнения Ркз находится в интервале 5–7 ед., следовательно, на этой территории уровень загрязнения пониженный, ввиду удаленности от источника загрязнения. На диаграмме (рисунок 2), показан уровень коэффициента Ркз. Отмечено, что с 2022г. по 2023 г уровень загрязнения значительно снижен, ввиду применения новых технологий при работе химически опасного объекта и применения современных очистных систем.

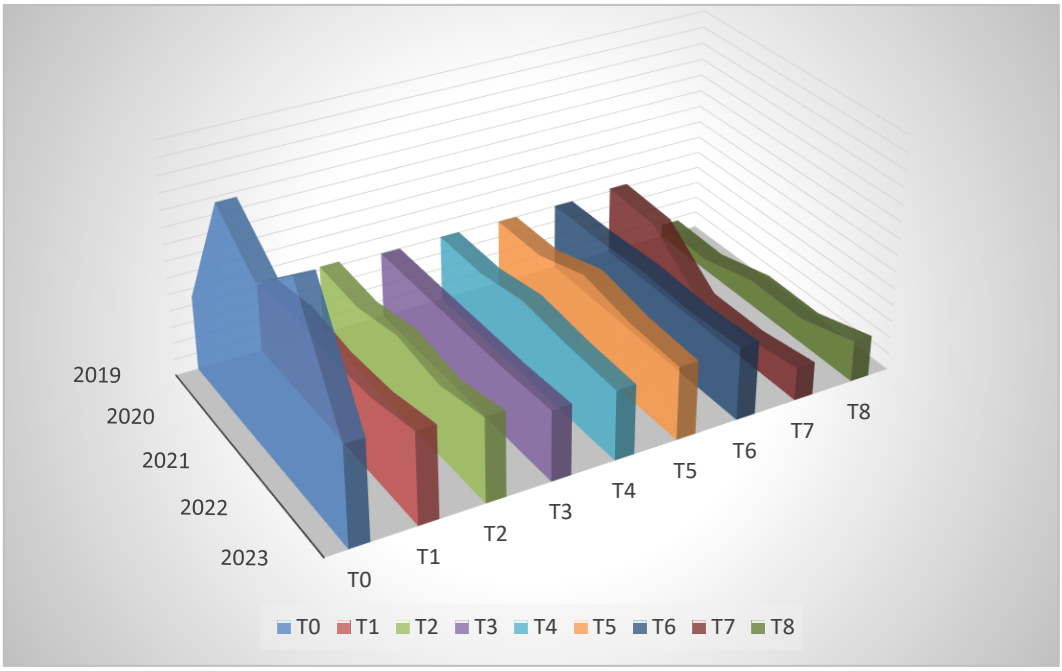


Рисунок 2 – Уровень коэффициента комплексного загрязнения растительности в период 2019–2023 гг.

Выводы. Анализ смывов с растительности позволил обнаружить наличие превышений по определяемым контаминантам в некоторых точках. Выявлено, что нитраты во всех образцах проб превышают значения предельно-допустимой концентрации в 10–15 раз.

Выделены основные точки загрязнения атмосферы от химически опасного объекта. Рассчитан коэффициента комплексного загрязнения растительности в период 2019–2023 гг., для каждой контролируемой зоны. Отмечено снижение уровня загрязнения в 2023 г.

Разработанный метод оценки уровня загрязнения атмосферы с использованием растительности предоставляет инструмент для системного мониторинга и управления качеством воздуха в городах, способствуя более точной и актуальной оценке экологического состояния городской среды.

Список литературы

1. Города России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://города-россия.рф. – Дата доступа: 15.06.2024.

2. Город Воронеж [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nesiditsa.ru/city/voronezh ?ysclid=ltl5yiup6j496172696. – Дата доступа: 15.06.2024.

3. РД 52.24.643-2002 Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическому показателю. – Введ. 03.12.2002. – С. 55.

4. Santos, R.S. Multielemental analysis in Nerium Oleander L. leaves as a way of assessing the levels of urban air pollution by heavy metals / R.S. Santos [et al.] // Applied Radiation and Isotopes. – 2019. – V. 152. – Pp. 18-24. – DOI: 10.1016/j.apradiso.2019.06.020.

5. Xie, C. Understanding the washoff processes of PM2.5 from leaf surfaces during rainfall events / C. Xie, L. Yan, A. Liang, S. Che // Atmospheric Environment. – 2019. – V. 214. – 116844. – DOI: 10.1016/j.atmosenv.2019.116844.

6. Кочетова, Ж.Ю. Мониторинг содержания нефтепродуктов и азота в грунтах экологически опасного объекта и прилегающих к нему территорий / Ж.Ю. Кочетова, О.В. Базарский, Н.В. Маслова // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 10. – С. 83–89.

7. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – Введ.01.07.1991. – С. 556.

8. Методическое пособие по организации и порядку отбора проб объектов производственной и природной среды для проведения анализа компонентов ракетного топлива и продуктов его деструкции. – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, 2014–158 с.

9. Патент РФ №RU 2758197 C1, 26.10.2021 // Описание изобретения к патенту // Маслова Наталья Владимировна, Суханов Павел Тихонович, Кушнир Алексей Алексеевич [и др].

10. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – Введ. 01.03.2021. – С. 493.

S. S. KOLYCHEVA[1], N. V. MASLOVA[1] A. S. SATUROV[2]

MONITORING OF THE LEVEL OF CONTAMINANTS ABSORBED BY VEGETATION IN THE SANITARY PROTECTION ZONE OF A CHEMICALLY HAZARDOUS FACILITY

[1]Voronezh State University of Engineering Technologies,
maslovanatvl@mail.ru
[2]Voronezh State Forestry Engineering University named after G. F. Morozov,
Voronezh, Russian Federation,
alex7704@mail.ru

An assessment of the environmental situation in the city of Voronezh has been carried out, with an emphasis on the impact of industrial enterprises on environmental pollution. The paper describes a methodology for studying the effect of atmospheric pollution on vegetation.

Key words: industrial enterprises, anthropogenic impact, atmospheric pollution, vegetation, coefficient of complex pollution.

УДК 349.41

Н. Д. КУЗЕНКОВА

ИПОТЕКА КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, nkuzenkova96@mail.ru

Ипотека земельных участков является одним из наиболее надежных средств обеспечения имущественных интересов кредитора. Данный институт позволяет должнику владеть и пользоваться заложенным имуществом как собственным, что наиболее актуально для землевладельцев [1, с. 3]. В данной статье рассмотрена ипотека как один из способов использования земельных участков.

Ключевые слова: земельные участки, ипотека, имущество, договор, капитальные строения.

В настоящее время земельные участки могут участвовать в экономическом обороте, в связи с их использованием в совершении всевозможных видов сделок. Земельным участком признается часть земной поверхности, имеющая границу и целевое назначение. Одну из особенностей оборота такого имущества определяет наличие принципа единства судьбы земельного участка и находящихся на нем капитальных строений (зданий, сооружений), закрепленного в ст. 5 Кодекса Республики Беларусь о земле от 23 июля 2008 г. № 425-З (далее – КоЗ), что приводит к некоторым проблемам в процессе осуществления сделок. Одной из таких сделок является ипотека. Ипотекой признается способ обеспечения исполнения обязательств, сущность которого заключается в возможности удовлетворения требований кредитора в случае неисполнения или ненадлежащего исполнения обязательства путем реализации заранее определенного недвижимого имущества.

Согласно п. 1 ст. 130 Гражданского кодекса Республики Беларусь от 07 декабря 1998 г. № 218-З (далее – ГК Республики Беларусь) к недвижимым вещам относятся земельные участки, участки недр, поверхностные водные объекты и все, что прочно связано с землей. Данная норма позволяет использовать земельные участки в качестве предмета ипотеки. Однако п. 1 ст. 61 КоЗ вносит некоторые ограничения, согласно которым предметом различных сделок могут выступать земельные участки, находящиеся исключительно в частной собственности.

Указанный выше принцип единства судьбы земельного участка и находящихся на нем строений приводит к необходимости обременения залогом не только самого земельного участка, но и располагающихся на его территории капитальных строений в связи с неотчуждаемостью последних от земной поверхности. Также из него вытекает правило, согласно которому предметом такой сделки не может быть земельный участок с расположенным на нем строением, если на это строение не может быть обращено взыскание по исполнительным документам. Такая позиция законодателя является целесообразной в связи с тем, что в случае невозможности обращения взыскания на заложенное имущество цель такого способа обеспечения исполнения обязательства как ипотека будет неосуществима и его использование потеряет всякий смысл.

Ипотека устанавливается путем заключения соответствующего договора в простой письменной форме. Законодателем определен ограниченный субъектный состав возникающих правоотношений по передаче земельных участков в ипотеку. Так, согласно п. 12–13 ст. 64 КоЗ залогодателем может выступать исключительно собственник земельного участка,

в то время как в целом передавать имущество в ипотеку могут как собственники недвижимого имущества, так и лица, которым оно принадлежит на праве хозяйственного ведения или оперативного управления. Однако такая передача может осуществляться с согласия собственника имущества или же иного уполномоченного им лица. Если залогодателем по договору об ипотеке земельного участка выступает физическое лицо, то такой договор должен быть нотариально удостоверен. Помимо ограничения лиц, которые могут выступать залогодателями, есть и определенные установки по отношению к залогодержателям. Залогодержателями участков могут выступать банки, соответствующие требованиям, определяемым Президентом Республики Беларусь, а также иные организации в случаях, определенных законодательными актами. Особенностью ипотеки земельных участков выступает сохранность заложенного имущества у должника, что говорит о невозможности их использования в качестве предмета заклада.

При заключении договора об ипотеке определяется предмет ипотеки, его стоимость, существо, размер и срок исполнения обязательства. Определение стоимости заложенного имущества и его указание является существенным условием договора. Установление стоимости оставленного в ипотеку земельного участка невозможно только путем определения ее по соглашению сторон, как это обозначено в Законе Республики Беларусь от 20 июня 2008 г. № 345-З «Об ипотеке». К данному условию добавляется уточнение, согласно которому определенная по договоренности стоимость такого имущества не может быть ниже кадастровой стоимости земельного участка. Кадастровой стоимостью земельного участка признается расчетная денежная сумма, отражающая ценность (полезность) земельного участка при использовании его по существующему целевому назначению и включенная в реестр стоимости земельных участков государственного земельного кадастра [2, с. 54]. Такое дополнение защищает должника от возможных потерь в случае обращения взыскания на заложенное имущество и его реализации.

В случае неисполнения (ненадлежащего исполнения) должником своего обязательства, на предмет залога обращается взыскание, что в дальнейшем приводит к его реализации путем продажи на публичных торгах. Торги проводятся судебными исполнителями или залогодержателем в зависимости от обращения взыскания на имущество через суд или без его участия. Информация о проведении данного мероприятия должна быть размещена в печатных средствах массовой информации. Начальная цена земельного участка на аукционе определяется судом или же кредитором. Однако она не должна быть ниже кадастровой стоимости земельного участка, которая была установлена на дату заключения договора об ипотеке.

Можно выделить некоторые вопросы в области проведения публичных торгов, имеющих цель реализации заложенного имущества и удовлетворения требований кредитора. Один из них касается целесообразности продажи земельного участка путем проведения торгов, а не исключительно посредством заключения договора купли-продажи данного предмета ипотеки с третьим лицом. Процедура передачи имущества вследствие проведения аукциона предусматривает возможность повышения стоимости земельного участка, что не имеет никакого значения для кредитора, ведь ему будет передана только та часть денежных средств, которая является необходимой для исполнения обязательства по основному договору.

Второй вопрос касается возможности изменения денежной суммы, с которой начинается аукцион. Цель ипотеки заключается в удовлетворении требований кредитора, которые имеют определенное денежное значение. В связи с этим разумно начинать публичные торги с такой цены, которая установлена в договоре об ипотеке.

Если на земельном участке расположены капитальные строения, то такое имущество также реализуется на аукционе путем его продажи одному покупателю. Если на реализуемом земельном участке, находятся строения, принадлежащие не залогодателю, а другому лицу, то приобретателю земельного участка переходят права и обязанности, которые в отношении другого лица имел залогодатель.

В области обозначенных выше высказываний также можно столкнуться с некоторыми неточностями. Возвращаясь к принципу единства судьбы земельного участка и находящихся на нем строений, возникает вопрос касательно возможности принадлежности таких строений третьим лицам. Если даже и брать за основу такие обстоятельства, то возникает следующая дилемма: почему имущество, принадлежащее третьему лицу должно обременяться ипотекой в связи с его нахождением на земельном участке, принадлежащем должнику и неспособному удовлетворить требования кредитора надлежащим образом и в установленный договором об ипотеке срок?

Средства, полученные после проведения публичных торгов, погашают обязательство перед кредитором. В случае если таких денежных средств было больше, чем необходимо для удовлетворения требований залогодержателя, то оставшаяся сумма возвращается должнику. Если же средств не хватило, то кредитор имеет право, согласно основным положениям о залоге, установленных ГК Республики Беларусь, получить недостающую сумму из прочего имущества должника.

Таким образом, определенные категории земельных участком могут выступать в качестве предмета различных сделок, к числу которых также относится ипотека. Данная сделка имеет свои специфические особенности, а также ряд спорных вопросов, касающиеся следствия из принципа единства судьбы земельных участков и находящихся на них капитальных строений (зданий, сооружений) и целесообразности применения некоторых этапов проведения реализации заложенного имущества в той форме, в которой они могут быть осуществлены по действующему законодательству.

Список литературы

1. Индучный, Д. И. Правовое регулирование ипотеки земельных участков в России: дис. ... канд. юрид. наук: 40.04.01 / Д. И. Индучный. – М., 2017. – 84 л.

2. Основы земельных отношений и земельного права: Электронный учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия» / Белорусский национальный технический университет; авторы: О.Е. Гармаза, Е.Ю. Мысливчик. – Минск, 2022. – С. 137.

N. D. KUZENKOVA

MORTGAGE AS ONE OF THE WAYS TO USE LAND PLOTS

Belarusian State Agricultural Academy of the Order of the October Revolution and the Red Banner of Labor,
Gorki, Republic of Belarus,
nkuzenkova96@mail.ru

Mortgage of land plot is one of the most reliable means of ensuring the property interests of the lender. This institution allows the debtor to own and use the mortgaged property as his own, which is most important for landowners [1, p. 3]. This article discusses mortgages as one of the way to use land plots.

Key words: land plots, mortgage, property, contract, capital buildings.

УДК 502.578

А. В. КУПРЯКОВА

ВЛИЯНИЕ ПОЖАРА НА ЛАНДШАФТЫ В УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ РЕКИ ГОЛОУСТНОЙ

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет, Педагогический институт», г. Иркутск, Российская Федерация,
angelina.kupriakova@yandex.ru

Лесные пожары оказывают серьезное влияние на формирование ландшафтов. Они могут послужить как фактором формирования нового облика имеющихся ландшафтов, так и способствовать полной смены фитоценоза. Исследования направлены на рассмотрение влияния пожара на лесную геосистему устьевой части реки Голоусной, степень восстановления древостоя и изменения растительного покрова в нижних ярусах биоценоза.

Ключевые слова: лесной пожар, антропогенная нагрузка, ландшафты, видовой состав, полевые исследования.

На современные лесные ландшафты оказывается большое антропогенное влияние. Пожары, непосредственно относятся к данному типу влияния, ведь по статистике именно по вине человека происходить большая часть лесных пожаров. Виляние огня на растительность можно рассмотреть с двух сторон: прямое – уничтожение растительного покрова, косвенное – нарушение или изменение территории обитания. На основании данных влияний выделяют краткосрочные и долгосрочные последствия от лесных пожаров. Долгосрочные характеризуются пирогенными изменениями условий произрастания и территории обитания, а также постепенной гибелью древесных представителей флоры. Краткосрочные последствия включают в себя выгорание фитомассы и древесины, ожоги растительности, сильный нагрев почвенного покрова, погибание фауны биоценоза.

Если рассматривать классификацию пожаров, то наиболее негативное влияние лесную растительность оказывают верховые пожары, т.к. при них поражается огонь поражает все части растения, начиная с корневой системы, заканчивая вершины деревьев. Низовые пожары, также оказывают губительное влияние на биоценоз т. к. вследствие них выгорают представители растительности нижнего яруса, которые оказывают большое влияние на функционирование всего биоценоза. Также, при низовых пожарах очень сильно нарушается биотоп – территории произрастания фитоценоза. Особое негативное влияние низовой пожар имеет на подрост и подлесок, который полностью выгорает, тем самым останавливает развитие биоценоза.

Самым губительным считается низовой пожар, переходящий в верховой. При таком типе, в первую очередь повреждается почвенный покров и корневая система, подрост и все растительные сообщества нижних ярусов, а в последствии и все представители верхних ярусов, такой пожар может привести к полной гибели фитоценоза [1].

Нами были проведены исследования на территории Юго-Западного Прибайкалья, устьевая часть реки Голоустной, опушка горы Подгорной. Данная территории была подвержена большому пожару, 8 мая 2019 года. Выбранная фация – лесная на плакоре, граница леса и степи (на границе кизильник черноплодный). Исследования проводились методом лесотаксации. Размеры выдела: 20х20 м. Описание видового состава и степени поражения представлены в таблице (таблица 1).

Лесная зона, на которой проходили исследования, очень сильно повреждена пожаром. По обожжённым кронам можно понять, что пожар был как низовой, так и верховой, двигался он большой полосой с востока на запад. На достаточно большом участке леса, длинной и широкой полосой, по которой шел пожар, деревья не произрастают.

Таблица 1 – Описание видового состава и степени поражения от пожара

Представители	Полностью горелые	С оставшимися живыми верхушками	Высота, м	Диаметр, см	Высота прикрепления кроны	Формула древостоя
I ярус						
Сосна	20	8	15	72	По сосне: 1,90 м	20С + 8Л + 7Б + + 7Ос.
Лиственница			20	61		
Береза	3	0	10	55		
Осина	0	0	12	57		
II ярус. Подрост						
Береза			2,5	7		8Ос + 5Б + 2Л
Осина			2,5	5		
Лиственница			7	25		
III ярус. Кустарничковый						
Шиповник			0,8			
Спирея			1,10			
Радодендрум			1,10			
Кизильник			1,6			

Проводя наблюдения, мы можем отметить, что во II ярусе (подрост), заметно большое количество осины и березы. Данные деревья, были не характерны для выбранной области, до пожара (об этом можно судить, смотря на представителей из сожжённого леса) (таблица 1). Из этого следует, что происходит смена сенузии сосны и лиственницы, на синузию осины и березы. Возможно, в ближайшем будущем, вместо сосново-лиственничного леса, на данной территории появится лес с березами и осинами в верхних ярусах.

III ярус, кустарничковый представляет собой типичный для данной территории и климатических условий видовой состав. Кустарнички уже восстановились после пожара, обильно распространены на всем выделе. Рост и диаметр представителей, соответствует их видовому описанию.

Травяной ярус лесной фации достаточно разнообразен и схож по видовому составу с предгорными фациями. Встречаются как типичные лесные травы и злаки, так и представителей, распространенные на выходах коренных пород. Проективное покрытие разнотравными растениями на площадках с выходом коренных пород не большое, приблизительно 20 %. По наблюдениям, нами были выявлены растения, которые наиболее часто встречаются на данной территории (таблица 2).

Таблица 2 – Представители IV травяного яруса лесной фации

Семейство	Злаки	Осоки	Бобовые	Разнотравье	
1	2	3	4	5	
Род	Овсянница	Осока	Астрагал шерстистый	Астра альпийская	Серпуха
	Змеевка		Горошек	Полынь	Ирис русский
			Астрагал приподнимающийся	Кровохлебка	Шизонипета

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	
			Горошек лесной	Юнгия	Лапчатка шелковистая
				Василистник	Кипрей
				Козелец	Амблинотус

Рельеф, лесной фации (на плакоре), климатические условия и антропогенное воздействие имеют большое влияние на видовой состав данной фации. Смена растительного покрова, которая наблюдается сегодня в данной зоне, последствие неосторожного обращения с огнем человека, а, следовательно, именно данный фактор стал ключевым, и внес очень большие изменения в структуру лесной зоны, практически полностью поменяв ее видовой состав.

Проведя исследования, мы можем сделать вывод, что данная территория была подвержена самому губительному типу пожаров – низовому, переходящему в верховой. Последствия пожара можно считать долгосрочными, т. к. за 4 года, лес все еще находится в стадии восстановления и влияния последствий пожара. В общем, можно сказать, что восстановление древостоя происходит, но достаточно медленно. Идет смена растительных сообществ, что может привести к смене фитоценоза. Дальнейшее наблюдение за данной фации, в последующие года, поможет определить нам, с какой интенсивностью будет происходить смена растительного покрова верхнего яруса, и какие изменения понесет данное преобразования на другие, нижние ярусы [2].

Список литературы

1. Пожары как фактор утраты биоразнообразия и функций лесных экосистем / А.П. Гераськина, Д.Н. Тебенькова, Д.В. Ершов, [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2021. – Т4. – №2 (82). – С. 1-72.

2. Полевая практика по физической географии (гидрология, география почв, геоморфология, биогеография, ландшафтоведение). Ч.2 [Текст] : учебно-методическое пособие / М-во образования и науки РФ, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого» ; [сост. Н. Л. Балтина и др.]. – Великий Новгород: Новгородский гос. ун-т, 2015. – 78 с.

A. V. KUPRYAKOVA

THE EFFECT OF FIRE ON THE LANDSCAPES IN THE ESTUARY OF THE GOLOUSTNAYA RIVER

Irkutsk State University, Pedagogical Institute, Department of Geography of Life Safety and Methodology,
Irkutsk, Russian Federation,
angelina.kupriakova@yandex.ru

Forest fires have a serious impact on the formation of landscapes. They can serve as a factor in the formation of a new appearance of existing landscapes, and contribute to a complete change of phytocenosis. The research is aimed at considering the impact of fire on the forest geosystem of the mouth of the Golousnaya River, the degree of restoration of the stand and changes in vegetation cover in the lower tiers of the biocenosis.

Key words: forest fire, anthropogenic load, landscapes, species composition, field research.

УДК 504.062.2

С. В. ЛАЙКО

РАЗРАБОТКА И АКТУАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, Российская Федерация,
sofia.milaya2014@yandex.ru

В статье характеризуется актуальность внедрения новых и актуализации старых требований, связанная со строительством и эксплуатацией экологических троп. Рассматривается нормативно-правовая база, связанная с использованием рекреационных маршрутов, их главные характеристики и виды.

Ключевые слова: экологическая тропа, ГОСТ, рекреационный маршрут, природная зона.

Главный фокус исследовательской работы был направлен на установление недостатков в стандартах в сфере строительства и эксплуатации экотроп. Для этого были совершены пешие маршруты по изучаемым экотропам, находящихся в разных природных зонах, описаны их основные характеристики, изучена законодательная база, на основании которой было предложено внедрение релевантных требований к строительству и эксплуатации экологических троп.

В результате анализа выяснилось, что из всех ГОСТов ГОСТ Р 56642–2021 имеет наибольший потенциал в раскрытии характеристик, относящихся к воздействию рекреационных маршрутов на окружающую среду, и с экологической точки зрения рекомендуется разработка вспомогательного ГОСТа, посвященного регуляции влияния строительства и эксплуатации экологических троп на окружающую среду, а также внедрению новых и актуализации старых требований в других существующих ГОСТах.

В ГОСТ Р 56642–2021 в пункте 5.3 описаны основные принципы минимизации воздействия экологического туризма (включая экологических троп) на окружающую среду: «Услуги экологического туризма, предоставляемые субъектами туристской индустрии, учреждениями, осуществляющими функции по управлению особо охраняемыми природными территориями, должны быть направлены: – на сохранение ненарушенных, уникальных природных территорий при изучении природы, культурных достопримечательностей и этнографических особенностей данной местности; – сохранение биологического и культурного разнообразия экологических систем; – поощрение устойчивого использования биологического разнообразия;- минимизацию негативных последствий экологического и социально-культурного характера, поддержание экологической устойчивости среды; – содействие в сохранении природы и бережного отношения к ней;...» [3]. Принципов много, однако они представлены довольно обобщенно, и их дополнению и раскрытию можно следовало бы посвятить отдельный норматив

Кроме того, в этом же ГОСТе присутствует термин «экологическая тропа», который определяется, как «естественным или искусственным способом образованная (сформированная) полоса движения на местности, используемая для организации движения посетителей по туристско-рекреационному маршруту; обустроенная необходимыми инженерными и навигационными объектами (информационными указателями), применяемая для движения людей (или вьючных животных, верховых лошадей и некоторых других средств передвижения) полоса земли либо поверхность искусственного сооружения – по линии туристско-рекреационного маршрута» [3].

Можно увидеть, что были упущены два ключевых с экологической точки зрения момента: во-первых, в определении не упоминается о безопасности национальных маршрутов

для посетителей, особенно если маршрут проложен через сложные формы рельефа (к примеру, далее упомянутый каньон «Белые скалы»). Во-вторых, не обозначена важность минимизации урона для окружающей среды в ходе строительства и эксплуатации экологических троп. Более точное определение звучало бы следующим образом: «экологическая тропа – естественным или искусственным способом образованная (сформированная) **в соответствии с основными требованиями безопасности условий строительства и эксплуатации** полоса движения на местности, используемая для организации движения посетителей по туристско-рекреационному маршруту, обустроенная необходимыми инженерными и навигационными объектами (информационными указателями), применяемая для движения людей (или вьючных животных, верховых лошадей и некоторых других средств передвижения) полоса земли либо поверхность искусственного сооружения – по линии туристско-рекреационного маршрута, **в ходе строительства и эксплуатации которой соблюдались принципы минимизации вреда окружающей среде, учитывающие особенности местности, в которой тропа пролегает**». Кроме того, в дополнение к нему вполне уместно создать другой ГОСТ или норматив, посвященный непосредственно экологически целесообразным технологиям строительства и эксплуатации экологических троп (к примеру, сокращение использования дерева в качестве покрытия экологических троп, так как урон окружающей среде при этом выше).

Для того, чтобы убедиться, что внесенные правки действительно актуальны, было проведено изучение и сравнение двух экологических троп с различных природных зон. В пределах одной большой страны экологические тропы могут сильно различаться. Это особенно ярко видно при их сравнении, ведь внешний вид экологические тропы может зависеть от многих факторов, таких, как бюджет города, климатические характеристики, рельеф и численность населения района, в котором экологическая тропа пролегает. Для этого было решено проанализировать экологическую тропу, пролегающую в каньоне «Белые скалы», Хостинский район Сочи (рисунки 1, 2), и экологическую тропу «У истоков рек» из заказника «Тёплый стан» (рисунок 3). Сравнение приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение характеристик двух российских экотроп из разных климатических зон (составлено автором)

Характеристика тропы	«У истоков рек»	«Белые скалы»
Протяженность	4 200 м	4 500 м
Климат	Влажный умеренно континентальный	Субтропический влажно-лесной
Зона растительности	Смешанные и широколиственные леса	Смешанные леса колхидского типа, и колхидские водно-болотные комплексы
Рельеф	Теплостанская возвышенность, неоднородный, но без больших перепадов высот	Каньон, скалы, большой перепад высот
Численность населения наиболее крупного близлежащего населенного пункта	13 149 803 чел. (город Москва)	446 600 чел. (город Сочи)
Материал	Преимущественно дерево, иногда почва	Сами скалы, железные поручни по бокам, изредка-дерево
Координаты	55.6 с. ш. 37.5 в. д.	43.5 с.ш. 39.8. в.д.
Функции	Специализированная, познавательно-прогулочная	Познавательно-прогулочная

Из сравнения были сделаны следующие промежуточные выводы:

1. Так как в Москве население гораздо больше, экологические тропы более доступны и оборудованы, они не располагаются в труднодоступных местах, таких, как скалы.

2. Биоразнообразие в колхидских лесах достаточно большое, именно поэтому там лучше не строить деревянные экологические тропы [2].

3. Так как формы амплитуда высот на Кавказу достаточно большая, туризм на экологических тропах в Сочи более специфический, и у троп в разных городах – разные цели.

4. Тем не менее, важно минимизировать вред окружающей среде в ходе строительства и эксплуатации экологических троп в обеих природных зонах, так как в Москве на экосистему кладется большая антропогенная нагрузка, а в районе «Белых скал»-большое биоразнообразие, которое необходимо сохранить.

Рисунок 1 – Участок подъёма экотропы «Белые скалы» (фото автора)

Рисунок 2 – Участок экотропы «Белые скалы» (фото автора)

В результате анализа двух троп были выявлены существенные различия между ними, что только подтвердило необходимость внедрения новых требований в существующие нормативы [1].

Напротив, наиболее исчерпывающий набор требований по безопасности экологических троп для человека представлен в ГОСТ Р 50644–94: были перечислены основные моменты, связанные с безопасностью эксплуатации экологических троп посетителями. «Вредные факторы (факторы риска) в туризме могут быть классифицированы следующим образом: травмоопасность; воздействие окружающей среды; пожароопасность; биологические воздействия; психофизиологические нагрузки; опасность излучений; химические воздействия; повышенная запыленность и загазованность; прочие факторы; специфические факторы риска» [5]. В данном ГОСТе расписаны правила защиты человека в случае воздействия неблагоприятных факторов, но, к сожалению, ничего о воздействии экологических троп на окружающую среду.

Рисунок 3 – Участок экотропы «У истоков рек» (фото автора)

В ГОСТ Р 50681–2010 представляется возможным дополнить пункт 5.3.1 [4]: «Основными требованиями к туристским услугам и условиям обслуживания туристов являются: – соответствие назначению; – безопасность; – точность и своевременность исполнения; – эргономичность; – комфортность; – эстетичность; – информативность; – доступность; – экологичность», кроме того, применить дополнение термина «туристский маршрут», описанное в пункте 2. В данном случае это требование является ключевым, и его необходимо добавить к основным.

Можно сделать вывод, что проблема существующих ГОСТов в том, что в основном они акцентируют внимание на безопасности рекреационных маршрутов для человека, а не для окружающей среды, и получается, что нивелирование урона, который туристская тропа может нанести окружающей среде, прописано только в общих принципах и положениях.

Список литературы

1. Афонин, А.В. Экологические тропы России / А.В. Афонин. – Москва: ПК Литфонда России, 1993. – 36 с.

2. Голденков, А.А. Методические рекомендации по вопросам создания информационного обеспечения экологических образовательных центров и экологических тропна ООПТ / А. А. Голденков, Б. Купер. – Минск, 2011. – 92 с.

3. Туристские услуги. Экологический туризм. Общие требования = Турысцкія паслугі. Экалагічны турызм. Агульныя патрабаванні: ГОСТ Р 56642–2021. – Взамен ГОСТ Р 56642–2015; введ. РФ 2022-06-30. – Москва: Российский институт стандартизации, 2022. – 15с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).

4. Туристские услуги. Проектирование туристских услуг (Переиздание)= Турысцкія паслугі. Праектаванне турысцкіх паслуг (перавыданне): ГОСТ Р 50681–2010. – Взамен ГОСТ Р 50681–94; введ. РФ 2022-06-30. – Москва: Российский институт стандартизации, 2020. – 19с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).

5. Туристско-экскурсионное обслуживание. Требования по обеспечению безопасности туристов и экскурсантов. = Турысцка-экскурсійнае абслугоўванне. Патрабаванні па забеспячэнні бяспекі турыстаў і экскурсантаў: ГОСТ Р50644–94. – Введен впервые; введ. РФ 1994—07—01. – Москва: Государственный стандарт Российской Федерации, 1994. – 12с. – (Госстандарт России).

S. V. LAIKO

DEVELOPMENT AND UPDATING OF REQUIREMENTS FOR THE CONSTRUCTION OF AN ECO-TRAIL

Russian Peoples' Friendship University,
Moscow, Russian Federation,
sofia.milaya2014@yandex.ru

The article characterizes the relevance of introducing new and updating old requirements related to the construction and operation of ecological trails. The regulatory framework related to the use of recreational routes, their main characteristics and types are considered.

Key words: ecological trail, state standards, recreational route, natural area.

УДК 631.95

И. М. ЛЕДЕНЁВ
Научный руководитель: Е. Н. БАКУРОВА,
кандидат педагогических наук, доцент

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫГОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ БОБОВЫХ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ УСТОЙЧИВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина»,
г. Елец, Российская Федерация,
vergissmeinnicht@mail.ru

В данной статье рассматриваются экологические преимущества выращивания бобовых, которые являются одним из ключевых элементов устойчивого сельского хозяйства. Бобовые оказываю влияние на плодородие почвы, сокращение выбросов парниковых газов. Бобовые могут помочь в обеспечении продовольственной безопасности, более эффективном использовании природных ресурсов и повышении урожайности.

Ключевые слова: бобовые, азотфиксация, сельское хозяйство, урожайность, эрозия, биологическое разнообразие.

Введение. К 2050 году население планеты достигнет 9,6 миллиарда человек [7] истолкнется с глобальными проблемами, среди которых наиболее важными являются достижение продовольственной безопасности, снижение риска изменения климата за счет сокращения чистого выброса парниковых газов в атмосферу и удовлетворение растущего спроса на энергию. В частности, воздействие изменения климата и связанных с ним биотических и абиотических стрессов, которым будут все больше подвергаться системы растениеводства, создает серьезные последствия для глобального производства продовольствия [8].

Несомненно, для смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним нам необходим переход к новым системам производства продуктов питания в регионах с умеренным климатом. Растительный белок местного производства должен частично заменить животноводство и импорт соевых продуктов, чтобы удовлетворить потребность в пищевом белке. Это приведёт к росту интереса к производству зернобобовых в системах умеренного климата из-за высокого содержания белка в этих растениях и преимуществам для системы производства продуктов питания [6].

Предотвращение эрозии почвы. Эрозия почвы может привести к потере плодородного слоя почвы, ухудшению ее структуры и снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Для предотвращения эрозии почвы используются различные методы, такие как посадка лесополос, террасирование склонов, применение севооборотов и другие.

В краткосрочной перспективе растительный покров контролирует эрозию, главным образом, за счет защиты поверхности почвы от силы ветра и/или капель дождя, а в долгосрочной перспективе растительность уменьшает эрозию за счет улучшения качественных характеристик почвы. Использование бобовых для повышения плодородия почвы широко распространено и включено, в основном, в системы покровных культур из-за их способности фиксировать атмосферный азот (N), помимо защиты почвы [3].

Бобовые способствуют увеличению разнообразия почвенной флоры и фауны, придавая большую стабильность общему сроку жизни почвы. Бобовые также способствуют производству большей общей биомассы в почве, обеспечивая дополнительный N. Почвенные микробы используют повышенный уровень N для расщепления богатых углеродом остатков таких культур, как пшеница или кукуруза [4].

Использование бобовых для предотвращения эрозии почвы имеет ряд преимуществ для сохранения почвенного плодородия. К преимуществам можно отнести строение корня

некоторых бобовых культур (горох, фасоль и нут), обладающего способностью проникать глубоко в почву, улучшая ее структуру и удерживая почвенные частицы, предотвращая тем самым ветровую и водную эрозию. Также использование бобовых культур в севообороте может помочь уменьшить механическую обработку почв, что снизит риск эрозии.

Улучшение биологического разнообразия. Увеличение количества культивируемых бобовых вносит важный вклад в защиту, сохранение и устойчивое использование биологического и генетического разнообразия и разнообразие сельскохозяйственных экосистем. Поскольку бобовые способны в симбиозе с бактериями ризобии связывать азот из воздуха и использовать его в качестве питательного вещества, количество используемых удобрений может быть снижено. Часть фиксированного азота также доступна следующей культуре. Это означает, что при выращивании бобовых и последующих культур можно сэкономить огромное количество энергии, необходимой для промышленного производства, транспортировки и внесения азотных удобрений [2].

Некоторые характеристики видов бобовых очень редки в сельскохозяйственных экосистемах. В частности, разнообразие растительного покрова, создаваемое бобовыми, в сочетании с эффектом цветения бобовых приносит пользу биоразнообразию на поле. Например, на травяно-клеверных полях отмечается наибольшее количество полевых птиц и зайцев по сравнению с другими видами культур [5].

Бобовые культуры служат важным источником пищи для многих видов насекомых, птиц и мелких млекопитающих. Они также являются важными компонентами природных сообществ, обеспечивая среду обитания и пищу для различных видов животных. Например, бабочки и пчелы часто питаются цветками бобовых растений, а птицы и грызуны питаются семенами и плодами бобовых. Кроме того, бобовые растения могут служить местом обитания для различных видов насекомых и микроорганизмов, которые помогают поддерживать биологическое разнообразие.

В целом, улучшение биологического разнообразия бобовыми способствует созданию здоровых и устойчивых экосистем, что, в свою очередь, благоприятно влияет на здоровье человека и нашу планету в целом.

Продовольственная безопасность. Расширенное выращивание бобовых является неотъемлемой частью восстановления почв с дефицитом питательных веществ и обеспечения людей и домашнего скота необходимыми белками, минералами и витаминами. Бобовые могут способствовать повышению уровня жизни мелких фермеров по всему миру [4].

Бобовые незаменимы в рационе питания человека благодаря содержащимся в них питательным биоактивным молекулам. Употребление бобовых благоприятно сказывается на здоровье человека. Бобовые богаты белками, углеводами, пищевыми волокнами, витаминами и некоторыми ценными фитохимическими веществами, проявляющими важную биологическую активность [1].

Бобовые культуры широко используются в приготовлении еды в России, особенно в производстве круп, супов, салатов и консервов. Они также используются для приготовления вегетарианских блюд и в качестве замены мяса, что делает их особенно важными для вегетарианцев и веганов.

В России также активно развивается производство соевых бобов, которые используются в качестве корма для скота, а также для производства соевого масла и других продуктов. Соевые бобы также используются в пищевой промышленности для производства соевой муки и сои, которые используются в изготовлении различных продуктов питания.

Таким образом, продовольственная значимость бобовых культур в России заключается в обеспечении населения важным источником белка, пищевых волокон и других питательных веществ. Кроме того, бобовые культуры играют важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны, так как их производство и использование способствует устойчивому сельскому хозяйству и развитию пищевой промышленности.

Снижение выбросов парниковых газов. В связи с растущей нагрузкой на окружающую среду, ограниченностью сельскохозяйственных угодий и истощением запасов

высококачественных фосфорных удобрений, повышение продуктивности систем возделывания при минимальном использовании пестицидов и удобрений является центральной задачей. Этого необходимо достичь при одновременном сокращении выбросов парниковых газов и загрязнения водных ресурсов [5].

Когда бобовые растения растут, они фиксируют атмосферный азот в своих корнях и стволах. В процессе их разложения этот азот возвращается в почву, где он может быть использован другими растениями. Это снижает потребность в использовании искусственных азотных удобрений, которые могут привести к выбросам парниковых газов.

Кроме того, бобовые культуры, такие как соевые бобы, также используются для производства биотоплива. Биотопливо, полученное из растений, таких как соя, может заменить ископаемое топливо, такое как нефть, и снизить выбросы парниковых газов от автомобилей и других видов транспорта.

Таким образом, бобовые играют ключевую роль в сокращении выбросов углекислого газа и поддержании плодородия почв. Кроме того, они предоставляют альтернативу ископаемому топливу, что способствует снижению выбросов парниковых газов и сохранению окружающей среды.

Заключение. Выращивание бобовых культур имеет важное значение для сельского хозяйства и охраны окружающей среды. Бобовые растения способны эффективно использовать водные ресурсы и уменьшить потребление воды, что благотворно сказывается на экологической ситуации. Более того, такие культуры являются источником питания для людей, особенно для приверженцев вегетарианской и веганской диет.

Кроме того, бобовые растения способствуют сохранению почвенной структуры и способствуют её удобрению, что приводит к увеличению плодородия почвы, сохранению целостности и здоровья популяции растительности, а также уменьшению необходимости применения химических удобрений.

В связи с этим, выращивание бобовых культур необходимо рассматривать как одно из ключевых мероприятий, которые могут обеспечить устойчивое, экологически чистое и здоровое сельское хозяйство. Бобовые культуры могут оказаться ответом на многие экологические и социальные проблемы, связанные с сельскохозяйственным производством.

Список литературы

1. Ambika, A. Introduction to Legumes: Overview and its Importance for Food Security / A. Ambika, S. Raj DS, A. Kyada, S. Ragi // Futuristic Trends in Agriculture and Allied Sciences. – 2023. – Pp. 95–106. – URL: https://www.researchgate.net/publication/373873026_Introduction_to_Legumes_Overview_and_its_Importance_for_Food_Security/link/65015fb1f8931a4e29bc10b4/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1 Ymxp Y2F0aW9uIn19. – Дата доступа: 15.06.2024.

2. Beans, Peas & Co. The Federal Ministry of Food and Agriculture‘s Protein Crop Strategy for promoting the cultivation of pulses in Germany / Federal Ministry of Food and Agriculture. – Berlin, 2020. – URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/beans-peas.pdf? __blob=publicationFile&v=2. – Дата доступа: 15.06.2024.

3. Cárceles, B. Legumes protect the soil erosion and ecosystem services / B. Cárceles, V. H. D. Zuazo, M. Soriano, I.F. García-Tejero // Advances in Legumes for Sustainable Intensification / Ed.: R. S. Meena, S. Kumar. – Academic Press, 2022. – Pp. 247–266. DOI: 10.1016/B978-0-323-85797-0.00010-0.

4. Legume Crops: Prospects, Production and Uses / Ed.: M. Hasanuzzaman. – IntechOpen, 2020. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.90304.

5. Wiggering, H. The Legumes Expert Forum. Science, economy and society – making ecosystem services from legumes competitive. A research strategy of the German Agricultural Research Alliance / H. Wiggering [et al.]. – Braunschweig: German Agricultural Research Alliance, 2012. – 61 P.

6. Wacker, T. Checking the pulse: prospects for cereal and legume production / T. Wacker, D. Dresbøll // Trends in Crop Production. – 2023. – Vol. 28. – No. 9. – Pp. 991–994. DOI: 10.1016/j.tplants.2023.06.004.

7. United Nations: World population prospects: The 2012 revision, key findings and advance tables. Working paper no. ESA/P/WP.227;2013 (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York).

8. Yadav, S. Impact of climate change on agriculture production, food, and nutritional security / S. Yadav, D. Hunter, B. Redden, M. Nang, D. Yadava, A. Habibi // Crop wild relatives and climate change / Ed.: R. Redden [et al.]. – New Jersey, USA: Wiley-Blackwell, 2015. Pp. 1–23. DOI: 10.1002/9781118854396.ch1.

I. M. LEDENYOV
Supervisor: E. N. BAKUROVA,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

THE ENVIRONMENTAL BENEFITS OF LEGUME CULTIVATION: NEW HORIZONS FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE

Bunin Yelets State University,
Yelets, Russian Federation,
vergissmeinnicht@mail.ru

This article discusses the environmental benefits of legume cultivation, which is a key element of sustainable agriculture. Legumes have an impact on soil fertility, reducing greenhouse gas emissions. Legumes can help with food security, better utilization of natural resources and increased crop yields.

Key words: legumes, nitrogen fixation, agriculture, yield, erosion, biodiversity.

УДК 581.81:582.623.2

А. М. ЛИТВИНОВА, Н. В. ШКУРАТОВА

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ В АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ЛИСТЬЕВ НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ВИДОВ РОДА *SALIX* L.

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь,
shkuratova@brsu.by

Проведено сравнительное изучение анатомической структуры листьев Salix fragilis L., Salix babylonica L., Salix matsudana Koidz, Salix integra Thunb., культивируемых в Беларуси в декоративных целях. Установлены комплексы диагностических признаков в строении черешка и листовой пластинки, которые позволяют дифференцировать изученные виды ив.

Ключевые слова: ива, анатомическое строение, черешок, листовая пластинка, диагностический признак.

Из рода *Salix* L. в Беларуси в декоративных целях достаточно успешно применяются как аборигенные, так и интродуцированные виды и их сорта. Расширение спектра объектов культивирования определяет необходимость вовлекать в анатомические исследования новые таксоны. Данные по анатомии растительного сырья могут иметь ценность при криминалистической экспертизе, оценке селекционного потенциала растений, выявления таксономических связей.

Результаты исследования анатомических признаков листа позволяют в ряде таксономических групп осуществлять диагностику видов, сортов и сортовых групп [5].

В составе пластинчатого листа покрытосеменных основные диагностические признаки обнаруживаются в строении эпидермы, типе устьиц, характере трихом, наличии и форме кристаллических включений, различных вместилищ, млечников, секреторных каналов и т. п. [1].

Петиолярная анатомия, основанная на особенностях анатомии черешка листа, считается некоторыми специалистами наиболее перспективной в диагностировании [6]. При этом на примере ряда крупных семейств показано, что диагностика того или иного вида возможна только при использовании комплекса каких-либо анатомических признаков.

Цель работы – выявить диагностические признаки в анатомической структуре листьев *Salix fragilis* L., *Salix babylonica* L., *Salix matsudana* Koidz, *Salix integra* Thunb., культивируемых в Беларуси декоративных целях.

Листья для анатомического анализа собирали во второй половине июня, когда листья достигли дефинитивной структуры, сформировав типичную для данного вида форму и окраску. Образцы листьев получали с модельных особей из средней части кроны, преимущественно с западной стороны. Выбирали неповреждённые, примерно одного размера листья. Собранный материал фиксировали в растворе 96 % этилового спирта. Срезы листовой пластинки и черешков изготавливались вручную при помощи лезвий. Листья резали в районе центральной жилки и, собственно, в средней части самой листовой пластинки. Срезы черешка листа изготавливали из его средней части. Из срезов готовили временные и постоянные микропрепараты путем дифференцированной окраски регрессивным методом [3]. Сравнительный анализ осуществлялся при помощи световых микроскопов.

Строение черешков исследованных видов ив во многом сходно, в том числе относительно состава тканей, наличия трихом и крупнопросветных волокон, присутствия концентрических проводящих пучков.

Сравнительный анализ позволил выделить признаки в строении черешка, специфические для каждого вида, в том числе: форма поперечного сечения черешка (с желобком

или без него), характер поверхности, форма поперечного сечения эпидермальных клеток, тип паренхимы, тип колленхимы, тип кристаллов оксалата кальция; распределение механических волокон относительно проводящего пучка.

Исследованные виды можно диагностировать по следующим комплексам признаков из структуры черешка листа:

– *Salix fragilis* L. – наличие желобка на адаксиальной поверхности черешка; отсутствие складок на поверхности черешка; округлая форма клеток эпидермы на поперечном сечении; колленхима уголкового типа; гетерогенная паренхима; наличие кристаллов оксалата кальция в виде друз; механические волокна, полностью окружающие проводящий пучек;

– *Salix babylonica* L. – отсутствие желобка на адаксиальной поверхности черешка; складчатая поверхность черешка; клетки эпидермы квадратноокруглые; колленхима уголкового типа; гомогенная паренхима; наличие кристаллов оксалата кальция в виде ромбоидов; механические волокна относительно проводящего пучка располагаются на адаксиальной поверхности;

– *Salix matsudana* Koidz. – отсутствие желобка на адаксиальной поверхности черешка; складчатая поверхность черешка; клетки эпидермы квадратно-округлые; колленхима округлого типа; гетерогенная паренхима; наличие кристаллов оксалата кальция в виде друз; механические волокна, полностью окружающие проводящий пучек;

– *Salix integra* Thunb. – отсутствие желобка на адаксиальной поверхности черешка; складчатая поверхность черешка; округлая форма клеток эпидермы на поперечном сечении; колленхима округлого типа; гетерогенная паренхима; наличие кристаллов оксалата кальция в виде друз; механические волокна, полностью окружающтие проводящий пучек.

Провели сравнительное изучение листовых пластинок четырех видов ив. Как указывают А. А. Паутов и А. К. Скворцов, у видов рода Salix L. встречаются различные типы листовых пластинок по характеру сочетания типов мезофилла [2, 5].

В нашем исследовании у Salix fragilis L., Salix matsudana Koidz., Salix integra Thunb. выявлен дорзо-вентральный тип листовой пластинки, у Salix babylonica L. – изолатеральный. У видов Salix fragilis L. и Salix integra Thunb. отсутствуют трихомы. Различаются исследованные виды по развитию гиподермы. Так у Salix matsudana Koidz. гиподерма не развита. Этот же вид отличается отсутствием друз оксалата кальция.

Сравнительный анализ позволил выделить признаки, специфические для каждого вида, в строении листовой пластинки, а именно: тип листовой пластинки по соотношению столбчатого и губчатого мезофилла, наличие трихом, характер развития гиподермы, расположение механической обкладки относительно центральной жилки.

Исследованные виды можно диагностировать по следующим комплексам признаков из структуры листовой пластинки:

– Salix fragilis L. – листовая пластинка дорзо-вентрального типа; на всей поверхности отсутствуют трихомы; столбчатый мезофилл представлен 2 слоями; гиподерма располагается с абаксиальной поверхности в области центральной жилки; механическая обкладка центральной жилки развита на абаксиальной поверхности;

– Salix babylonica L. – листовая пластинка изолатерального типа; присутствуют трихомы; столбчатый мезофилл насчитывает 5–6 слоев; гиподерма располагается с адаксиальной и абаксиальной поверхности; в клетках паренхимы присутствуют друзы оксалата кальция; механическая обкладка располагается на абаксиальной и адаксиальной поверхности;

– Salix matsudana Koidz. – лист дорзо-вентрального типа; присутствуют трихомы; отсутствует гиподерма; в клетках паренхимы отсутствуют друзы оксалата кальция; механическая обкладка располагается на абаксиальной поверхности и по бокам от центральной жилки;

– Salix integra Thunb. – дорзо-вентральный тип листовой пластинки; трихомы не обнаружены; столбчатый мезофилл представлен 4–5 слоями; гиподерма находится на адаксиальной поверхности; в клетках паренхимы присутствуют друзы оксалата кальция; механическая обкладка располагается по всей окружности центральной жилки.

Таким образом, диагностические признаки выявлены как в строении черешка, так и в строении листовой пластинки. При этом следует понимать, что диагностическое значение имеет не отдельно взятый признак анатомической структуры, а комплекс таких признаков. Для каждого исследованного вида ив установили комплексы диагностических признаков в строении черешка и листовой пластинки, которые позволяют дифференцировать изученные виды ив.

Список литературы

1. Бавтуто, Г.А. Ботаника: морфология и анатомия растений: Учеб. Пособие / Г.А. Бавтуто, В.М. Еремин – Мн.: Выш.шк., 1997. – 375 с.

2. Строение листьев древесных растений лесостепного Зауралья / А. А. Паутов [и др.] // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. – 2008. – № 3. – С. 68–79.

3. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М.: Высш. шк., 1960. – 206 с.

4. Скворцов, А. К. Ивы СССР / А. К. Скворцов – М.: Изд-во МГУ, 1968. – 234 с.

5. Соколова, Е. А. Значение анатомических признаков для систематики представителей подсемейство *Prunoideae* (*Rosaceae*): автореф. дис. …канд. биол. наук : 03.00.05 / Е. А. Соколова; Всероссийский НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова. – Санкт-Петербург, 2000. – 28 с.

6. Соколова, Е. А. Значение признаков анатомического строения черешка для систематики родов Cerasus Mill. и Padus Mill. (Rosaceae) / Е. А. Соколова // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – 1989. – Т. 124. – С. 109–112.

A. M. LITVINOVA, N. V. SHKURATOVA

DIAGNOSTIC SIGNS IN THE ANATOMICAL STRUCTURE OF THE LEAVES OF SOME ORNAMENTAL SPECIES OF THE *GENUS SALIX* L.

Alexander Pushkin Brest State University,
Brest, Republic of Belarus,
shkuratova@brsu.by

The results are presented a comparative study of the anatomical structure of the leaves of Salix fragilis L., Salix babylonica L., Salix matsudana Koidz, Salix integra Thunb., cultivated in Belarus for decorative purposes. Complexes of diagnostic signs in the structure of the petiole and leaf blade have been established, which make it possible to differentiate the studied willow species.

Key words: willow, anatomical structure, petiole, leaf blade, diagnostic feature.

УДК 577.175.1:58.085

А. В. МАКСИМУК

РАЗМНОЖЕНИЕ ЕЖЕВИКИ И МАЛИНЫ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO* КАК ЭКОЛОГИЧНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь,
sanek.maksimuk@mail.ru

Изучалось влияние фитогормонов БАП и ИМК на процессы ренерации побегов ежевики сортов "Jumbo" и "Karaka Black" и малины сортов "Manger" и "Niwot". Установлено, что сочетание гормонов БАП в концентрации 0,6 мг/л и ИМК в концентрации 0,1 мг/л оказало более выраженное положительное действие на процессы закладки и формирования побегов у сортов ежевики, чем у малины черной

Ключевые слова: цитокинин, ауксин, 6-бензиламинопурин, индолил-3-масляная кислота, побегообразование.

Размножение в условиях *in vitro*, обозначаемое как микроклональное размножение, основано на использовании небольших фрагментов исходного материала для получения генетически идентичных копий родительского растения в большом количестве и в более короткие сроки, по сравнению с традиционными способами размножения. Основной принцип микроклонального размножения заключается в культивировании изолированных фрагментов растений в стерильных условиях на питательных средах с добавлением ростовых гормонов, которые обеспечивают рост и развитие клеток и тканей эксплантов. Получаемый таким образом новый посадочный материал проходит оздоровление и является экологически безопасным.

В своей работе мы ориентировались на традиционные ягодные растения наших лесов – малину (*Rubus idaeus* L.) и ежевику (*Rubus fruticosus* L.), которые пользуются большим спросом, так как обладают уникальными питательными и лечебными свойствами. На потребительском рынке сейчас можно встретить в большом количестве сортовую малину, а ежевика пока представлена в малом ассортименте. Для удовлетворения возрастающих потребностей производителей в качественном посадочном материале актуальным является разработка приемов по стимулированию формирования побегов и повышению коэффициента размножения современных сортов малины и ежевики межвидового происхождения.

Цель исследования – оценить влияние соотношения 6-бензиламинопурина (БАП) и индолил-3-масляной кислоты (ИМК) на процессы регенерации побегов у ряда сортов малины черной и ежевики в условиях in vitro.

Объекты исследования – ежевика сортов "Jumbo" и "Karaka Black", малина – "Manger" и "Niwot".

Для культивирования микропобегов объектов исследования испрользовалась среда Мурасиге и Скуга с половинным набором макро- и микросолей (1/2 МС). Было приготовлено три варианта питательных сред: 1/2 МС без гормонов (контроль); 1/2 МС + Г, содержащем БАП в концентрации 0,6 мг/л и ИМК в концентрации 0,1 мг/л (гормоны в полной концентрации); 1/2 МС + 1/2 Г, содержащем БАП в концентрации 0,3 мг/л и ИМК в концентрации 0,05 мг/л (гормоны в половинной концентрации).

Культивирование микропобегов осуществляли при постоянной температуре 19 °С в камере для роста растений с фотопериодом – 16 ч день и 8 ч ночь. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Exel.

В ходе эксперимента было установлено, что наибольшее количество побегов развилось на питательной среде с половинной концентрацией фитогормонов у ежевики сорта “Karaka Black” и составило 5,4 шт./эксплант. Также следует отметить, что у ежевики сорта “Jumbo” на среде с полной и половинной концентрацией фитогормнов прирост побегов оказался одинаковым и составил 2,3 ± 0,7 шт./эксплант, что является достоверно различимым по сравнению эксплантами, культивируемыми на безгормональной среде. Сорта малины черной оказались менее отзывчивыми на условия культивирования. Так регенерация новых побегов на питательных средах с гормонами оказалась незначительно выше, чем в контроле (рисунок 1).

По показателю «высота побегов» на 60-е сутки эксперимента лучшие результаты были зарегистрированы на безгормональной среде, как у ежевики, так и малины. Так наибольшая средняя высота была отмечена у побегов ежевики сорта “Jumbo”, которая составила 27,6 ± 2,7 мм и достоверно отличалась от побегов, культивируемых на других вариантах питательных сред. У малины сорта “Manger” высота побегов составила в контроле 25,1 ± 4,9 мм и достоверно отличалась от побегов, которые культивировались на питательных средах с добавлением гормонов. Высота побегов у ежевики сорта “Karaka Black” и малины сорта “Niwot” практически не зависела от содержания гормонов в питательных средах (рисунок 2).

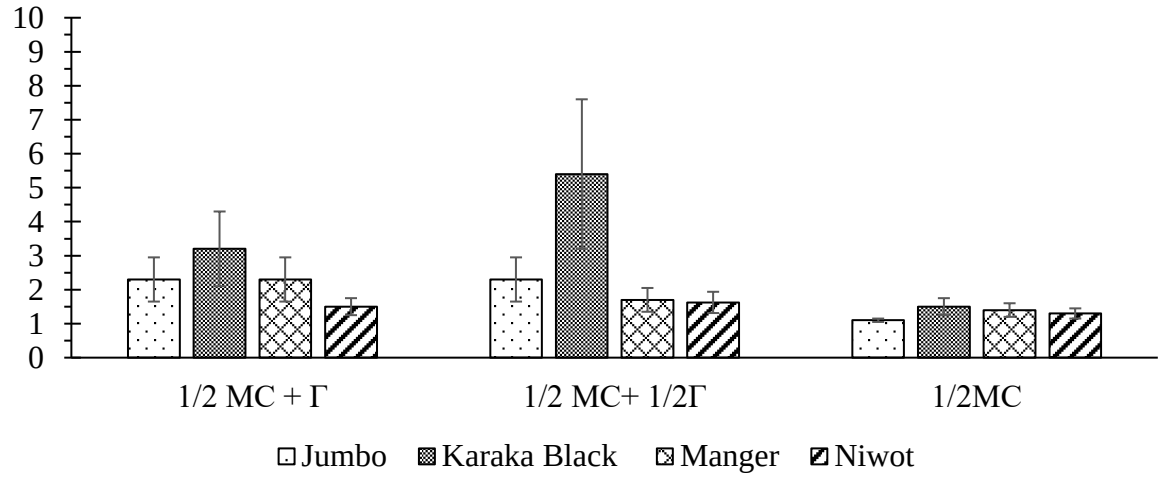


Рисунок 1 – Влияние различных питательных сред на побегообразование

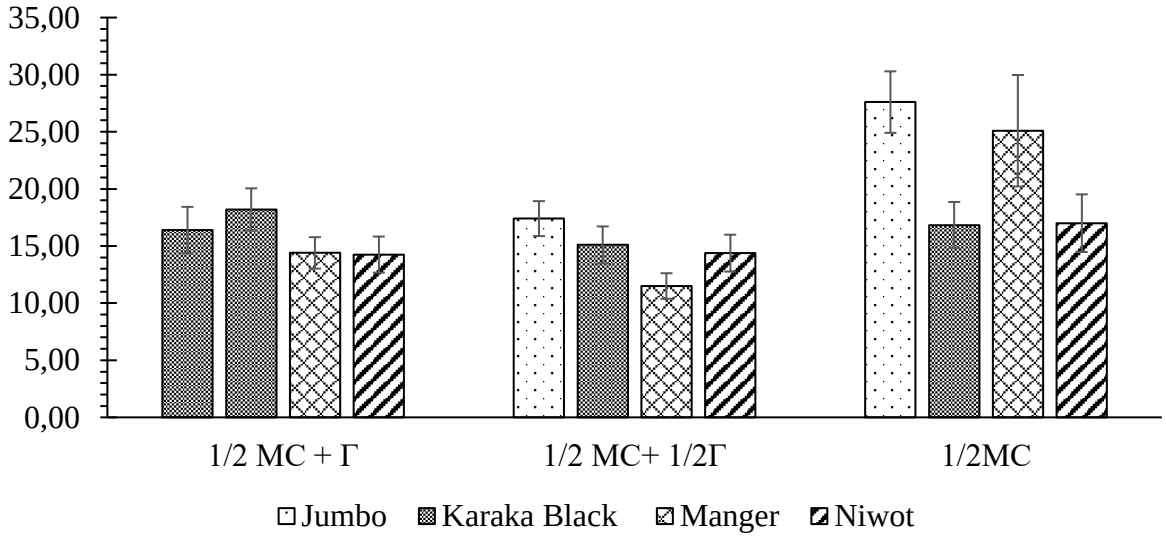


Рисунок 2 – Влияние различных питательных сред на высоту побегов

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что сочетание гормонов БАП в концентрации 0,6 мг/л и ИМК в концентрации 0,1 мг/л оказало более выраженное положительное действие на процессы закладки и формирования побегов у сортов ежевики, чем у малины черной. Половинный состав данных гормонов показал свою эффективность в отношении стимуляции образования побегов лишь у ежевики сорта “Karaka Black”. Выявлено, что испытанные сочетания БАП и ИМК не оказали влияния на увеличение роста сформированных побегов по сравнению с контролем, что по-видимому, связано с направлением их действия.

В работе по установлению эффективности различных цитокининов на культивирование ремонтантной малины [1] было выявлено, что гормон БАП проявлял стимулирующее действие на процессы побегообразования в концентрации 0,5 мг/л. Известно, что фитогормоны оказывают положительное влияние на процессы регенерации, однако для каждого сорта необходимо осуществлять подбор исходя из практических данных.

Из литературных данных о сортоспецифичности реакции на условия кулитивирования [2, 3] и полученных результатов возникает необходимость проверки влияния еще меньших концентраций БАП и ИМК на процессы регенерации. Данное предположение будет учитываться в дальнейших экспериментах по подбору оптимального состава питательной среды.

Список литературы

1. Эффективность различных цитокининов при введении в культуру in vitro новых сортов ремонтантной малины / Ю. Ф. Мытницкая [и др.] // Биотехнологические приемы в сохранении биоразнообразия и селекции растений: сб. статей междунар. науч. конф. – Минск, 2014. – С. 180–183.

2. Рундя, А. П. Особенности размножения малины в культуре in vitro / А. П. Рундя, Н. Н. Волосевич // Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта: матер. междунар. науч. конф. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2014. – С. 123–127.

3. Кузнецова, И. Б. Влияние росторегулирующих веществ на процесс побегообразования при клональном микроразмножении ежевики / И. Б. Кузнецова, С. С. Макаров, В. М. Дрозд // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сб. ст. 69-й Междунар. науч.-практ. конф., Караваево, 17 янв. 2018 г. / Костромская гос. с.-х. акад.; редкол.: Ю. В. Панкратова, Н. Ю. Парамонова. – Караваево: ГСХА, 2018. – Т. 1: Агробизнес. – С. 69–72.

A. W. MAKSIMUK

PROPAGATION OF BLACKBERRY AND RASPBERRY *IN VITRO* CONDITIONS HOWECOLOGICAL METHOD FOR OBTAINING PLANTING MATERIAL

Alexander Pushkin Brest State University,
Brest, Republic of Belarus,
sanek.maksimuk@mail.ru

The influence of phytohormones BAP and IBA on the processes of regeneration of shoots of blackberry varieties “Jumbo” and “Karaka Black” and raspberries varieties “Manger” and “Niwot” was studied. It was established that the combination of the hormones BAP at a concentration of 0,6 mg/l and IBA at a concentration of 0.1 mg/l had a more pronounced positive effect on the processes of initiation and formation of shoots in blackberry varieties than in black raspberries

Key words: cytokinin, auxin, 6-benzylaminopurine, indolyl-3-butyric acid, shoot formation.

УДК 631.466.3+621.038.534.34

И. А. МАЛЬЦЕВА, А. В. ЯКОВИЙЧУК, Ю. Л. БРЕДИХИНА, И. С. ДУКОВА

УЧАСТИЕ ПОЧВЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ЦИАНОБАКТЕРИЙ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ В БИОЛОГИЧЕСКОМ ПОГЛОЩЕНИИ И ФИКСАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет»,
г. Мелитополь, Российская Федерация,
alex.yakov1991@yandex.ru

Для лесных экосистем степной зоны Запорожской области установлена высокая биосеквестрационная активность почвенных микроводорослей и цианобактерий. Большая доля общей секвестрации углекислого газа приходиться на биомассу водорослей и цианобактерий лесной подстилки и верхнего 5 сантиметрового слоя почвы.

Ключевые слова: поглощение, углекислый газ, почвы, лес, биомасса, водоросли, цианобактерии.

Лесные экосистемы в степной зоне занимают небольшие площади. Однако они представляют собой очень ценный природный ресурс, оказывают большое влияние на климат региона, почвы, регулируют поверхностный сток воды, препятствуют развитию ветряной эрозии и т.п. В связи с этим они нуждаются в охране, а их богатства – в рациональном использовании и всестороннем изучении. Как свидетельствуют многочисленные исследования, почвы лесных экосистем населены различными микроорганизмами, в том числе, водорослями и цианобактериями, способными к оксигеному фотосинтезу [6, 7]. Экосистемная роль почвенных водорослей и цианобактерий связана с накоплением органического вещества, способствующего формированию почвенного плодородия, образовании первичной продукции, обеспечивающей жизнедеятельность почвенных биофагов и почвенной микрофлоры и др. В процессе фотосинтеза водоросли и цианобактерии активно поглощают углекислый газ, уменьшая его эмиссию в атмосферу. Таки образом они создают первый естественный барьер или биофильтр [3] по улавливанию углекислого газа непосредственно в верхних слоях почвы и на ее поверхности.

Сообщалось, что водоросли и цианобактерии являются эффективными фиксаторами углекислого газа [5]. Это обеспечивается их большой скоростью роста и высокой эффективностью фотосинтеза в сравнении с наземными высшими растениями. Водоросли и цианобактерии способны существовать в широком диапазоне концентрации углекислого газа (1–40 %), а также активно его фиксировать [2]. Способность фиксации углекислого газа различными видами водорослей и цианобактерий оценивается преимущественно по результатам их культивирования в лабораторных условиях [3]. Данные по фиксации углекислого газа водорослями и цианобактериями в природных экосистемах пока ограничены [9].

Почвенное микробное дыхание вносит значительный вклад в общую эмиссию углекислого газа в атмосферу, поэтому изучение утилизации углекислого газа почвенными фотосинтезирующими водорослями и цианобактериями в различных наземных экосистемах очень важна для оценки глобальных процессов эмиссии углекислого гази и прогнозирования его потоков в глобальном масштабе.

Целью нашей работы была оценка участия водорослей и цианобактерий почв дубовых лесных экосистем Старо-Бердянского леса (Запорожская область, Россия) в фиксации и утилизации углекислого газа.

Почвенно-альгологические пробы были отобраны согласно методике М.М. Голлербаха и Э.А. Штиной (1969) в лесной подстилке и в почве послойно каждые 5 см

до глубины 15 см. Количественный учет водорослей и цианобактерий проведен прямым методом [10]. Данные о количестве клеток и их размерных характеристиках были использованы для расчета биомассы водорослей и цианобактерий. Расчет поглощения углекислого газа осуществляли согласно методике и уравнениям, представленным в работе Morais и Costa (2007) [8]. По данным элементарного анализа CHNS содержание углерода (С) в сухом остатке биомассы водорослей и цианобактерий колеблется преимущественно в диапазоне 46–54,5 % [1–3]. В наших расчетах было использовано среднее значение содержание углерода (С) – 50 %.

Согласно полученным данным, наибольшее количество клеток и биомасса водорослей и цианобактерий наблюдается в лесной подстилке и верхнем пятисантиметровом слое почвы (таблица 1). Это согласуется с ранее полученными данными [10].

Таблица 1 – Численность, биомасса и биофиксация углекислого газа водорослями и цианобактериями в дубовой лесной экосистеме

Горизонт, см	Количество клеток, тыс. 1/г (биомасса, кг/га)			Утилизированный CO_2, кг/га
	Cyanobacteria	Chlorophyta, Heterokontophyta, Streptophyta	Всего	
Подстилка	107,8 (14,1)	18,4 (22,1)	126,2 (36,2)	11,9
0–5 см	90,2 (32,5)	8,8 (17,8)	99,0 (50, 3)	16,6
5–10 см	14,5 (5,2)	12,6 (23,8)	27,1 (29,0)	9,6
10–15 см	–	11,8 (21,2)	11,8 (21,2)	7,0

Водоросли и цианобактерии принимают активное участие в биологическом связывании углекислого газа и его хранении в составе биомассы. Количество утилизированного водорослями и цианобактериями углекислого газа максимальных значений достигает в верхнем пятисантиметровом слое почвы (таблица 1).

Проведенные исследования доказали, что водоросли и цианобактерии почв лесных экосистем имеют большой потенциал утилизации углекислого газа. Дальнейшие исследования позволят получить больше информации относительно секвестрационного потенциала водорослей и цианобактерий почв различных экосистем.

Работа выполнена в рамках темы «Секвестрационный потенциал микроводорослей и цианобактерий антропогенно-трансформированных экосистем Запорожской области в условиях возрастающей аридизации климата (FRRS-2024-0003; № 124040100028-6).

Список литературы

1. A recycling culture of *Neochloris oleoabundans* in a bicarbonate-based integrated carbon capture and algae production system with harvesting by auto-flocculation / C. Zhu [et al.] // Biotechnol Biofuels. – 2018. – V. 24, № 11. – P. 204. DOI:https://doi.org/10.1186/s13068-018-1197-6.

2. Adamczyk, M. CO_2 biofixation and growth kinetics of *Chlorella vulgaris* and *Nannochloropsis gaditana* / M. Adamczyk, J. Lasek, A. Skawińska // Appl Biochem Biotechnol. – 2016. – V. 179, № 7. – C. 1248–1261. DOI:https://doi.org/10.1007/s12010-016-2062-3.

3. Carbon dioxide utilization using *Chlorella* microalgae / N. Politaeva [и др.] // Environments. – 2023. – V. 10, № 7. – C. 109. DOI:https://doi.org/10.3390/environments10070109.

4. Efficient one-pot production of 1,2-propanediol and ethylene glycol from microalgae (*Chlorococcum* sp.) in water / G. Miao [et al.] // Green Chem. – 2015. – V. 17, № 4. – P. 2538–2544. DOI: https://doi.org/10.1039/c4gc02467b.

5. Gautam, K. Exploiting Microalgae and Macroalgae for Production of Biofuels and Biosequestration of Carbon Dioxide–A Review / K. Gautam, A. Pareek, D.K. Sharma // International Journal of Green Energy. – 2015. – V. 12, № 11. – P. 1122–1143. DOI:https://doi.org/10.1080/15435075.2014.893239.

6. Maltsev, Y. The influence of forest-forming tree species on diversity and spatial distribution of algae in forest litter / Y. Maltsev, I. Maltseva, A. Skawińska // Folia Oecologica. – 2018. – V. 45, № 2. – P. 12-21. DOI: https://doi.org/10.2478/foecol-2018-0008.

7. Maltsev, Y.I. Specific features of algal communities in forest litter of forest biogeocenoses of the Steppe zone / Y.I. Maltsev, A.Ye. Pakhomov, I.A. Maltseva // Contemporary Problems of Ecology. – 2017. – T. 10, № 1. – C. 71-76. DOI: https://doi.org/10.1134/S1995425517010085.

8. Morais, M.G. Carbon dioxide mitigation with *Chlorella kessleri*, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus* and *Spirulina* sp. cultivated in flasks and vertical tubular photobioreactors / M.G. Morais // Biotechnol. Lett. – 2007. – № 29. – P. 1349–1352 DOI:https://doi.org/10.1007/s10529-007-9394-6.

9. Remote sensing reveals Antarctic green snow algae as important terrestrial carbon sink / A. Gray [et al.] // Nature Communications. – 2020. – № 11. – P. 2527. DOI:https://doi.org/10.1038/s41467-020-16018-w.

10. Голлербах, М.М. Почвенные водоросли / М.М. Голлербах, Э.А. Штина. – Л.: Наука, 1969. – 143 с.

I. A. MALTSEVA, A. V. YAKOVIICHUK, Yu. L. BREDIKHINA, I. S. DUKOVA

THE PARTICIPATION OF OAK FORESTS SOIL ALGAE AND CYANOBACTERIA OF THE STEPPE ZONE IN THE BIOLOGICAL ABSORPTION AND FIXATION OF CARBON DIOXIDE

Melitopol State University,
Melitopol, Russian Federation,
alex.yakov1991@yandex.ru

The soil microalgae and cyanobacteria in the steppe zone of the Zaporozhye region's forest ecosystems have high biosequestration activity. These organisms play a significant role in capturing carbon dioxide, with a large portion of CO_2 sequestration attributed to the biomass of these microorganisms found in the forest floor and the top 5 cm of soil.

Key words: absorption, carbon dioxide, soils, forest, biomass, algae, cyanobacteria.

УДК 551.4(476.13)

К. Д. МАСЛОВА[1], А. А. ШВЕД[2]

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЁР ДЕДНО И ВОЛОТОВСКОЕ

[1]ГУО «Средняя школа № 62 г. Гомеля»,
[2]УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
nekrafovaalina@gmail.com

В статье рассмотрены основные химические показатели воды из озёр Дедно и Волотовское, определено их качество и проведена сравнительная характеристика, дающая представление о том, как антропогенное воздействие влияет на химический состав воды в водоёме и его экологическое состояние. Также рассмотрен потенциал использования воды из этих озёр в иных сферах.

Ключевые слова: химический состав, проба, рекреация, химические показатели, качество воды, нормы по СанПиН.

Для определения качества воды озёр Дедно и Волотовское и дальнейшей сравнительной характеристики были взяты их пробы.

За основные были взяты следующие химические показатели качества воды: нитраты (NO_3), нитриты (NO_2), жесткость, хлор(Cl_2), кислотность (pH), общая минерализация (TDS). Анализ воды производился с помощью полифункциональных тест-полосок «Чистая вода» и TDS-метра.

Озеро Дедно – это старичное озеро в 450 метрах к северу от озера Обкомовское. Оно используется для сброса ливневых канализаций центральной части Гомеля и не предназначено для проведения досуга и не благоустроено.

По показателям экспресс-анализа полифункциональной тест-полоски, вода в этом озере имеет следующие значения: по нитратам (NO_3) – ≤10 мг/л., то есть в пределах нормы как для не питьевой воды при норме для питьевой до 10 мг/л.; по нитритам (NO_2) – ≤1 мг/л. – в пределах нормы при норме по СанПиН – до 3 мг/л.; по жесткости – ≥10 Ж – вода жесткая, за пределом нормы, т.к. общая жесткость воды не должна превышать 7,0 мг-экв./л; по хлору (Cl_2) – 0 мг/л. – в пределах нормы, норма по СанПиН – до 0,5 мг/л.; по кислотности (pH) – 8,5 pH – на границе нормы, однако значение ещё считается приемлемым: нормальный уровень pH для питьевой воды – от 6,5 до 8,5, хотя оптимальный 7–8. По общей минерализации (TDS) – 878 мг/л. – очень высокий уровень, оптимальный показатель для здоровья 300–600 мг/л. (рисунок 1).

Исходя из полученных результатов общее состояние воды озера Дедно неприемлемое по нормам СанПиН, показатели по жесткости и общей минерализации весьма существенные, вода опасна для здоровья при употреблении внутрь и не подходит для отдыха. Однако вода пригодна для дальнейшего использования по своему назначению. Вероятно, она будет также пригодна для использования в оросительных системах, но необходимо проводить дополнительные анализы качества этой воды. Для использования в качестве технической воды необходимо снизить показатель жёсткости во избежание повреждения труб и техники [1].

Озеро Волотовское – это самое крупное озеро Волотовского каскада озёр в Гомеле. Оно расположено между Бурым болотом и каскадом малых озёр. Территория озера благоустроена и активно используется.

Исходя из экспресс-анализа полифункциональной тест-полоски, вода имеет следующие показатели: по нитратам (NO_3) – 0 мг/л., то есть в пределах нормы; по нитритам

(NO_2) – 0 мг/л. – в пределах нормы; по жесткости – 1,6 Ж – вода мягкая; по хлору (Cl_2) – 0 мг/л. – в пределах нормы; по кислотности (pH) – 8 pH – в пределах нормы. По общей минерализации (TDS) – 372 мг/л. – высокий уровень, однако не выходящий за пределы нормы. Воду можно назвать чистой, она не выбивается из нормы ни по одному параметру (рисунок 2).

Рисунок 1 – Показатели пробы воды озера Дедно

Рисунок 2 – Показатели пробы воды озера Волотовское

Воду данного озера можно использовать как в рекреационных, так и в иных целях. Однако не рекомендуется использовать ее в качестве питьевой, т. к. она прошла лишь поверхностный анализ по основным химическим показателям.

Анализируя показатели по обоим водоёмам, можно отметить, как сильно антропогенное воздействие влияет на химический состав воды. Озеро Волотовское оборудовано только для отдыха, его пляжная зона чистая, вода прозрачная и не подвергается дополнительному загрязнению, поэтому её химические показатели значительно лучше, чем в озере Дедно, которое используется для сброса ливневых канализаций. Причин превышения нормы показателей в данном водоёме может быть несколько: износ оборудования, несвоевременная смена оборудования; реакция воды с ионами металлов, содержащихся в отводящих трубах; сток недоочищенной воды из очистных сооружений и т. д. Необходим своевременный контроль качества сбрасываемой воды в водоём во избежание его загрязнения [2].

Таким образом антропогенное воздействие может как положительно, так и отрицательно влиять на экологическое состояние водоёмов.

Список литературы

1. Осипенко, Г.Л. Анализ состояния поверхностных вод Гомельской и Минской областей / Г.Л. Осипенко // Водоснабжение, химия и прикладная экология: материалы Межд. научно-практ. конф. – Гомель: БелГУТ, 2022. – С. 151-152.
2. Базавлук, В. А. Инженерное обустройство территорий. Дождевые водостоки: учеб. Пособие / В. А. Базавлук. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 148 с.

K. D. MASLOVA[1], A. A. SHWED[2]

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE LAKES DEDNO AND VOLOTOVSKOYE

[1]Secondary School №. 62 in Gomel,
[2]Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
nekrafovaalina@gmail.com

The article examines the main chemical indicators of water from lakes Dedno and Volotovskoye, determines their quality and provides a comparative description, giving an idea of how anthropogenic impact affects the chemical composition of water in the reservoir and its ecological state. The potential for using water from these lakes in other areas is also considered.

Key words: chemical composition, sample, recreation, chemical indicators, water quality, SanPiN standards.

УДК 631.6

Л. А. МАСЛОВА, Д. С. ФАДЕЕВ

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМ МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза, Российская Федерация,
maslovaluba@yandex.ru, fadeew.dima@mail.ru

В статье рассматривается систематизация проблем мелиоративного комплекса Пензенской области, включая основные виды мелиорации. Предлагается решение проблем мелиоративного комплекса, а также анализируются результаты внедрения Федеральной целевой программы развития мелиорации в Пензенской области.

Ключевые слова: мелиорация, мелиоративный комплекс, проблемы мелиоративного комплекса, орошаемые почвы, Федеральная целевая программа.

Мелиоративный комплекс играет важную роль в развитии сельского хозяйства и повышении плодородия почв. Мелиоративный комплекс Пензенской области включает в себя систему гидротехнических сооружений, каналов, прудов и водохранилищ, предназначенных для регулирования водного режима и улучшения качества почв. Однако в последние годы наблюдается ряд проблем, связанных с состоянием мелиоративной инфраструктуры и эффективностью её функционирования.

Основные виды мелиорации в Пензенском регионе включают:

1. Ирригация – увлажнение сухих и полупустынных регионов с помощью системы каналов для отвода излишков воды.

2. Механическая обработка почвы – глубокая вспашка, пахота и культивация для улучшения структуры грунта и доступа влаги, минералов и воздуха к корням растений.

3. Обустройство дренажа на поле – создание системы каналов для отвода излишков воды и снижения уровня грунтовых вод.

4. Мелиоративные посадки – высадка деревьев для удержания почвы и борьбы с эрозией, а также определённых видов растений для повышения плодородия земли.

5. Мелиоративная доработка рельефа – изменение склона земельного участка, создание искусственных водоёмов и изменение направления движения рек.

В современном мире, где экологические проблемы становятся всё более актуальными, важно уделять внимание мелиоративным мероприятиям, которые могут оказать значительное влияние на окружающую среду. Мелиорация земель представляет собой комплекс мероприятий, направленных на улучшение качества почвы, повышение её плодородия и урожайности, а также предотвращение эрозии и деградации земель. Однако, как и любое вмешательство в природную среду, мелиорация может иметь как положительные, так и отрицательные последствия для экологии.

С одной стороны, мелиорация способствует сохранению природных ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Она позволяет улучшить качество почвы, повысить её плодородие и урожайность, предотвратить эрозию. Это, в свою очередь, способствует сохранению природных ресурсов, таких как почва и вода, и снижению негативного воздействия на окружающую среду, связанного с использованием сельскохозяйственных земель.

Однако, с другой стороны, неправильная или непродуманная мелиорация может привести к нарушению экологического баланса, загрязнению почв и водоёмов, изменению микроклимата и другим негативным последствиям. Например, оросительная мелиорация может привести к повышению уровня грунтовых вод и заболачиванию земель,

если она не будет сопровождаться дренажом. Это может вызвать засоление почв и потерю их плодородия. Осушительная мелиорация, в свою очередь, может привести к снижению уровня грунтовых вод и пересыханию почв. Это может негативно сказаться на растительности и животном мире.

Орошаемые почвы особенно подвержены деградации, поскольку они подвергаются воздействию различных факторов.

Деградация почв – это процесс, который приводит к снижению плодородия почв и ухудшению их качества. Деградация может быть вызвана различными факторами, такими как эрозия, засоление, заболачивание, загрязнение и другие.

Эрозия. Эрозия почв может быть вызвана неправильным поливом, когда вода смывает верхний плодородный слой почвы.

Засоление. Засоление почв может быть вызвано высоким содержанием солей в поливной воде. Соли накапливаются в почве, что приводит к снижению её плодородия.

Заболачивание. Заболачивание почв может быть вызвано избыточным поливом, когда вода застаивается в почве. Это приводит к снижению аэрации почвы и развитию анаэробных условий, которые неблагоприятны для роста растений.

Уплотнение. Уплотнение почв может быть вызвано использованием тяжёлой техники при обработке почвы. Уплотнение почвы приводит к снижению её водопроницаемости и аэрации, что также неблагоприятно для роста растений.

Для предотвращения деградации орошаемых почв необходимо соблюдать следующие меры:

1. Строго соблюдать технику полива во избежание развития эрозии.
2. Использовать воду с низким содержанием солей, чтобы избежать засоления.
3. Регулировать поступление влаги в почву, чтобы избежать заболачивания.
4. Соблюдать севооборот и использовать методы обработки почвы, которые не приводят к её уплотнению.

Деградация почв является серьёзной проблемой, которая может привести к снижению урожайности и продовольственной безопасности. Поэтому необходимо принимать меры для её предотвращения.

Важно проводить мелиоративные мероприятия с учётом экологических аспектов и соблюдением всех необходимых норм и требований. Это позволит минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и сохранить природные ресурсы для будущих поколений.

Мелиорация земель является важным фактором повышения эффективности сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности страны. Однако, в Пензенской области, как и в других регионах России, мелиоративный комплекс сталкивается с рядом проблем, которые требуют внимания и решения.

Одной из основных проблем является Физический износ и старение мелиоративных систем. Большинство мелиоративных объектов были построены более 30 лет назад и нуждаются в модернизации и реконструкции. Это приводит к снижению эффективности работы систем и увеличению затрат на их обслуживание. Также мелиоративные объекты требуют значительных финансовых вложений для поддержания их работоспособности и проведения ремонтных работ. Однако в последние годы финансирование мелиоративных программ сокращается, что негативно сказывается на состоянии мелиоративного комплекса.

Другой проблемой является недостаток поливной техники. Современные технологии полива, такие как капельное орошение и дождевание, позволяют более эффективно использовать воду и удобрения. Однако недостаток поливной техники ограничивает возможности фермеров и снижает урожайность.

Негативно сказывается и отсутствие комплексного подхода к управлению мелиоративными системами. Мелиоративные объекты часто находятся в ведении разных организаций и ведомств, что затрудняет координацию их деятельности и эффективное управление.

Нельзя не отметить и использование водных ресурсов. Многие мелиоративные системы работают с избытком воды, что приводит к затоплению и ухудшению качества почв. В то же время существует проблема дефицита водных ресурсов в некоторых районах области, что ограничивает возможности для мелиорации.

Для решения этих проблем необходимо разработать и реализовать комплексную программу модернизации мелиоративных систем, включающую в себя обновление оборудования, внедрение современных технологий полива, повышение квалификации специалистов, создание системы мониторинга и контроля за состоянием мелиоративных систем.

С целью обеспечения финансирование мероприятий, направленных на обновление и модернизацию мелиоративных систем, развитие отечественного производства мелиоративной техники, привлечение инвестиций в мелиоративную отрасль, повышение квалификации специалистов в области мелиорации и разработку и внедрение новых методов мелиорации была разработана Федеральная целевая программа развития мелиорации в Пензенской области, в рамках которой было выделено около 20 миллионов рублей из федерального бюджета на реализацию проектов по улучшению состояния мелиоративных систем и гидротехнических сооружений.

Средства были направлены на строительство, реконструкцию и техническое перевооружение этих объектов, а также на проведение культуртехнических мероприятий, связанных с вводом в оборот неиспользованных земель сельскохозяйственного назначения.

Софинансирование из бюджета Пензенской области составило 7,5 миллиона рублей.

Данная подпрограммы принесла определенные результаты

– увеличение объёмов производства сельскохозяйственной продукции;

– повышение плодородия почв;

– предотвращение выбытия сельскохозяйственных угодий из оборота;

– создание новых рабочих мест в сельской местности;

– улучшение социальной инфраструктуры в сельской местности.

Например, площадь сельскохозяйственных угодий, вовлеченных в оборот за счет проведения культуртехнических мероприятий увеличилась с 2 369,79 до 2 602,45 гектар; площадь пашни, на которой реализованы мероприятия в области известкования кислых почв осталась прежней – 817 гектар, а площадь сельскохозяйственных угодий, сохраненных в сельскохозяйственном обороте и химическая мелиорация почв на пашне, нарастающим итогом увеличилась на 0,08 тыс. гектаров.

В целом, результаты подпрограммы способствуют развитию сельского хозяйства и повышению уровня жизни сельского населения Пензенской области.

Систематизация проблем мелиоративного комплекса Пензенской области позволила выявить основные факторы, препятствующие его эффективному функционированию. Предложенные меры по решению этих проблем будут способствовать улучшению состояния мелиоративного комплекса и повышению эффективности сельского хозяйства региона.

Список литературы

1. О мелиорации земель: Федеральный закон от 10.01.1996 № 4-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1996. – № 3. – Ст. 142.

2. О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 14.05.2021 № 731 [Электронный ресурс] – URL: https://base.garant.ru/400773886/. – Дата доступа: 15.06.2024.

3. Годовой доклад о реализации государственной программы Пензенской области «Развитие агропромышленного комплекса Пензенской области» за 2023 год / Министерство сельского хозяйства Пензенской области [Электронный ресурс] – URL: https://mcx.pnzreg.ru/gospodderzhka-apk/gosprogramma/godovoy-doklad-ob-ispolnenii-meropriyatiy-gosprogrammy/. – Дата доступа: 15.06.2024.

L. A. MASLOVA, D. S. FADEEV

SYSTEMATIZATION OF THE PROBLEMS OF THE RECLAMATION COMPLEX OF THE PENZA REGION

Penza State University of Architecture and Construction,
Penza, Russian Federation,
maslovaluba@yandex.ru, fadeew.dima@mail.ru

The article discusses the systematization of the problems of the Penza region's land reclamation complex, including the main types of land reclamation. A solution to the problems of the land reclamation complex is proposed, and the results of the implementation of the Federal Target Program for the development of land reclamation in the Penza region are analyzed.

Key words: land reclamation, land reclamation complex, problems of land reclamation complex, irrigated soils, Federal target program.

УДК 665.73

С. С. МАСЛОВА, С. С. ХРЕБТОВА

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ МЕТОДОМ ТСХ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Российская Федерация,
khssvetlana@gmail.com

В представленной работе исследована возможность применения таких малоизученных компонентов, как кофеин и берберин в качестве импрегнирующих компонентов, для детектирования изо- и циклоалканов, циклоспиртов, алкенов и неароматических углеводородов при анализе жидких топлив, нанесенных на слой силикагеля пластинки ТСХ.

Ключевые слова: метод ТСХ, кофеин, берберин, нефтепродукты, бензины.

В настоящее время автомобильные выбросы являются самыми распространенными загрязнителями окружающей среды. По статистике, в мире более 1,47 миллиардов машин по данным за 2023 г. [1]. И все эти машины выделяют в атмосферу выхлопные газы, и именно из-за них над городами густой смог, такой, что жизнь в некоторых городах признали опасной для здоровья. Воздействие бензинов на окружающую среду связано с токсичностью углеводородов, с концентрацией сераорганических и кислородсодержащих соединений. Токсичностью обладают и многие продукты сгорания бензинов. Токсичность бензинов обусловливается их химическим и фракционным составами. Чем больше в бензине углеводородов с двойными связями, тем он токсичней.

Законодательные инициативы, регламентирующие экологические показатели качества топлива, направлены на снижение токсичности отработанных газов транспортных средств. Если повышенное содержание в них бензола влияет прежде всего на экологическую безопасность (как потенциальный источник канцерогенного бензо-а-пирена), то высокое содержание более высококипящих ароматических углеводородов чревато повышенным нагарообразованием в камерах сгорания и на клапанах двигателей, что ухудшает такие их эксплуатационные показатели как КПДД, мощность, экономические и экологические характеристики. Анализ имеющихся данных показал, что склонность автомобильных бензинов к нагарообразованию зависит, главным образом, от содержания в них непредельных и ароматических углеводородов [2].

В данной работе были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать дополнительные возможности берберина и кофеина, как ТСХ реагентов в области применения к углеводородам: берберина для детектирования изо- и циклоалканов, влияние кофеина на неароматические углеводороды.

2. Осуществить комплексное применение кофеина и берберина на одной ТСХ пластинке для оценки углеводородного состава нефтепродуктов.

К положительным аспектам применения берберина в качестве детектирующего агента, стоит отнести тот факт, что он не влияет на разделение, а выступает только как компонент для повышения флюоресценции, т.е. для детектирования. Кофеин образует зарядо-обменные комплексы с полициклическими ароматическими углеводородами (ПЦАУ), в связи с чем были использованы кофеиновые ТСХ пластинки для определения ПЦАУ средних и тяжелых дистиллятов (ДТ, масла, смолы, нефти) [3, 4].

При исследовании состава нефтепродуктов пластинки готовили следующим образом. Первый этап – пропитывание пластинки ТСХ (со слоем силикагеля) кофеином, с целью

получения удовлетворительного разделения. Для приготовления раствора для импрегнирования 0,1 г. кофеина растворяли в 7–10 мл воды и нагревали при температуре 50–60 °С до полного растворения кофеина. Из пленки Парафильм-М вырезали кусок нужного размера и формы, для того чтобы закрыть часть пластинки, которая не должна содержать кофеин. После этого предварительно подогретую открытую часть пластинки опрыскивали водным раствором кофеина. После этого аккуратно, чтобы не повредить слой, снимали пленку и просушивали пластинку при температуре 40 °С в течение 30 мин. Затем закрывали 5,5 см пластинки пленкой Парафильм-М и тщательно опрыскивали раствором берберина в этаноле (6 мкг/100 мл) до приобретения бледно-желтого цвета. После окончания опрыскивания пластинку высушивали до полного испарения растворителя, в котором растворен реагент (сначала при 40 °С в течение 3 часов, затем при комнатной температуре в течение ночи (около 15 часов)).

По результатам проведенных исследований, при работе с берберином были определены следующие оптимальные условия выполнения анализа:

– неподвижная фаза (НФ) – силикагелевые пластинки;

– подвижная фаза (ПФ) – н-гексан (при переходе от н-алканов к другим соединениям с предельными структурами возможно изменение ПФ);

– высота фронта ПФ – 6 см;

– N-камера - преимущественно, S-камера - при работе с легколетучими смесями.

Использование на пластинках кофеина оптимально при следующих условиях:

– НФ – силикагелевые пластинки;

– ПФ – смесь н-гексан-пиридин (4 % по объему);

– использовать подходы многократной ТСХ для концентрирования компонентов и улучшения разделения;

– S-камера.

После проведенных исследований на отдельных бербериновых и кофеиновых пластинках была разработана методика оценки углеводородного состава образца с использованием берберина и кофеина на одной пластинке ТСХ. Полученные качественные и количественные результаты представлены ниже.

Детектирование алканов и нафтенов проводили с помощью берберина при УФ-254 нм после первого направления разделения (высота фронта – 6 см). ПАУ были детектированы с использованием собственной флуоресценции при УФ-254 нм, на чистом силикагеле после 2-ого направления разделения н-гексаном (высота фронта 4 см). ПЦАУ детектировались на силикагеле, содержащем кофеин после 3-х кратного элюирования: 1- н-гексан-бутилацетат (1:3), 2- н-гексан-пиридин (4 %), 3- н-гексан, (высоты фронта – 2 см, 6 см, 7 см, соответственно).

С применением методики к товарным нефтепродуктам было установлено следующее:

1. Бензины содержат: моноароматику, диароматику, замещенную диароматику, небольшое количество фактических смол (ПЦАУ), которые представлены соединениями с 4 ароматическими циклами.

2. Дизельное топливо содержит: алканы, нафтены, диароматику, в небольшом количестве замещенную диароматику, триароматику и полиароматические углеводороды, представленные соединениями ряда пирена.

3. Жидкие продукты пиролиза (смолы) содержат: диароматику, замещенную диароматику, триароматику и 5–6 полиароматических углеводородов (в зависимости от температуры кипения смолы).

Содержание углеводородов рассчитывали исходя из площади пятна и интенсивности (высоты пика) (таблица 1). Для ПЦАУ в данной работе количество не оценивалось, но оно может быть определено с использованием других физико-химических методов.

Таблица 1 – Количественная оценка содержания углеводородов в различных образцах нефтепродуктов.

Образцы	Содержание углеводородов, %											
	Алканы	Нафтены	Моноароматические УВ	Диароматические УВ	Замещенная диароматические УВ	Триароматические УВ	Полиароматические УВ (в порядке уменьшения коэффициента подвижности R_f)					
							1	2	3	4	5	6
Бензин АИ 92	–	–	43	6	1	–	Меньше 0,5	–				
Бензин АИ 95	–	–	41	5	4	–		–				
Бензин АИ 95 (Shell)	–	–	46	3	1	–		–				
ДТ (содержание ароматики 5,5 %)	64	28	–	2	1	3	1	–				
Легкая смола пиролиза	37	26	–	1	4	3	7	6	4	5	5	2
Тяжелая смола пиролиза	32	23	–	6	3	4	4	4	6	2	9	6

Предложенный метод дает возможность проводить простой недорогой и информативный анализ состава смеси, который можно использовать как первый этап оценки как качественного, так и количественного состава. Ограничение данного метода является использование легких дистиллятов (большая погрешность). Данная методика дает точные результаты для определения состава фракций с температурой выкипания больше 280 °С.

Список литературы

1. Сколько всего автомобилей в мире в 2023 году [Электронный ресурс]: Rambler / Авто. – Mode of access: https://auto.rambler.ru/news/51680140/?utm_content=auto_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylinkhttps://auto.rambler.ru/news/51680140-skolko-vsego-avtomobile y-v-mire-v-2023-godu/ – Date of access: 20.03.2024

2. Каминский, Э.Ф. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты / Э. Ф. Каминский. – М: РАЕН. Отделение нефти и газа, 2001. – 385 с.

3. Matt, M. Improved separation and quantitative determination of hydrocarbon types in gas oil by normal phase high-performance TLC with UV and fluorescence scanning densitometry / M. Matt, E. V. Galvez, V. L. Cebolla // J.Sep.Sci., 2003. – V. 26. – P. 1665–1674.

4. Třiska, J. Thin-layer chromatographic separation of selected polyaromatic hydrocarbons on copper phthalocyanine dye impregnated plates / J. Tříska, N. Vrchotová, I. Šafařík, M. Šafaříková // J. Chromatogr. A, 1998. – V. 793. – P. 403–408.

S. S. MASLOVA, S. S. KHREBTOVA

STUDYING THE QUALITY OF PETROLEUM PRODUCTS BY TLC

Voronezh State University of Engineering Technologies,
Voronezh, Russian Federation,
khssvetlana@gmail.com

In the present work, the possibility of using such poorly studied components as caffeine and berberine as impregnating components for the detection of iso- and cycloalkanes, cyclospirts, alkenes and non-aromatic hydrocarbons in the analysis of liquid fuels deposited on a silica gel layer of a TLC plate is investigated.

Key words: TLC method, caffeine, berberine, petroleum products, gasoline.

УДК 911.5/.9

В. Е. МАУТКИНА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПРАВИЛ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА СОКОЛ

ФБГОУ ВО «Вологодский государственный университет»,
г. Вологда, Российская Федерация,
leramautkina@gmail.com

Общественная география является ключевой дисциплиной для понимания пространственных аспектов собственности и управления земельными ресурсами и пространственном планировании территорий с учетом социально-экономических факторов, а также прогнозирования возможных конфликтов и проблем в управлении земельными ресурсами. В данной статье мы рассмотрим правила землепользования и застройки Сокола и возможность постройки многоквартирных домов на территории города.

Ключевые слова: земельные ресурсы, география, землепользование, территориальные зоны, многоквартирные дома.

Общественная география играет ключевую роль в понимании пространственных аспектов собственности на землю. Она помогает анализировать распределение земельных ресурсов, определять оптимальное использование земли с учетом социально-экономических факторов, а также прогнозировать возможные конфликты или проблемы в управлении земельными участками.

Эффективное управление земельными ресурсами требует не только правовых механизмов защиты собственности, но и комплексного подхода, включающего в себя географический анализ, планирование использования земли, мониторинг изменений в ландшафте и принятие обоснованных решений на основе данных общественной географии [4, с. 248].

Географический анализ позволяет выявить пространственные закономерности в распределении земельных участков, их характеристики и особенности использования. Планирование использования земли предполагает разработку стратегий и схем рационального размещения различных видов землепользования с учетом социальных, экономических и экологических факторов. Мониторинг изменений в ландшафте дает возможность отслеживать трансформации земельных угодий под влиянием природных и антропогенных процессов.

География играет ключевую роль в различных аспектах нашей жизни, включая управлении земельными ресурсами, так как помогает понять пространственное распределение и использование земли. Взаимосвязь общественной географии и правил землепользования и застройки (ПЗЗ) позволяет определить какие зоны предназначены для жилой застройки, а какие для коммерческих или промышленных объектов, а также помогает установить требования к инженерной инфраструктуре и охране окружающей среды [1, с. 324].

Географические информационные системы (ГИС) значительно облегчают процессы анализа и управления данными о земельных участках. ГИС позволяют эффективно использовать пространственную информацию, визуализировать ее на картах, проводить пространственный анализ и моделирование различных сценариев землепользования. Это способствует принятию обоснованных решений в области управления земельными ресурсами, основанных на комплексной оценке территории [5, с. 15].

Соблюдение ПЗЗ позволяет эффективно использовать территории городов, предотвращать конфликты интересов между различными видами застройки, обеспечивать безопасность и удобство жителей. ПЗЗ определяют допустимые виды использования земельных участков, предельные размеры и параметры строительства, а также ограничения, связанные с охраной окружающей среды, историко-культурными объектами и другими факторами [2, с. 352]. Рассмотрим ПЗЗ на примере города Сокол (рисунок 1).

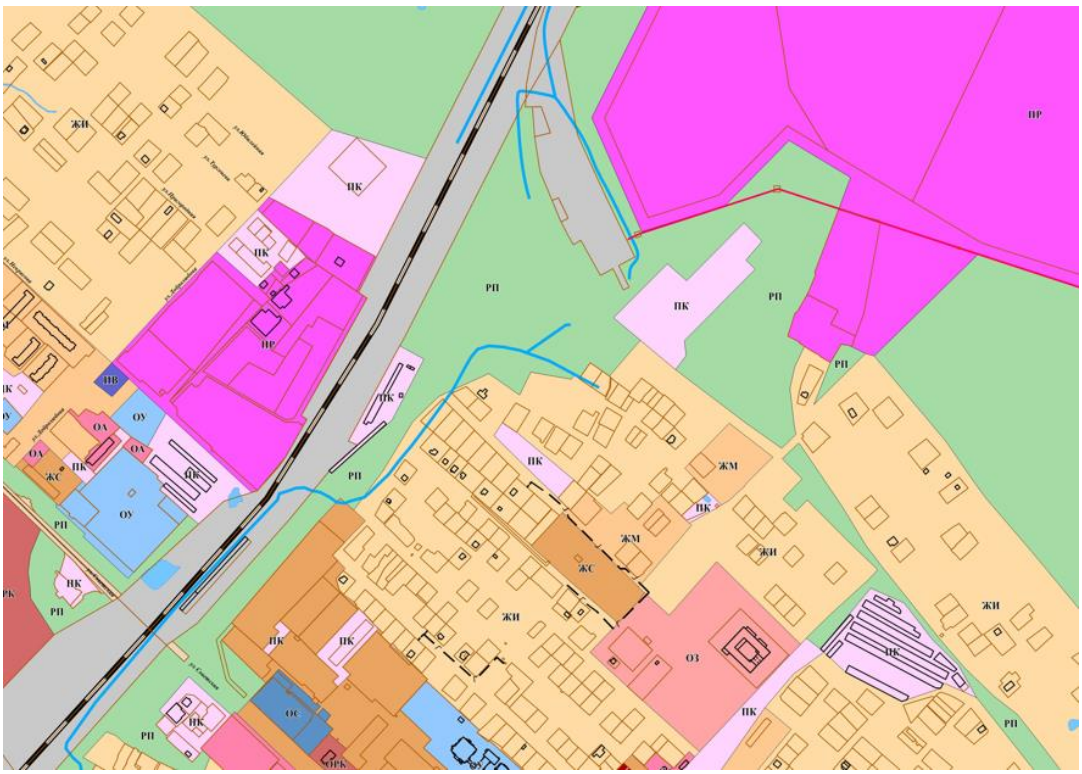


Рисунок 1 – Фрагмент карты градостроительного зонирования города Сокол

Правила землепользования и застройки городского поселения город Сокол Сокольского муниципального района Вологодской области были утверждены 30.05.2022 года постановлением Правительства Вологодской области.

Они содержат в себе как графические и картографические материалы, так и текстовые документы и описания.

Картографическая часть представляет собой электронную карту в масштабе 1:5000 на которой отображены территориальные зоны.

Текстовая часть представлена документом размером 211 страниц, состоящим из 2 частей.

1- Градостроительные регламенты в установленных территориальных зонах.

2- Ограничения использования земельных участков и объектов капитального строительства.

На примере ПЗЗ города Сокол мы можем рассмотреть возможность постройки многоквартирного дома в зависимости от зоны.

Город Сокол разделен на 30 различных видов территориальных зон, каждая из которых имеет свои особенности и регламенты использования земельных участков [3, с. 81].

Проанализировав ПЗЗ можно составить следующую таблицу (таблица 1).

Таблица 1 – Территориальные зоны г. Сокол (30 видов)

Где можно строить многоквартирные дома	Где нельзя строить многоквартирные дома
1	2
1. Зона застройки малоэтажными жилыми домами (7 % от общей площади)	1. Зона торгового назначения
	2. Зона делового, общественного и коммерческого назначения
	3. Зона образования и просвещения

Окончание таблицы 1

1	2
	4. Зона спортивного назначения
	5. Зона здравоохранения
	6. Зона религиозного использования
	7. Зона развлечения, культуры, общественного питания
	8. Производственная зона
	9. Коммунальная зона
	10. Зона источников водоснабжения
2. Зона застройки среднеэтажными жилыми домами (4 % от общей площади)	11. Зона очистных сооружений
	12. Зона нефтегазового оборудования
	13. Зона электроснабжения
	14. Зона водного транспорта
	15. Зона железнодорожного транспорта
	16. Зона автомобильного транспорта
	17. Зона садоводства
	18. Зона сельскохозяйственного производства
	19. Зона сельскохозяйственного использования
3. Зона застройки индивидуальными жилыми домами (12 % от общей площади)	20. Зона сельскохозяйственного назначения
	21. Зона природных территорий
	22. Рекреационная зона
	23. Зоны кладбищ
	24. Зона размещения коммунальных отходов
	25. Зоны режимных объектов ограниченного доступа
	26. Земли лесного фонда
	27. Ландшафтно-рекреационная зона

Исходя из анализа ПЗЗ, можно сделать вывод, что в городе Сокол многоквартирные дома можно строить преимущественно в трех основных зонах: зоне застройки малоэтажными жилыми домами (7 % от общей площади), зоне застройки среднеэтажными жилыми домами (4 % от общей площади) и зоне застройки индивидуальными жилыми домами (12 % от общей площади). В остальных 27 территориальных зонах строительство многоквартирных домов запрещено или сильно ограничено.

Таким образом, общественная география играет важную роль в обеспечении эффективного управления земельными ресурсами путем анализа пространственных аспектов собственности и предоставления информации для принятия обоснованных решений в области земельного хозяйства. Сочетание географического анализа, правовых механизмов и инструментов пространственного планирования позволяет рационально использовать земельные ресурсы, предотвращать конфликты интересов и обеспечивать устойчивое развитие территорий.

Список литературы

1. Определение возможностей застройки при планировании развития территории на основании комплексных кадастровых работы / Д. А. Заварин, А. А. Тесаловский, Ю. М. Авдеев [и др.]. // Экономика и предпринимательство. – 2019. – С. 322–326.

2. Матросова, Ю. А. Состояние геодезической сети г. Вологда на современном этапе / Ю. А. Матросова // Актуальные вопросы научных исследований: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции. – Саратов: Научно-образовательная платформа «Цифровая наука», 2023. – С. 349–354.

3. Мауткина В. Е. Виды разрешенного использования на сельскохозяйственных землях города Грязовец / В. Е. Мауткина // Сборники научных трудов по результатам работы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам». Том 3. Часть 1. Биологические науки. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2024. – С. 79–83.

4. Экология, окружающая среда и человек / Ю. М. Авдеев, А. В. Белый, В. В. Гассий [и др.]. – Нижний Новгород: Профессиональная наука, 2019. – 248 с.

5. Шарунова, Л. В. Использование открытых географических источников для целей кадастра / Л. В. Шарунова, Д. А. Заварин // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVII Международной научно-технической конференции, г. Вологда, 3 декабря 2019 г. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. – С. 151–153.

V. E. MAUTKINA

THE USE OF THE CARTOGRAPHIC COMPONENT OF THE RULES OF LAND USE AND DEVELOPMENT ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF GRYAZOVETS

Vologda State University
Vologda, Russian Federation,
leramautkina@gmail.com

Public geography is a key discipline for understanding the spatial aspects of land ownership and management and spatial planning of territories, taking into account socio-economic factors, as well as forecasting possible conflicts and problems in land management. In this article, we will consider the rules of land use and development of Socol and the possibility of building apartment buildings in the city.

Key words: Land resources, geography, land use, territorial zones, apartment buildings.

УДК 599.323.4:574.472:502.474

Е. И. МАШКОВ, И. А. КРИЩУК

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И БИОТОПИЧЕСКАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ВОСТОЧНОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
г. Минск, Республика Беларусь,
mashkov.evgenii25@gmail.com

На основании проведенных эколого-фаунистических исследований пойменных экосистем восточного региона Беларуси представлен анализ видового разнообразия, биотопической приуроченности мелких млекопитающих. За период исследований отработано 11 800 ловушко-суток и отловлено 884 особи мелких млекопитающих 14 видов. Фоновыми видами в исследуемом регионе открытых биотопов являются Sorex araneus, Microtus arvalis, Apodemus agrarius, в лесных биотопах – Myodes glareolus и Sylvaemus flavicollis. Среди малоизученных видов микромаммалий для восточного региона отмечены – Microtus agrestis, Sylvaemus uralensis и Neomys anomalus.

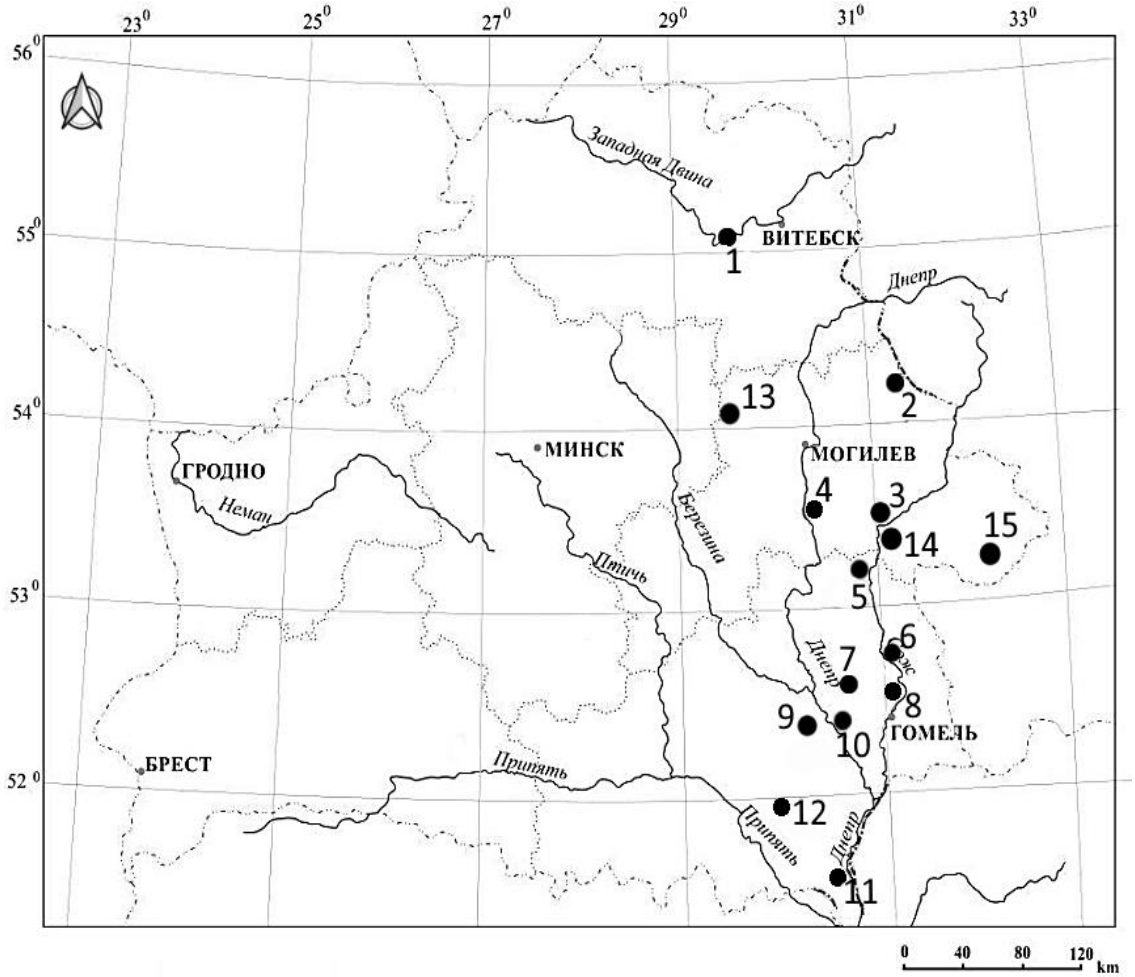
Ключевые слова: микромаммалии, биотоп, численность, популяция, индекс, Беларусь.

Являясь самой многочисленной группой из позвоночных животных, мелкие млекопитающие (грызуны и насекомоядные) на протяжении многих десятилетий служат объектами различных эколого-биологических исследований. Для территории Беларуси фаунистические аспекты мелких млекопитающих наиболее полно изучены для северного, центрального, юго-западного и юго-восточного регионов [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8]. Практически отсутствуют, или имеются лишь фрагментарно, данные о комплексных исследованиях восточного региона Беларуси – Витебской, Могилевской и Гомельской областей [6]. Имеющиеся данные не в полной мере описывают видовое разнообразие мелких грызунов и насекомоядных и их численность, что и послужило основой для проведения микротериологических исследований в указанном регионе.

Материалы и методы. В анализ данных включен материал, собранный в ходе учетных ловов мелких млекопитающих в летне-осенний период 2019–2023 гг., проведенных стандартной методикой ловушко-линий [10] в пойменных экосистемах на территории 13 административных районов (рисунок 1). За время проведения полевых работ, нами отработано 11 800 ловушко-суток (л.-с.). Отловлено 884 особи мелких млекопитающих.

Результаты исследования. За период проведения исследований мелких млекопитающих в исследуемых экосистемах восточного региона Беларуси нами было выявлено обитание 14 видов: полевка рыжая (*Myodes glareolus*), мышь желтогорлая (*Sylvaemus flavicollis*), мышь европейская (*Sylvaemus Sylvaticus*), мышь малая лесная (*Sylvaemus uralensis*), мышь полевая (*Apodemus agrarius),* полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*), полевка темная (*Microtus agrestis*), полевка-экономка (*Microtus oeconomus*), мышь-малютка (*Micromys minutus*), бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus*), бурозубка малая (*Sorex minutus*), бурозубка средняя (*Sorex caecutiens*), кутора обыкновенная (*Neomys fodiens*), кутора малая (*Neomys anomalus*).

Наибольшее количество зафиксированных видов в исследуемых экосистемах, отмечено на пойменном лугу (n = 13). В данном биотопе доминирующим видом является бурозубка обыкновенная (d = 0,34) (34 %). Многочисленным видом здесь выступает и мышь полевая, где ее доля составляет 24 % (рисунок 2).



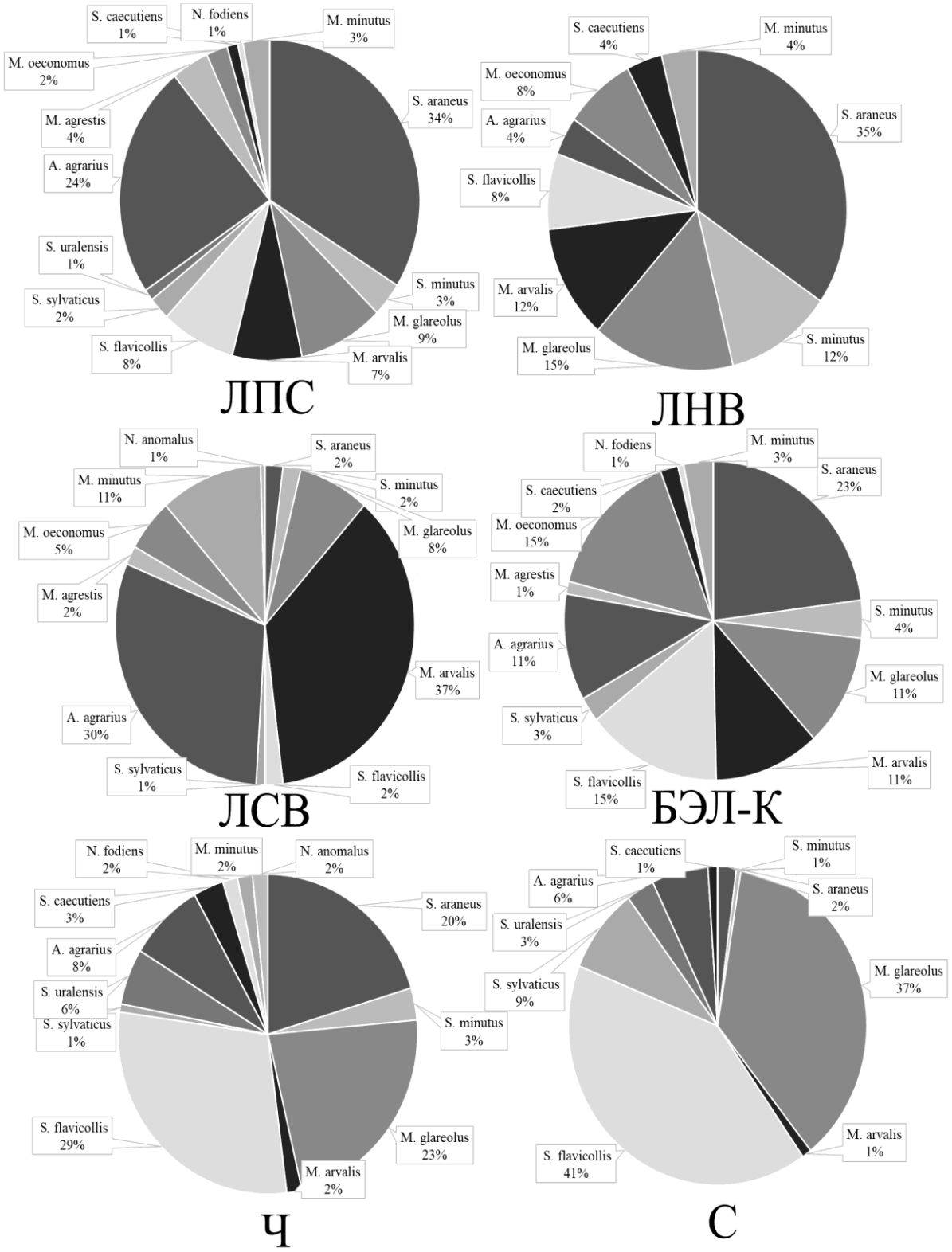
1 – окр. д. Яновиль, Шумилинский район, Витебская область;
2 – окр. д. Курманово, Чаусский район; 3 – окр. г. Славгород;
4 – окр. д. Прибор, Быховский район, Могилевская область;
5 – окр. д. Студенец, Кормянский район; 6 – окр. агр. Залесье, Чечерский район;
7 – окр д. Кошелево, Буда-Кошелевкий район; 8 – окр. д. Плесы, Гомельский район;
9 – окр. г. Речица; 10 – окр. д. Пескополье, Речицкий район;
11 – окр. д. Вялье, Брагинский район, Брестская область;
12 – окр. д. Бабчин, Хойникский район, Гомельская область;
13 – окр. д. Подор, Белыничский район; 14 – окр. д. Кремянка, Славгородский район;
15 – окр. д. Колодливо, Костюковичский район, Могилевская область.

Рисунок 1 – Места сбора полевого материала (2019–2023)

Беднее видовое разнообразие мелких млекопитающих отмечено в сосняке (n = 9) и на внепойменном низинном луге (n = 9). Следует отметить, что виды микромаммалий в данных биотопах представлены равнозначно (e = 0,86 и e = 0,87). При этом полевка рыжая (37 %) и мышь желтогорлая (41 %) выступают доминантами (рисунок 2).

На внепойменном суходольном лугу также можно выделить два вида-доминанта – мышь полевая (30 %) и полевка обыкновенная (37 %).

Среди отловленных мелких грызунов и насекомоядных в уловах были отмечены и малоизученные виды (полевка темная, мышь малая лесная, кутора малая). Информация по численности и распространению данных видов достаточна ограничена [7, 9]. Наиболее распространенным из указанных видов, является полевка темная. Реже в уловах отмечались мышь малая лесная и кутора малая.



ЛПС – луг пойменный сенокосный;
ЛВН – луг низинный внепойменный;
ЛСВ – луг суходольный, частично выпас;
БЭЛ-К – береговой экотон луг-канал;
Ч – черноольшанник; С – сосняк

Рисунок 2 – Видовая структура (%) ассоциации мелких млекопитающих в природных экосистемах восточного региона Беларуси

Полевка темная регистрировалась в 6-ти исследуемых районах (рисунок 1), однако ее численность значительно варьировала от биотопа к биотопу. Так, наименьшая численность вида (1,0–1,2, в среднем 1,06 особей на 100 л.-с.) отмечена на разнотравном внепойменном суходольном луге (2 %). В пойменных луговых экосистемах ее численность несколько выше (1,3–3,0, в среднем 2,13 особей на 100 л.-с.) (4 %).

В отношении мыши малой лесной можно сказать, что она регистрировалась в основном в лесных экосистемах (в среднем 1,95 и 2,17 особей на 100 л.-с. в ольшаннике (6 %) и сосняке соответственно (3 %). Также отмечены единичные регистрации в неспецифичных для данного вида биотопов (пойменный луг) (рисунок 2).

Согласно показателю степени биотопической приуроченности (*Fij*), значительное число видов мелких млекопитающих: (*S. flavicollis* (*Fij* = 0,6 в сосняке), *S. uralensis* (*Fij* = 0,74 в ольшаннике), *M. oeconomus* (*Fij* = 0,75 в экотоне) демонстрируют достаточно средний уровень эвритопности, присутствуя в экологически подходящих биотопах (таблица 1).

Таблица 1 – Степень относительной биотопической приуроченности (*Fij*) микромаммалий в восточном регионе Беларуси

Виды	Биотопы					
	ЛПС	ЛВН	ЛСВ	БЭЛ-К	Ч	С
S. flavicollis	–0,39	–0,38	–0,84	–0,26	0,41	0,6
S. sylvaticus	–0,05	–1	–0,53	–0,3	–0,43	0,66
S. uralensis	–0,29	–1	–1	–1	0,74	0,45
A. agrarius	0,23	–0,65	0,42	–0,49	–0,25	–0,45
M. arvalis	–0,36	–0,13	0,7	–0,05	–0,76	–0,87
M. agrestis	0,68	–1	–0,04	–0,02	–1	–1
M. oeconomus	–0,44	0,2	0,02	0,75	–1	–1
M. minutus	–0,44	–0,03	0,72	–0,04	–0,6	–1
M. glareolus	–0,33	–0,05	–0,44	–0,26	0,19	0,54
S. araneus	0,53	0,42	–0,82	0,37	–0,07	–0,94
S. minutus	0,22	0,68	–0,18	0,36	–0,43	–0,95
S. caecutiens	0,1	0,61	–1	0,24	0,44	–0,29
N. fodiens	0,3	–1	–1	0,42	0,59	–1
N. anomalus	–1	–1	0,48	–1	0,77	–1

Примечание: ЛПС – луг пойменный сенокосный, ЛВН – луг низинный внепойменный, ЛСВ – луг суходольный, частично выпас, БЭЛ-К – береговой экотон луг-канал, Ч – черноольшанник, С – сосняк

К наиболее эвритопным видам можно отнести полевку обыкновенную, полевку рыжую и бурозубку малую, так как они присутствуют во всех типах луговых и лесных биотопов, где численность их варьировала. Полевка обыкновенная более тяготеет к суходольным лугам (Fij = 0,7), хотя встречается на внепойменных низинных лугах (Fij = -0,13) и в береговом экотоне (Fij = -0,05). Полевка рыжая приурочена к лесным биотопам (чернольшанник и сосняк 0,19 и 0,54 соответственно). Наиболее предпочтительный биотоп для бурозубки малой – низинный луг.

В отношении малоизученных видов, можно сказать, что наиболее благоприятными для полевки темной являются открытые луговые биотопы (*Fij* = 0,68, *Fij* = –0,04, *Fij* = –0,02), которые создают благоприятные микроклиматические условия для существования не только данного вида, но и мелких млекопитающих в целом. Мышь малая лесная наиболее часто встречается в лесных экосистемах (*Fij* = +0,74 и *Fij* = +0,45). Регистрации куторы малой приурочены к влажным черноольшанникам восточного региона.

Заключение. Видовой состав мелких млекопитающих восточной части Беларуси представлен 14 видами. Доминирующими видами в исследуемых луговых битопах выступали обыкновенная бурозубка (35 %), обыкновенная полевка (37 %) и полевая мышь (30 %). В лесных экосистемах – мышь желтогорлая (41 %) и полевка рыжая (37 %). В сосняке (*n* = 9) и на внепойменном низинном луге (*n* = 9) отмечено наименьшее видовое разнообразие мелких млекопитающих, при этом виды в данных биотопах представлены равнозначно (*e* = 0,86 и *e* = 0,87). Из отмеченных нами малоизученных видов (полевка темная, мышь малая лесная, кутора малая) наиболее распространенным является полевка темная. Реже в уловах отмечались мышь малая лесная и кутора малая.

Список литературы

1. Блоцкая, Е. С. Популяционная экология мелких млекопитающих юго-западной и центральной Беларуси / Е. С. Блоцкая, В. Е. Гайдук. – Брест: Брест. гос. ун-т, 2004. – 187 с.
2. Гайдук, В. Е. Биоразнообразие мелких млекопитающих ГНП «Беловежская пуща» // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, окт. 2000 г. / Гомел. гос. ун-т; редкол.: А. Н. Кусенков (отв. ред.) [и др.]. – Гомель, 2000. – С. 16–17.
3. Гайдученко, Е. С. Формирование комплексов мелких млекопитающих долинных лесных экосистем юго-востока Белорусского Полесья / Е. С. Гайдученко // Веснік Мазырскага дзяржаунага педагагічнага ун-та імя І. П. Шамякіна. – 2013. − № 1 (38). – С. 9–14.
4. Гайдученко, Е. С. Численность биотопическое распределение мелких млекопитающих лесных массивов Гомельского Полесья / Е. С. Гайдученко // Diversitatea, valorificarea rationala si protectia animale lumii: Simpozion international consacrat celei de-a 70-a aniversari din ziua nasterii profesorului universitar Andrei Munteanu: colecţie de articole ştiinţifice / Institutul de Zoologieal ASM; resp. ed.: Mihai Papuc [şi alte]. – Chișinăv, Stiinta, 2009. – P. 52–55.
5. Крищук, И. А. Видовое разнообразие мелких млекопитающих пойменных экосистем Белорусского Полесья / И. А. Крищук, Е. С. Гайдученко // Веснік Мазырскага дзяржаунага педагагічнага ун-та Імя Шамякина. – 2012. − № 4 (37). – С. 25–31.
6. Машков, Е. И. Анализ численности и биотопической приуроченности представителей рода *Microtus* в луговых экосистемах Беларуси / Е. И. Машков // Молодежь в науке – 2020: тезисы докладов XVII Международной научной конференции «Молодежь в науке» (Минск, 22–25 сентября 2020 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, – 2020. – С. 168–171.
7. Машков, Е. И. Оценка плотности популяций видов рода Microtus долинных экосистем Беларуси / Е. И. Машков [и др.] // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А. А. Куляшова. Серыя В. Прыродазнаўчыя навукі. – 2019. – С. 96–109.
8. Соловей, И. А. Ландшафтно-биотопические различия и сезонно-межгодовая динамика ассоциации мелких грызунов в хвойно-мелколиственных комплексах Белорусского Поозерья: автореф. … дис. канд. биол. наук: 03.00.08. – Минск, 2005. – 21 с.
9. Шакун, В. В. Фауна млекопитающих Беларуси и ее изменения в 1961–2022 гг. / В. В. Шакун [и др.] // Природные ресурсы. 2023 – № (1). – С. 38–45.
10. Шефтель, Б. И. Методы учета численности мелких млекопитающих / Б. И. Шефтель // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2018. – №3. – С. 1–21.

E. I. MASHKOV, I. A. KRYSHCHUK

SPECIES DIVERSITY AND BIOTOPIC CONFINEMENT OF SMALL MAMMALS OF THE EASTERN REGION OF BELARUS

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, Minsk, Republic of Belarus,
mashkov.evgenii25@gmail.com

Based on the conducted ecological and faunal studies of floodplain ecosystems of the eastern region of Belarus, an analysis of species diversity and biotopic confinement of small mammals is presented. During the research period 11,800 trap days were worked out and 884 individuals of small mammals of 14 species were captured. The background species in the studied region of open biotopes are Sorex araneus, Microtus arvalis, Apodemus agrarius, in forest biotopes – Myodes glareolus and Sylvaemus flavicollis. Among the poorly studied species of micromammalia for the eastern region, Microtus agrestis, Sylvaemus uralensis and Neomys anomalus were noted.

Key words: micromammalia, biotope, abundance, population, index, Belarus.

УДК 632.7

А. И. МЕЛЬНИК, И. А. ДРЕЙМАН, Е. С. МАМОНТОВА

ПОВРЕЖДЕНИЕ ЭНТОМОВРЕДИТЕЛЯМИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», г. Красноярск, Российская Федерация, aleksandruna2013@gmail.com, dreiman_ia@sibsau.ru, eliz.mamontova@yandex.ru

Проведен анализ поврежденности группами энтомовредителей (филлофагами и ксилофагами) лесных насаждений на территории Красноярского края. Регистрация выполнялась за период с 2013 по 2022 гг., зафиксировано 1,7 млн. га повреждений. На долю хвое- и листогрызущих приходится 77,8 % или 1,3 млн. га, на долю стволовых вредителей – 22,2 % или 0,4 млн. га.

Ключевые слова: ксилофаг, филлофаг, насаждение, лесопатологический мониторинг, энтомовредитель, лесной район.

Лесные биогеоценозы являются наиболее важными компонентами единой глобальной экосистемы – биосферы. Зеленые насаждения выполняют разнообразные экосистемные функции: продуцирование кислорода, депонирование углерода, регулирование стока поверхностных и подземных вод, участие в поддержании благоприятного климата территории (снижение ветровой нагрузки, повышение влажности, сохранение температурного баланса), очищение от вредных примесей водных ресурсов, борьба с эрозионными процессами, самоочищение от болезнетворных микроорганизмов (фитонциды хвойных), поддержание биологического разнообразия организмов, являясь также средой обитания для превалирующей доли живых существ и много другое [1, 2, 3].

Однако, на сегодняшний день, наблюдается рост дигрессии лесопокрытых площадей из-за различных патогенных (эпифитории и энтомовредители), антропогенных, почвенно-климатических факторов, воздействий неблагоприятных погодных условий, а также пожаров [4].

Одной из репрезентативных территорий в отношении данной проблематики является Красноярский край, лесной фонд которого считается одним из самых крупных в Российской Федерации и насчитывает 158,7 млн. га, из них 105,0 млн. га приходится на лесопокрытые территории [5].

Согласно данным [6–15] составленным по материалам государственного лесопатологического мониторинга (ГЛПМ) за последнее десятилетие насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью числятся на территории более 21,8 млн. га (рисунок 1). В последние годы площадь поврежденных лесных насаждений приблизилась к пятимиллионному ущербу в год. При грубых расчетах с условием неизменного санитарного состояния, мы можем потерять весь лесной фонд за 20 лет.

Наиболее распространёнными причинами усыхания лесов за десятилетие (рисунок 2) являются лесные пожары (28,7–78,8 %) и повреждения насекомыми (19,3–65,2 %). В период с 2013 по 2017 гг. доли нарушений были равны между собой (30,0–40,0 %), и имели незначительный рост. С 2021 года насаждения горели на территории свыше 3,6 млн. га (67,1 % от всей площади нарушений), в то время как процент повреждений в следствии деятельности энтомовредителей равен 29,5 %. В 2022 году горимость повысилась еще на 11,6 %, а пострадали от насекомых около 1,0 млн. га (19,3 %).

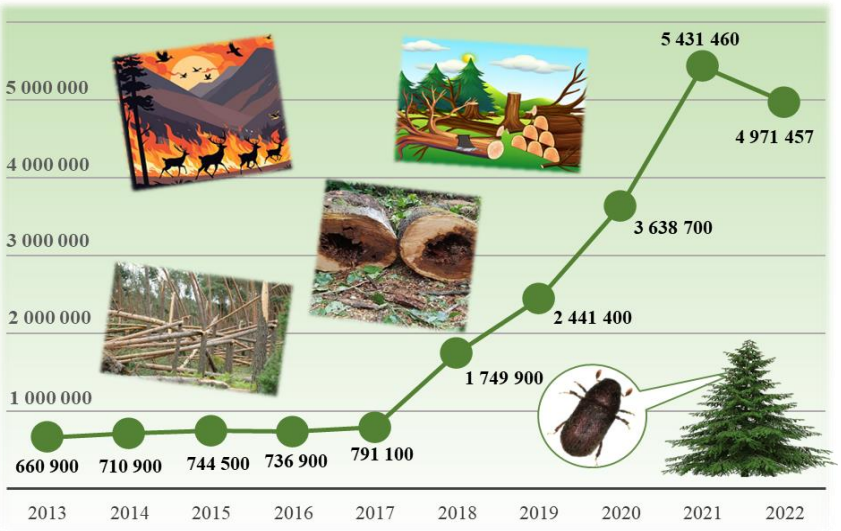


Рисунок 1 – Изменение в санитарном состоянии лесных насаждений Красноярского края за десятилетие (фото [16])

Рисунок 2 – Динамика повреждений насаждений Красноярского края от лесных пожаров и энтомовредителей

Причина такой перемены заключается во вспышке массового размножения сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetw.) в 2016 году и последовательного увеличения площади повреждений пихтовых древостоев, пораженных уссурийским полиграфом (*Polygraphus Proximus* Blandford) в период 2015–2018 гг. [17, 18].

Эти виды являются энтомовредителями в основном темнохвойных насаждений и относятся к разным группам: сибирский шелкопряд (*D. sibiricus* Tschetw.) к филлофагам, а уссурийский полиграф (*P. Proximus* Blandford) – ксилофагам. Данные группы наносят максимальный вред хвойным древостоям.

Следует осветить также два важных момента: хвойные породы не устойчивы к потере части ассимиляционного аппарата, в отличие от лиственных; и уссурийский полиграф (*P. Proximus* Blandford) является инвазивным видом азиатского происхождения, первичный ареал которого охватывает территорию Дальнего Востока, Северо-Восточного Китая, Корейский полуостров и острова Японии, где повреждает не так агрессивно насаждения [18].

Темнохвойные древостои Красноярского края оказались не устойчивыми к полиграфу уссурийскому (*P. Proximus* Blandford), в связи с чем вид начал повреждать здоровые насаждения и вытеснять аборигенные виды стволовых вредителей: большого черного елового усача (*Monochamus Urussovi* Fisch.), черного соснового усача (*M. Galloprovincialis* Oliv.) и других.

Насаждения, поврежденные энтомовредителями переходят в первых класс природной пожарной опасности (ППО) по шкале Мелехова И. С. (2007), что характеризуется

очень высокой ППО и возможностью возникновения низовых и верховых пожаров в течение всего пожароопасного сезона. Таким образом, при действии совокупности неблагоприятных климатических факторов следует ожидать значительного повышения горимости в лесных насаждениях с нарушенной устойчивостью [3].

В связи с вышесказанным, целью данной работы являлась оценка площади повреждений группами энтомовредителей (ксилофаги и филлофаги) лесных насаждений Красноярского края в период 2013–2022 гг., с точки зрения территорий, где в будущем могут возникнуть лесные пожары.

Территория Красноярского края располагается в Центральной и Восточной Сибири и относится к бассейнам рек Енисей и Обь. Край протянулся на 3000 км с юга на север и на 1 250 км с запада на восток [19]. Включает в себя 60 лесничеств на территории восьми лесных районов: Алтае-Саянский горно-лесостепной, Алтае-Саянский горно-таёжный, Западно-Сибирский средне-таежный равнинный, Западно-Сибирский южно-таёжный равнинный, Нижнеангарский таёжный, Среднесибирский плоскогорный таёжный, Среднесибирский подтаёжно-лесостепной и Среднесибирский район притундровых лесов и редкостойной тайги.

В течение десятилетия (2013–2022 гг.) на территории Красноярского края в общем повреждено насекомыми около 1,7 млн. га (рисунок 3) лесопокрытых площадей, согласно Государственным докладам «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» за исследуемый период [6–15]. Из них на долю филлофагов приходится 77,8 % или более 1,3 млн. га, а ксилофагов – 22,2 % (0,4 млн. га).

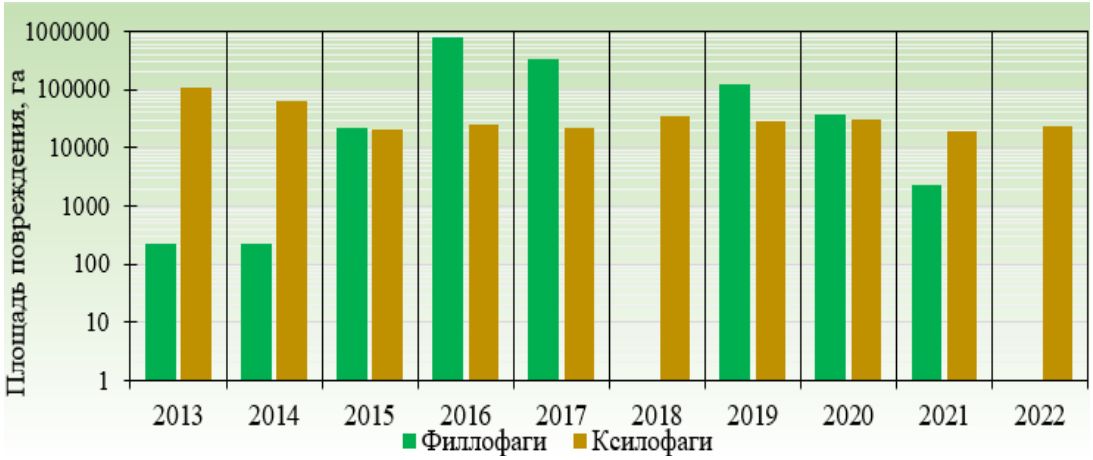


Рисунок 3 – Динамика площади повреждения насаждений группами энтомовредителей на территории Красноярского края

Наибольшая территория нарушений наблюдалась в 2016 г – 830,5 тыс. га, в момент вспышки массового размножения сибирского шелкопряда (*D. sibiricus* Tschetw.). Согласно докладу [9], 99,75 % нарушенной территории филлофагами в этом году приходится на этого вредителя. Вся площадь распределена между тремя лесничествами: Енисейское (606,1 тыс. га), Нижне-Енисейское (197,5 тыс. га) и Северо-Енисейское (205,1 га). Площадь в размере 1961,0 га повреждена непарным шелкопрядом (*Phalaena dispar* Linnaeus) и сосредоточена в Усинском лесничестве.

С 2019 г массовые очаги размножения сибирского шелкопряда (*D. sibiricus* Tschetw.) зарегистрированы в Ирбейском лесничестве – 108,2 тыс. га, но к 2022 г вспышка потухла.

Значительная площадь повреждений филлофагами приходится на 2013 и 2014 гг. (229,0) и представлена очагами распространения белой осиновой моли (*Phyllocnistis labyrinthella* Bjerk.) в Ермаковском и Кизирском лесничествах [6–15].

Максимальная территория, поврежденная стволовыми вредителями, по краю зарегистрирована в 2013 году – 110,6 тыс. га. В учет вошли насекомые из следующих семейств: короеды, усачи, златки, долгоносики, рогохвосты, древоточцы и стеклянницы. Наиболее пострадали Ирбейское (26,7 тыс. га) и Мотыгинское (36,7 тыс. га) лесничества, где основным вредителем считается усач черный еловый большой (*M. Urussovi* Fisch.). На его долю пришлось 57,3 % от всех повреждений ксилофагов в этом году.

Наименьшая площадь, поврежденная стволовыми вредителями, наблюдалась в 2021 г – 19,3 тыс. га, где на долю полиграфа уссурийского приходится 83,9 % нарушений, что демонстрирует вышеописанный тезис – данный вид вытесняет аборигенные виды вредителей. Например, в 2016 г доля повреждений этим видом составляла 47,8 %.

Также проанализированы лесохозяйственные регламенты всех лесничеств Красноярского края с целью выявления лесных районов наиболее подверженных нарушениям энтомовредителей (рисунок 4).

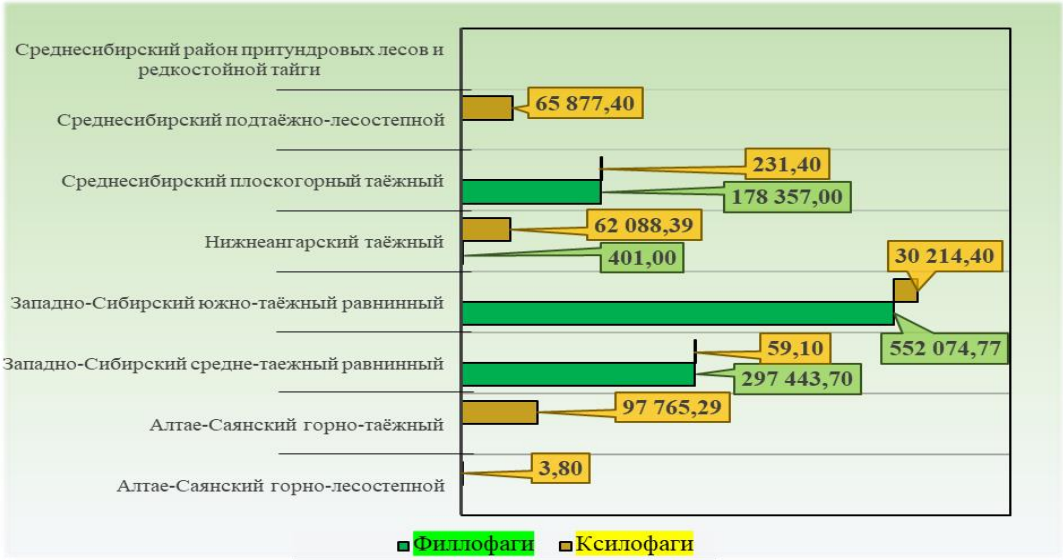


Рисунок 4 – Площадь, нарушенная группами вредителей в лесных районах Красноярского края

Анализ показал, что в Среднесибирском районе притундровых лесов и редкостойной тайги не выявлены очаги энтомовредителей, что связано с климатом территории.

Наибольшая площадь повреждений зарегистрирована в Западно-Сибирском южно-таёжном равнинном лесном районе – 582,2 тыс. га, где на долю филлофагов приходится 94,8 % и представлено очагами массового размножения шелкопряда сибирского (*D. sibiricus* Tschetw.) в Енисейском лесничестве. На долю ксилофагов приходится 5,2 % и представлено большей частью очагами полиграфа уссурийского (*P. Proximus* Blandford) – 79,4 %.

В Среднесибирском подтаёжно-лесостепном, Алтае-Саянском горно-таёжном и Алтае-Саянском горно-лесостепном районах очагов распространения филлофагов не обнаружено. Однако в двух первых районах самые большие территории поврежденных ксилофагами (рисунок 4). Алтае-Саянский горно-лесостепной, Западно-Сибирский средне-таежный равнинный и Среднесибирский плоскогорный таёжный лесные районы характеризуются древостоями наиболее слабо повреждаемые стволовыми вредителями.

Кроме этого рассчитан процент нарушений насекомыми в зависимости от площади, занимаемой каждым лесным районом. Самыми поврежденными по проведенным расчётам оказались Западно-Сибирский южно-таёжный равнинный (9,2 %) и Западно-Сибирский средне-таёжный равнинный (5,8 %) районы. Последний представлен одним лесничеством – Нижне-Енисейским, где главным вредителем является сибирский шелкопряд (*D. sibiricus* Tschetw.), на долю которого приходится 99,9 %.

По итогам проведенного анализа поврежденности энтомовредителями лесных насаждений на территории Красноярского края в течение десятилетия (2013–2022 гг.) можно сделать ряд выводов:

– за исследуемый период зарегистрировано около 1,7 млн. га лесопокрытых площадей, поврежденных энтомовредителями, из которых наиболее опасными видами являются *P. Proximus* Blandford и *D. sibiricus* Tschetw;

– большая часть повреждений приходится на филлофагов (77,8 %), представленных в основном одним видом – *D. sibiricus* Tschetw.;

– доля нарушений ксилофагами в 3,5 раз меньше и относится по большей части к повреждениям инвазивного вида – *P. Proximus* Blandford в среднем 72,4 % за период появления данного вида (2016–2022 гг.);

– отмечено повышение горимости в целом по Красноярскому краю сразу после возникновения очагов энтомовредителей;

– наблюдается вытеснение *P. Proximus* Blandford аборигенных видов стволовых вредителей (2016 г – 47,8 %; 2017 г – 47,5 %; 2018 г – 66,6 %; 2019 г – 88,5 %; 2020 г – 84,9 %; 2021 г – 83,9 %; 2022 г – 87,9 %);

– наибольшая территория нарушений насекомыми наблюдалась в 2016 г – 830,5 тыс. га, наименьшая в 2021 г – 21,6 тыс. га;

– наиболее повреждены филлофагами следующие лесничества: Енисейское, Нижне-Енисейское, Северо-Енисейское и Ирбейское;

– очаги стволовых вредителей агрессивнее действовали в Гремучинском, Пировском, Енисейском, Таёжинском, Уярском, Козульском и Большемуртинском лесничествах;

– самыми поврежденными оказались Западно-Сибирский южно-таёжный равнинный (9,2 %) и Западно-Сибирский средне-таёжный равнинный (5,8 %) лесные районы.

Исследование проводилось в рамках государственного задания, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, для реализации проекта «Динамика восстановления таежных лесов Центральной Сибири, нарушенных энтомовредителями» (№ FEFE–2024–0029) коллективом научной лаборатории «Лесных экосистем».

Список литературы

1. Косумов, Р. С. Лесные экосистемы как стабилизирующие факторы антропогенного воздействия на окружающую среду / Р. С. Косумов, М. Д. Демельханов. // Молодой ученый. – 2016. – № 3 (107). – С. 415–420.

2. Козлов, Н. В. Оценка запаса валежа в сосновых насаждениях подтаёжно-лесостепного района Средней Сибири / Н. В. Козлов, А. А. Вайс [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 6(132).

3. Спицына, Т. П. Лесогидрологические процессы в бассейнах малых рек предгорий Восточных Саян / Т. П. Спицына, Т. М. Куприянова, Е. А. Охримов // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6(105). – С. 28-34.

4. Буряк, Л. В. Оценка пожарной опасности и ее динамики в лесных районах Сибири / Л. В. Буряк, Е. А. Кукавская, В. А. Иванов [и др.] // Лесоведение. – 2021. – Т. 4, № 4. – С. 339–353.

5. Соколов, В. А. Лесные ресурсы Красноярского края: перспективы и ограничения использования / В. А. Соколов, О. П. Втюрина, Н. В. Соколова // Сибирский лесной журнал. – 2021. – № 4. – С. 24–33.

6. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году» – Красноярск, 2014.

7. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году» – Красноярск, 2015.

8. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2015 году» – Красноярск, 2016.
9. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2016 году» – Красноярск, 2017.
10. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2017 году» – Красноярск, 2018.
11. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2018 году» – Красноярск, 2019.
12. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2019 году» – Красноярск, 2020.
13. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2020 году» – Красноярск, 2021.
14. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2021 году» – Красноярск, 2022.
15. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2022 году» – Красноярск, 2023.
16. Изображения: Google Картинки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://images.google.com/?hl=ru. – Дата доступа: 20.04.2024.
17. Бакшеева, Е. О. Анализ горимости лесов Енисейского лесничества в период вспышки сибирского шелкопряда 2014–2018 гг. / Е. О. Бакшеева, А. С. Морозов, П. В. Михайлов, В. А. Иванов // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: материалы по итогам Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 02–04 сентября 2019 г. / ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева». – Красноярск, 2019. – С. 24–29.
18. Кривец, С. А. Трансформация таёжных экосистем в очаге инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири / С. А. Кривец, Э. М. Бисирова, И. А. Керчев [и др.] // Российский журнал биологических инвазий. – 2015. – Т. 8, № 1. – С. 41–63.
19. Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://old.bigenc.ru. – Дата доступа: 20.04.2024.

A. I. MELNIK, I. A. DREIMAN, E. C. MAMONTOVA

DAMAGE OF FOREST STANDS BY ENTOMO PESTS ON THE TERRITORY OF KRASNOYARSK REGION

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
Krasnoyarsk, Russian Federation,
aleksandruna2013@gmail.com, dreiman_ia@sibsau.ru, eliz.mamontova@yandex.ru

The analysis of damage by groups of entomo pests (phyllophagous and xylophagous insects) of forest stands in the Krasnoyarsk region was carried out. About 1,7 million hectares of damages were registered in the period from 2013 to 2022. Needle-eating and leaf-eating insects account for 77,8 % or 1,3 million hectares. Trunk pests while step past account for 22,2 % or 0.4 million hectares.

Key words: xylophagous, phyllophagous, forest stand, forest pathology monitoring, entomo pest, forest area

УДК 58.018

К. А. МЕЛЬНИК, Е. В. КАЛМЫКОВА

ОСОБЕННОСТИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СЕЯНЦЕВ *GLEDITSIA TRIACANTHOS*

ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград, Российская Федерация, melnik-k@vfanc.ru, kalmukova-ev@vfanc.ru

Биологические особенности корневой системы сеянцев Gleditsia triacanthos определяют возможность их эффективного многоцелевого использования в сухостепной зоне. Исследование проходили на территории ФНЦ агроэкологии РАН. Проанализированы биометрические показатели корневой системы сеянцев.

Ключевые слова: корневая система, Gleditsia triacanthos, сеянцы, засушливые условия, агролесомелиорация.

Режим покоя семян часто связан с характеристиками семенной оболочки и обусловлен непроницаемостью оболочки для воды или газов, механическим предотвращением удлинения корешка, предотвращением выхода ингибирующих соединений из зародыша или подачей ингибиторов в зародыш [2, 3, 4]. Характер непроницаемости семенной оболочки у *G. triacanthos* является барьером, как для поглощения воды, так и для поглощения кислорода. Поэтому семена *G. triacanthos* могут храниться длительное время, не теряя доброкачественность и всхожесть. Данный вид этим и уникален, ведь основным исходным материалом при размножении древесных растений являются семена. *Gleditsia triacanthos* рекомендуется для защитного лесоразведения и озеленения населенных пунктов в сухостепной зоне, используется как главная порода в полезащитных лесных полосах, придорожных посадках, приовражных лесных насаждениях. При озеленении населенных пунктов ее высаживают в городских парках [1, 5].

Целью исследования было проанализировать особенности корневой системы сеянцев *G. triacanthos* и оценить перспективность их использования в агролесомелиративных мероприятиях в качестве посадочного материала.

На территории ФНЦ агроэкологии РАН проводились наблюдения за сеянцами *Gleditsia triacanthos* в 2023 году, большое внимание выделялось корневой системе, как важнейшему механизму роста и развития проростков. Корневая система *Gleditsia triacanthos* изучалась по следующим признакам: длина боковых корней и наибольшая глубина проникновения. Изучение динамики боковых корней показало, что их рост прекращается в периоды жаркой и сухой погоды. Максимальная длина боковых корней сеянцев за месяц достигала 6,0 см, когда высота надземной части – 31,2 см (таблица 1).

У 14 % экземпляров не наблюдались боковые корни, данные сеянцы чувствовали себя угнетенно, главный корень плохо развивался и в результате растение не смогло пройти благополучно все этапы развития сеянцев (рисунок 1).

Сеянцы *Gleditsia triacanthos* в 30-дневном возрасте имеют корни, проникающие на незначительную глубину. Повышение температуры способствует энергичному росту вглубь. Боковые ответвление корней в этом возрасте не сильно изменяются, но происходит интенсивное образование массы мочковатых корней, также утолщается стержневой корень, что влияет на водный баланс сеянцев.

Таблица 1 – Корневая система сеянцев *Gleditsia triacanthos* в 30-дневном возрасте

Gleditsia triacanthos	Высота надземной части, см	Корневая система, см	
		наибольшая глубина проникновения	длина боковых корней
Минимальное значение	6,1	5,0	0,5
Максимальное значение	31,2	11,4	6,0
Среднее значение	27,1	9,0	4,2

Главный корень *Gleditsia triacanthos* в первый год вегетации может проникать в среднем вглубь на 102 см в естественных условиях. Боковые корни начинаются на 2–3 см ниже корневой шейки. Ниже главный корень разветвляются на многочисленные мелкие корни (рисунок 2).

А Б

А – сеянец *Gleditsia*, которые имеют боковые корни;
Б – сеянец *Gleditsia* без боковых корней

Рисунок 1 – Корневая система сеянцев *Gleditsia triacanthos* 30 – дневном возрасте

Рисунок 2 – Сеянец *Gleditsia triacanthos*
в первый год вегетации в естественных условиях

Многие ученые относят род *Gleditsia* к семейству бобовых, поэтому возникает вопрос о фиксации им азота. Наличие клубеньков не обнаружено в корневой системе *Gleditsia triacanthos*, так как стенка корневых волосков достаточно утолщена и ассимиляция азота у данного рода не происходит.

Сеянцы *Gleditsia triacanthos* показали развитую и мощную корневую систему, это говорит о высоком уровне экологической пластичности данного вида. *Gleditsia triacanthos* потенциально может произрастать в засушливых условиях в разных агролесомелиоративных районах Волгоградской области.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00273, https://rscf.ru/project/23-26-00273.

Список литературы

1. Дудина, А. А. Исследование морфологических и биометрических характеристик семян *Gleditsia triacantos* для улучшения их посевных качеств / А. А. Дудина, А. А. Околелова // Научно-агрономический журнал. – 2023. – № 2 (121). – С. 22–27. – DOI 10.34736/FNC.2023.121.2.004.22-27. – EDN SUBLDG.

2. Использование гуминовых препаратов для выращивания посадочного материала древесных растений в аридном регионе / А. К. Романенко, А. В. Солонкин, А. С. Соломенцева, С. А. Егоров // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 6 (221). – С. 2–15. – DOI 10.32417/1997-4868-2022-221-06-2-15. – EDN NVYQKJ.

3. Комплексная оценка сеянцев *Robinia pseudoacacia* L. в орошаемом питомнике для использования в лесоразведении и озеленении на территории Нижнего Поволжья / Е. В. Калмыкова, П. А. Кузьмин, К. А. Мельник, Д. В. Сапронова // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 38-42. – DOI 10.28983/asj.y2022i11pp38-42. – EDN ATQULH.

4. Особенности роста робинии псевдоакации в условиях степной зоны / Н. В. Иванисова, Р. Г. Седой, О. И. Бабошко, Л. В. Куринская // Лесоведение. – 2021. – № 3. – С. 240–249. – DOI 10.31857/S0024114821030062. – EDN FRZKRO.

5. Семенютина, А. В. Стадии формирования сеянцев различных видов рода *Gleditsia* в сухостепных условиях / А. В. Семенютина, К. А. Мельник // Наука. Мысль: электронный периодический журнал. – 2021. – Т. 12, № 2. – С. 52–63. – DOI 10.25726/m0430-7560-8054-y. – EDN RRURLZ.

K. A. MELNIK, E. V. KALMYKOVA

FEATURES OF THE ROOT SYSTEM OF *GLEDITSIA TRIACANTHOS* SEEDLINGS

Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Amelioration and Protective Forestry of the Russian Academy of Sciences and protective afforestation of the Russian Academy of Sciences,
Volgograd, Russian Federation,
melnik-k@vfanc.ru, kalmukova-ev@vfanc.ru
,

The biological features of the root system of Gleditsia triacanthos seedlings determine the possibility of their effective multipurpose use in the dry steppe zone. The research took place on the territory of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences. Biometric indicators of the root system of seedlings are analyzed.

Key words: root system, Gleditsia triacanthos, seedlings, arid conditions, agroforestry.

УДК 556.36(476)

Е. М. МИШУКОВА

РОДНИКИ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА КАК РЕСУРС КАЧЕСТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

УО «Барановичский государственный университет»,
г. Барановичи, Республика Беларусь,
eliza30-04@mail.ru

В статье рассмотрена более детально проблема о качестве питьевой воды в Республике Беларусь и Барановичском районе, а также о ее рациональном использовании и доступности для населения исследуемого региона. Особое внимание уделяется таким водным объектам, как родники. Наиболее значимые из них в Барановичском районе могут послужить ресурсом качественной питьевой воды для местных жителей. Однако их нынешнее экологическое состояние постепенно ухудшается.

Ключевые слова: антропогенный фактор, качественная питьевая вода, экологическое состояние, родники, водный объект, Барановичский район.

На сегодняшний день более 40 % населения планеты страдает от нехватки качественной питьевой воды. Антропогенный фактор, т.е. деятельность человека, больше всего влияет на некачественное водоснабжение, нерациональное использование пресной воды. К наиболее распространённым факторам, оказывающих негативное влияние на различные водные объекты, относятся: промышленное загрязнение водных объектов, выброс сточных вод, нерациональное использование водных объектов в качестве теплоотвода и др. В данной статье особое внимание уделяется таким водным объектам, как родники, рассмотрено качество воды в них.

Качество питьевой воды в Республике Беларусь по данным Всемирной организации здравоохранения соответствует критериям безопасности. Исследование проводилось по микробиологическим показателям, не соответствующих гигиеническим нормативам и по санитарно-химическим показателям, не соответствующих гигиеническим нормативам [3]. Однако нынешнее экологическое состояние многих водных объектов в стране постепенно ухудшается, что может привести к снижению данного показателя. Решение этой проблемы необходимо затрагивать, в первую очередь на локальном уровне, так как поверхностные и подземные воды в разных регионах имеют свои особенности.

На территории Барановичского района расположено большое количество родников. Родник – это естественный выход подземных вод на поверхность земли или под водой. Родники могут быть холодными или горячими, постоянными или временными. На изучаемой территории встречаются только холодные родники. Температура воды круглый год колеблется в пределах от 2 до 10 °С. Это обуславливает их отличительную особенность от других типов водотоков и водоемов. Делятся родники на три вида: лимнокрен, реокрен и голокрен [2].

Наиболее важные родники находятся вблизи населенных пунктов. Среди них особое внимание уделяется таким родникам, как родниковый комплекс Тартаки, родник Тартаки-Катихин, родник Басины-Лесной, родник в окрестностях деревни Добрый Бор, родник Мурованка-1, родник Лявонавы крыніцы, родник Сунгловщина, родник Ярошево-2, родник Тиунцы, родник Ясенец [2].

На сегодняшний день не каждый житель мелких населенных пунктов имеет доступ к качественной питьевой воде по различным причинам (экономическим, экологическим и др.). Сделать колодец на территории без помощи специалиста достаточно сложно, ведь

обычный человек не знает, где именно залегают подземные воды. Также достаточно распространенной проблемой является заиливание колодцев. Именно поэтому большое внимание стоит уделять родникам, которые могут стать ресурсом получения качественной питьевой воды круглый год.

Экологическое состояние родников с каждым годом постепенно ухудшается. В некоторых родниковых экосистемах Барановичского района проводились измерения следующих параметров: pH, электропроводность, общее содержание солей [1]. Родники загрязняются мелкими бытовыми отходами, начинают зарастать и обмельчать. Подземные воды, которые выходят на поверхность, проходят естественную очистку под действием гравия и песков. Как правило, родниковая вода из экологически чистого проверенного источника практически не нуждается в очистке. Именно поэтому родники могут стать полезным и доступным источников питьевой воды для жителей близ лежащих населенных пунктов.

В черте города Барановичи есть и другие значимые водные объекты: два озера (Светиловское и Жлобинское) и река Мышанка. Их экологическое состояние на сегодняшний день не совсем благоприятное. Значительное влияние оказывает антропогенный фактор. В городе достаточно большое количество промышленных предприятий (ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение», КУПП «Водоканал» г. Барановичи и др), которые в какой-то степени влияют на загрязнение этих объектов (выброс сточных вод). Также остро стоит проблема о нерациональном использовании реки Мышанка. Единственным официальным местом купания в городе является водохранилище Мышанка. Число отдыхающих в жаркие летние дни здесь большое. Антропогенная нагрузка с каждым годом увеличивается, что негативно влияет на данную экосистему.

Очистка родников в Барановичском районе, а также озер и водохранилища Мышанка поспособствует улучшению состояния водных экосистем, которые непосредственно влияют на состояние питьевой воды в городе. Это также предоставит населению города и района качественную питьевую воду, которая необходима всем для нормальной жизнедеятельности.

Привлечение широкой общественности — это также один из методов решения данной проблемы. В связи с этим в работу можно внедрить различные экоклиннинговые акции на всех уровнях с участием студентов высших учебных заведений, учащихся школ, работников различных организаций и предприятий (БРСМ, Белая Русь, ССО и другие). Для того, чтобы повысить интерес молодежи к данной проблеме, следует популяризировать различные плоггинг-забеги, волонтерские летники в особо охраняемых природных территориях нашей страны (например, национальный парк «Браславские озера», республиканский заказник «Ельня» и другие), чистые игры, и все то, что будет не только положительно влиять на экологическое состояние водных объектов, но и при этом эмоционально удовлетворять молодежь.

Такой род деятельности на локальном уровне в городе Барановичи и Барановичском районе уже осуществляется студентами-геоэкологами Барановичского государственного университета при поддержке кафедрой естественнонаучных дисциплин. Например, за последние три года были проведены следующие мероприятия: Республиканское экологическое мероприятие «Мы заботимся» (собрано 259 кг отходов на о. Жлобинское в городе Барановичи), экоклининговая акция «Чистые игры» в окрестностях д. Павлиново – очистка родников (700 л мусора), очистка родников в окрестностях деревни Подгорная, очистка от мусора берегов различных водоемов и многое другое.

Список литературы

1. Вода питьевая. Методы определения жесткости: ГОСТ 31954-2012. – Введ. 03.12.2012. – М.: Стандартинформ, 2018. – 18 с.

2. Рындевич, С. К. Таксономический состав беспозвоночных родников Барановичского района как показатель их экологического состояния / С. К. Рындевич, В. Н. Зуев, Ю. А. Кухарева. – Барановичи: Вестник БарГУ, 2022. – 18 с.

3. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.who.int/ru. – Дата доступа: 08.04.2024.

E. M. MISHUKOVA

SPRINGS OF BARANOVICHI DISTRICT AS A RESOURCE OF QUALITY DRINKING WATER

Baranovichi State University,
Baranovichi, Republic of Belarus,
eliza30-04@mail.ru

The article examines in more detail the problem of the quality of drinking water in the Republic of Belarus and the Baranovichi region, as well as its rational use and accessibility for the population of the region under study. Particular attention is paid to water bodies such as springs. The most significant of them in the Baranovichi region can serve as a resource of high-quality drinking water for local residents. However, their current ecological condition is gradually deteriorating.

Key words: anthropogenic factor, high-quality drinking water, ecological state, springs, water body, Baranovichi district.

УДК 624.131

В. Л. МОЛЯРЕНКО

ТИПИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ РЕЛЬЕФА И ОТЛОЖЕНИЙ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
molyarenko-vova@bk.ru

Предприятия горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности Республики Беларусь представляют собой комплексы карьерных, шахтных и других хозяйств, объединенных в единую инфраструктуру. Практически вокруг каждой крупной горной выработки формируется локальное хозяйство, даже комплексы локальных хозяйств, связанных широкой сетью дорог и продуктопроводов.

Ключевые слова: рельеф, типизация источников, морфолитогенез, морфоскульптура, флювиальные процессы.

Функционирование глубоких карьеров и шахт обычно требует складирования в отвалы больших объемов пустой породы, создания мощных и сложных дренажных систем. Нередко в районах добычи осуществляется первичная переработка полезных ископаемых, работают горно-обогатительные комбинаты, значительные площади заняты хвостохранилищами и шламонакопителями.

В районах добычи и переработки полезных ископаемых, происходит серьезная трансформация геологической среды, в результате техногенного воздействия, что в дальнейшем способствует активизации морфолитогенных процессов, определяет формирование негативной эколого-геологической обстановки. Типизация источников техногенного воздействия на геологическую среду является важным компонентом изучения техногенного морфолитогенеза [1].

Основными источниками воздействия на геологическую среду являются: здания, цеха и производственные сооружения, коммуникации, отвалы и терриконы, карьеры, шахты, горные выработки, взрывные работы, горные комбайны, экскаваторы, комбинаты, рудники, строительство шламонакопители, хвостохранилища, водозаборы, ЛЭП, электрическое оборудование цехов, шахт, рудников, электротранспорт и др.

Типизация источников техногенных воздействий на геологическую среду проведена на основании специфики (механизма) воздействия. Среди них: механическое, гидромеханическое, гидродинамическое, электромагнитное, физико-химическое; химическое. Воздействие источников техногенной трансформации осуществляется либо путем прямого физического изменения геологической среды, либо через формирование различных полей техногенного происхождения.

Источники, оказывающие прямое механическое, или гидромеханическое воздействие выделяются с учетом симметрии «прямого» и «обратного» действия. В частности, это уплотнение – разуплотнение, аккумулятивный – выработанный рельеф и т. д. Объекты, влияющие на экологические функции геологической среды посредством электрических, магнитных или электромагнитных полей воздействуют непосредственно лишь на вещественные элементы геологической среды: горные породы и подземные воды и не влияют на рельеф и геодинамику территории. Источники, оказывающие химическое воздействие, влияют лишь на вещественные компоненты геологической среды и не влияют

непосредственно на рельеф и геодинамические процессы. Происходит химическое загрязнение массивов горных пород, поверхностных и подземных вод. Вид воздействия выделяется по конкретному техногенному влиянию, оказываемому тем или иным источником, раскрывающим его индивидуальность.

Анализ морфолитогенных особенностей исследуемых территорий показал, что для данной территории, испытывавшей в плейстоценовое время неоднократные оледенения характерно преобладание реликтовой ледниковой морфоскульптуры, представленной краевыми напорно-аккумулятивными возвышенностями, водно-ледниковыми равнинами, озерно-ледниковыми низинами, камово-озовыми комплексами. Типы и формы ледникового рельефа сложены отложениями гляциогенной формации, которые представлены моренными и водно-ледниковыми накоплениями. Широко распространены отложения криогенной формации. В современном рельефе они представлены пологоволнистыми, плоскими равнинами и низинами, осложненными эоловыми комплексами и заболоченными массивами. В позднем плейстоцене – голоцене происходит активное преобразование реликтового ледникового рельефа и накопление отложений термогенной формации. Установлено, что ведущую роль играют флювиальные процессы, представленные единым эрозионно-аккумулятивным циклом [2].

Трансформация морфолитогенных и геохимических процессов в зоне влияния анализируемых объектов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности приводит к преобразованию морфолитогенной основы, связано со строительством дорог, непосредственной разработкой минерального сырья, промышленным строительством, формированием техногенных грунтов, положительных и отрицательных форм рельефа, и развитием современных геологических процессов снижающих экологическую стабильность ландшафтов.

Примером проявления морфолитогенных и геохимических процессов может служить санитарно-защитная зона Гомельского химического завода. Здесь в наибольшей степени проявляется нарушение ресурсной, геохимической и геодинамической функций геологической среды. Это выражается прежде всего в воздействии на геолого-геоморфологическую основу ландшафтов, что привело к изменению свойств и морфологии основных природных компонентов, возникновению и развитию геодинамических процессов. Преобразование рельефа выражено в формировании положительных и отрицательных техногенных форм в пределах санитарно-защитных зоны. Среди техногенных положительных форм доминирующими являются отвалы фосфогипса, занимающие площадь около 1 км^2. Прочие положительные формы включают единичные линейные объекты – дамбу обвалования и насыпи автодорог для движения технического транспорта. Отрицательные техногенные формы представлены карьерными водоемами и системой канав, которые расположены по периферии отвалов. Развитие рельфообразующих процессов в пределах территории размещения отвалов фосфогипса происходит под влиянием экзогенных агентов. На открытой поверхности отвалов активно протекают водно-эрозионные процессы. В результате образовалась ручейковая сеть в виде промоин, достигающих ширины от первых десятков сантиметров до 1–2 м. Через ручейковую сеть на прилегающие территории выносится с твердым стоком значительное количество фосфогипса с отвалов. На склонах отвалов формируются разнообразные виды гравитационных процессов, проявляющиеся в виде оплывин и осыпей, развитие которых обусловлено различными уклонами поверхности отвалов, их экспозицией и условиями увлажнения. В понижениях рельефа получили развитие процессы подтопления и заболачивания. В зоне подтопления наблюдается уменьшение проективного покрытия (до 30–40 %) и мозаичность растительного покрова.

Установлено, что геохимическое преобразование геологической среды санитарно-защитной зоны Гомельского химического завода обусловлено, прежде всего, миграцией химических веществ (сульфатов, фосфатов) из отвалов фосфогипса в результате процессов

физического и химического выветривания. В результате чего грунты, растительность поверхностные и подземные воды подвергаются значительному химическому воздействию, что приводит к их существенной деградации. В почвах, подтопленных загрязненными водами, отмечается увеличение минерализации (в 9,6 раз по сравнению с фоном), содержания сульфат-иона (в 9,1 раза), содержания фосфора фосфатного (в 50 раз), содержания азота аммонийного (в 4,8 раза), содержания иона алюминия (в 5 раз); снижается pH (в 1,3 раза). Процесс подтопления загрязненными водами диагностируется с помощью фитоиндикации. Среди поверхностных водных объектов наибольшее загрязнение характерно для приемников поверхностного стока с отвалов фосфогипса (стокоотводящие канавы, пруды). Вода в них, как правило, характеризуется сильнокислой pH 1,5–2,5. Максимальные концентрации среди загрязняющих веществ характерны для фосфат-иона. В пределах размещения отвалов фосфогипса и их ближайшей периферии наблюдается устойчивое во времени загрязнение грунтовых и напорных подземных вод сульфатами, фосфатами и азотом аммонийным, которые превышают ПДК в десятки и сотни раз.

Таким образом, результаты исследований на примере Гомельского химического завода показали, что в пределах влияния объектов горно-химического производства происходит многолетняя трансформация рельефа и отложений.

Список литературы

1. Матвеев, А.В. Рельеф Белоруссии / А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, Р.И. Левицкая. – Мн.: Университетское, 1988. – 320 с.

2. Галкин, А.Н. Особенности формирования природно-технических систем на территории Беларуси и их типизация / А.Н. Галкин // Літасфера. – 2008. – № 1. – С. 126–140.

V. L. MOLYARENKO

TYPICATION OF SOURCES OF TECHNOGENIC TRANSFORMATION OF RELIEF AND SEDIMENTS IN AREAS OF MINING AND PROCESSING MINERAL RESOURCES IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
molyarenko-vova@bk.ru

Enterprises of the mining and mining processing industries of the Republic of Belarus are complexes of quarries, mines and other farms, united into a single infrastructure. A local economy is formed around almost every large mine working, even complexes of local farms connected by a wide network of roads and product pipelines.

Key words: relief, typification of sources, morpholithogenesis, morphosculpture, fluvial processes.

УДК 528.47

Н. М. МОРОЗОВ

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗАДАЧ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ РЕЛЬЕФА ДНА В АРКТИКЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
morozov.nikolay1998@mail.ru

В работе рассмотрены основные виды задач, возникающие при восстановлении подводного рельефа по результатам гидрографической съемки. Тема работы связана с задачами, реализация которых предусмотрена планом развития Северного морского пути, утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации 1 августа 2022 года. Автор дает общую классификацию задач по восстановлению рельефа дна в зависимости от способа съемки. Определены основные направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: Северный морской путь, интерполяция, экстраполяция, арктическое судоходство, восстановление рельефа дна, гидрографическая изученность.

Перед Российской Федерацией стоит глобальная задача по промышленному освоению Арктики. Одно из ведущих мест в комплексе государственных мероприятий по решению данной проблемы занимает научно-техническое освоение Северного морского пути (СМП). Превращение трассы СМП в постоянно действующую, круглогодичную транспортную магистраль является приоритетной и стратегической задачей, решение которой позволит связать по кратчайшему расстоянию Атлантический и Тихий океан. На данном этапе устойчивый круглогодичный транспортный поток организован только в Карском море [3]. Навигация в остальных частях Арктики осложнена несколькими причинами. К основным следует отнести наличие обширных мелководных участков, тяжелые гидрометеорологические условия, необходимость модернизации ледокольного флота и недостаточная гидрографическая изученность.

Подробность съемки рельефа дна отдельных участков СМП, которые в основном расположены в Центральной и Восточной части трассы не удовлетворяет требованиям Международной гидрографической организации (МГО) [6]. Так согласно шестой редакции стандартов МГО на гидрографические съёмки S-44 фарватеры, рекомендованные пути, гавани, стоянки судов с глубинами менее 40 и 100 метров относят к эксклюзивной и особой категории. Обследование подводного рельефа данных районов должно выполняться путем площадного обследования, с гарантией обнаружения подводных объектов размером от 1 куб. м.

С 2011 году в акватории СМП выполняется площадное обследование с использованием многолучевых эхолотов. Тем менее доля съемок с различной дискретностью, полученных путем ледового, маршрутного и промера однолучевым эхолотом по системе параллельных галсов остается достаточно большой в акватории СМП. Часть рекомендованных маршрутов, включая высокоширотную трассу, используемую для эксплуатации судов с большой осадкой, содержат области с недостаточной гидрографической изученностью, вплоть до «белых пятен» со средним глубинами менее 30 метров. Такие участки представляют серьезную угрозу для безопасности арктического судоходства. На рисунке 1 показан фрагмент акватории Восточно-Сибирского моря с рекомендованными маршрутами и областями, где отсутствует систематический промер.

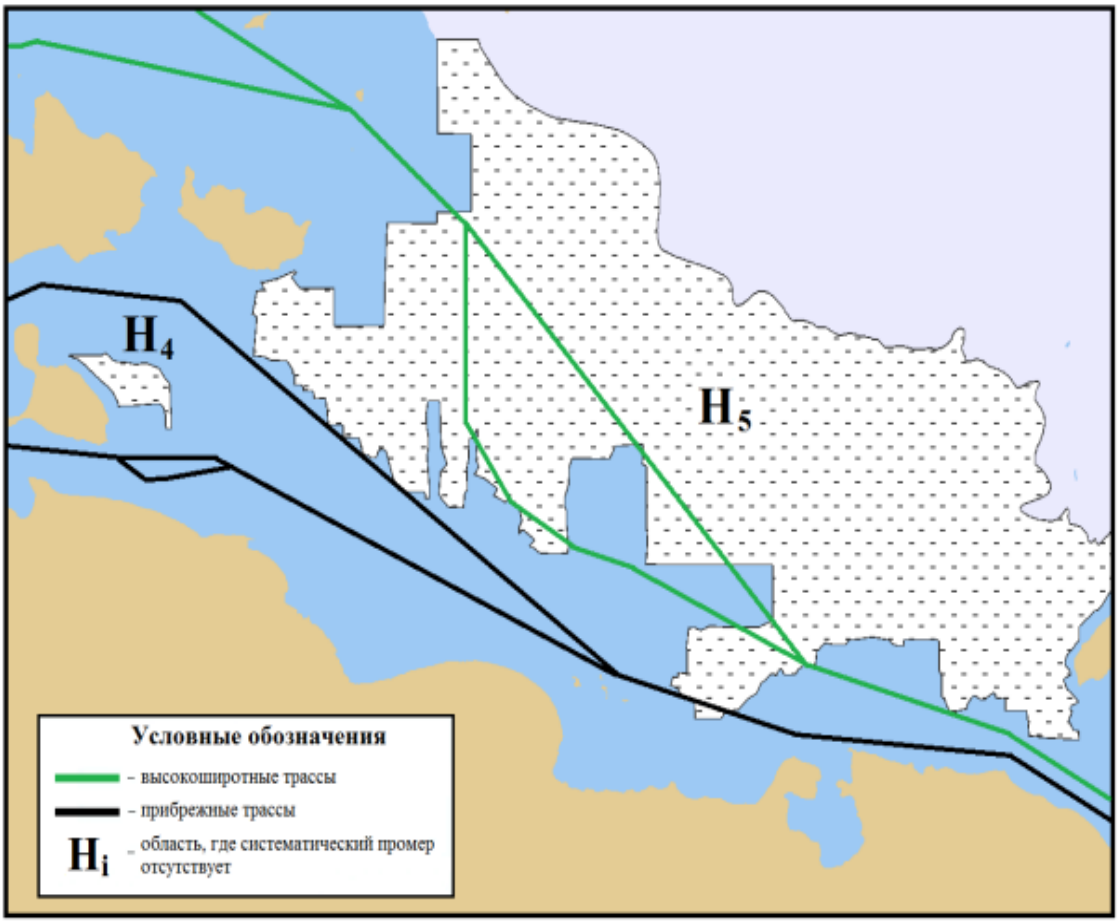


Рисунок 1 – Фрагмент акватории Восточно-Сибирского моря

Учитывая отклонения судов от рекомендованных маршрутов, достигающие 30 морских миль [2], увеличение грузооборота по Северному морскому пути и короткую навигацию для выполнения изыскательских работ, задача восстановления рельефа по результатам гидрографических съемок приобретает стратегическое значение для обеспечения безопасности мореплавания по СМП.

В данной работе под термином восстановление или реконструкция рельефа дна понимается процесс его моделирования или отдельных частей, например, локальных поднятий по измеренному параметру в области, где промер не выполнялся или производился с определенной дискретностью. В обобщенном виде эту задачу следует записать следующим образом:

$$\varepsilon_{\text{восст}} = F\left(\varepsilon_{\text{изм}}, \varepsilon'_{\text{изм}}, \tau\right)\#1,$$

где $\varepsilon_{\text{изм}}$ – измеренные значения параметра;

$\varepsilon'_{\text{изм}}$ – измеренные значения производных от параметра;

$\varepsilon_{\text{восст}}$ – значения параметра, полученные при реконструкции;

τ – плановые координаты, определяющий положение измеренного параметра.

Если рассматривать частные случаи данного вида задач, то их следует разделить на две большие категории. К первой относится процедура интерполяции, когда восстановление происходит в районе, где производился промер с определенной дискретностью, например, рельеф дна реконструируется в междугалсовом пространстве. Вторая категория – это процедура экстраполяции, когда восстановление происходит за пределами области промера.

При выполнении съемки рельефа дна измеряется один параметр – глубина. Однако стоит заметить, что в зависимости от средств обследования дна сети могут быть образованы системами точек, линий или полос. Следовательно, задачи по реконструкции подводного рельефа по материалам гидрографических работ можно поделить на четыре класса и записать в виде формулы:

$$Z \in (D, O, M, S),$$

где D – задачи реконструкции подводного рельефа по результатам гидрографической съемки, образующей системы точек;

O – задачи восстановления по результатам съемки, полученной по системе параллельных галсов, образующих линии;

M – задачи реконструкции подводного рельефа по данным площадного обследования (многолучевой эхолот, интерферометр, батиметрический лидар), образующие полосы;

S – задачи смешанного вида, когда параметр восстанавливается по результатам различного типа съемок.

Стоит заметить, что в работе рассматриваются только задачи восстановления рельефа дна, зависящие от конфигурации измерительных сетей – дискретные, линии или полосы при интерполяции, и общие задачи экстраполяции для навигационно-гидрографического обеспечения безопасности судоходства.

Дискретные съемки образуют набор точек, в которых измерена глубина. Данный класс характерен при производстве ледового промера. Задача при восстановлении рельефа сводится к нахождению глубины между соседними точками, либо экстраполяции поля глубин по результатам промера.

В гидрографии наибольшее распространение получили измерительные сети, образованные системой параллельных галсов. Учитывая этот факт, задачи класса O сводятся к восстановлению информации о рельефе дна в междугалсовом пространстве. Заметим, что решение задач восстановления зависит не только от используемого оборудования, но и от аппроксимации самого подводного рельефа. Профессор А. И. Сорокин для этой задачи предложил использовать характеристики случайных функций [5]. Такая аппроксимация позволяет представить подводный рельеф в виде случайного поля, стационарного типа. С точки зрения гидрографического обеспечения судоходства при решении проведении экстраполяции и интерполяции наиболее значение имеет корректность восстановления наименьших глубин в районе. Учитывая эту особенность в работах профессора А. Л. Тезикова используется аппроксимация локальных поднятий дна сферическими сегментами на плоскости. Это позволяет при решении задач восстановления рельефа перейти к методам стоахостической геометрии. Процедура экстраполяции будет выполняться, как и в случае с декретными съемками в два этапа. На первом будет произведена интерполяция глубин в междугалсовом пространстве. Это позволит наилучшем образом понять морфометрические характеристики подводного рельефа, которые будут в последующем использованы во время процедуры экстраполяции. Второй шаг включает в себя экстраполяцию.

В работе [4] показывается, что для выполнения площадного обследования хотя бы десятикилометровой полосы вдоль всей трассы СМП потребуется произвести около 400 тыс. линейных километров съемки. Для увеличения скорости обследования авторами предложена методика, основанная на системе параллельных полос с фиксированным междугалсовым расстоянием, которое зависит от морфометрических свойств рельефа. В этом случае возникает задача получения информации о рельефе дна в междугалсовом пространстве. Вторая задача связана с экстраполяцией глубин. Примером задачи экстраполяции в гидрографии является нахождение предельного отклонения судна от обследуемой полосы, одно из решений которой рассмотрено в кандидатской диссертации И. Ю. Королева.

Следующей актуальной и распространенной задачей, относящийся к классу М является интерполяция глубин «белых пятен». Такие районы могут достигать значительных размеров.

Проблема безопасной навигации в Арктике неразрывна связана с решением комплекса задач по восстановлению рельефа дна, которые включают в себя задачи интерполяции гидрографических данных с междугалсовым расстоянием, экстраполяции данных в целях расширения зоны обследования дна, и выявление опасных поднятий дна.

Решение указанных задач позволит повысить безопасность Арктического судоходства, а как следствие создание условий для реализации инвестиционных проектов [1].

Список литературы

1. Андреева, Е. В. Использование фазовых диаграмм при выборе оптимальных маршрутов в акватории Севморпути / Е. В. Андреева, А. Л. Тезиков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2023. – Т. 15. – № 3. – С. 335–343. DOI: 10.21821/2309- 5180-2023-15-3-335-343.

2. Исаулова, К. Я. Исследование маршрутов движения крупнотоннажных судов в Восточном секторе акватории Северного морского пути / К. Я. Исаулова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2020. – Т. 12. – № 4. – С. 726–733. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-4-726-733.

3. Ольховик, Е. О. Анализ скоростных режимов СПГ-танкеров в акватории Северного морского пути в период зимней навигации 2017–2018 гг. / Е. О. Ольховик // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2018. – Т. 10. – № 2. – С. 300–308. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-2-300-308.

4. Решетняк, С. В. Метод повышения эффективности гидрографического обследования высокоширотных трасс Северного морского пути / С. В. Решетняк, А. Л. Тезиков // Геодезия и картография. – 2011. – №6. – С. 45–49

5. Сорокин, А. И. Гидрографические исследования Мирового океана / А. И. Сорокин. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 286 с.

6. IHO Standards for Hydrographic Surveys. – 6.1.0 Edition. – Monaco: International Hydrographic Bureau, 2022. – 52 с.

N. M. MOROZOV

THE MAIN TYPES OF TASKS IN THE RESTORATION OF THE BOTTOM RELIEF IN THE ARCTIC BASED ON THE RESULTS OF HYDROGRAPHIC WORK

Admiral S. O. Makarov State University of Marine and River Fleet,
St. Petersburg, Russian Federation,
morozov.nikolay1998@mail.ru

The paper considers the main types of tasks that arise during the restoration of underwater relief based on the results of hydrographic surveys. The topic of the work is related to the tasks, the implementation of which is provided for in the development plan of the Northern Sea Route, approved by the decree of the Government of the Russian Federation on August 1, 2022. The author gives a general classification of tasks for restoring the bottom relief, depending on the method of shooting. The main directions of further research have been identified.

Key words: Northern Sea Route, interpolation, extrapolation, Arctic navigation, restoration of the bottom relief, hydrographic study.

УДК 631.412

Р. А. МУКАБЕНОВА[1], С. С. МАНДЖИЕВА[1, 2], Н. В. ДЖИМБЕЕВ[1],
А. А. БУЛУКТАЕВ[1], А. Б. АДЬЯНОВА[1]

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ КЕТЧЕНЕРОВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

[1]ФГБУН «Калмыцкий научный центр Российской академии наук»,
г. Элиста, Российская Федерация,
Raisa.mukabenova@mail.ru,
[2]ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

В настоящей работе были представлены некоторые физико-химические свойства почв Кетченеровского района: органическое вещество, значения pH, обменного кальция, магния и их карбонаты.

Ключевые слова: Республика Калмыкия, гумус, обменные катионы, реакция среды, карбонаты.

Введение. В настоящее время деградация и сокращение земельных ресурсов охватывают все больше территории во всем мире и наиболее остро проблемы проявляются в аридных регионах [5]. В условиях резко-континентального климата, безводности территории, нерационального использования пастбищ, повышенной антропогенной нагрузки на засушливых землях Калмыкии происходят активные деградационные процессы [1, 7], которые ухудшают многие физико-химические свойства почв, в т. ч. содержание гумуса, который является одним из основных факторов плодородия почвы [10, 11, 12]. В связи с этим наше исследование было направлено на оценку физико-химических свойств почв селитебных территорий Республики Калмыкия, в том числе и для Кетченеровского района, т. к исследуемый район занимает лидирующие позиции по количеству крестьянско – фермерских хозяйств и личного подсобного хозяйства [3, 9].

Территория Кетченеровского района располагается на западе Калмыкии, на стыке двух природных зон: степной и полупустынной, западная часть расположена на Ергенинской возвышенности, восточная – в Прикаспийской низменности [6, 14]. В исследуемом районе широкое распространение получили светло-каштановые почвы в комплексе с солонцами, которые расположены на склонах и водоразделах [2, 8]. Агропромышленные предприятия Кетченеровского района нацелены на выращивание крупного рогатого скота калмыцкой породы и овец тонкорунной породы [16].

Материалы и методы. В настоящей статье приводятся материалы сезонных экспедиций, которые проходили в период с осени 2020 г. по декабрь 2021 г. на территории Кетченеровского района Республики Калмыкия.

Объектом исследования являются почвы 8 населенных пунктов Кетченеровского района: Бургсун, Гашун-Бургуста, Годжур, Ергенинский, Кегульта, Кетченеры, Тугтун, и Шин-Мер) (рисунок 1).

Площадки мониторинга закладывались в 500 м от границы селитебной зоны (фоновые зоны). Отбор проб почв проводился методом конверта с поверхностного слоя 0–20 см [15]. С каждой мониторинговой площадки было отобрано по 3 почвенных образца, которые были смешаны для получения комбинированной пробы почвы. В образцах почв производилось определение содержания органического углерода почв по методу И. В. Тюрина в модификации Симакова [13] анализ водной вытяжки потенциометрическим методом в соотношении почва: вода 1:5 [14], содержание CO_2 карбонатов, обменного кальция и магния по методу Гиссинга в модификации Тюрина [4].

Рисунок 1 – Расположение мониторинговых площадок

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ данных лабораторных исследований почвенных образцов на содержание органического углерода показал, что почвы характеризуются как малогумусные (менее 3 %). Диапазон содержания органического углерода на территории Кетченеровского района колеблется от 0,31 % до 1,89 % (таблица 1) Максимальные значения (1.89 %). зафиксированы в окрестностях населенного пункта Кегульта, наименьшее его содержание отмечено на территории населенного пункта Годжур (0,37 %), расположенный в 82,5 км к северу от столицы республики. Для почв данного района свойственна в основном щелочная реакция (pH > 8) почвенного раствора, однако встречается и нейтральная реакция, вблизи населенного пункта Кегульта (7,8 ед.).

Результаты средних значений, минимального и максимального содержания обменных катионов, ошибка средней и стандартное отклонение представлены в таблице1.

Таблица 1 – Свойства почв населенных пунктов Кетченеровского района

Место отбора	С орг. %	pH, ед.	Ca^{+2} (мг-экв/100 г)	Mg^{+2} мг-экв/100 г	Ca^{+2}		Mg^{+2}		SD (станд.откл)	
					Min	Max	Min	Max	Ca^{+2}	Mg^{+2}
1. п. Бургсун	1,21	8,2	38,0	12,0	37,8	38,2	11,9	12,2	0,2	0,17
2. п. Гашун-Бургуста	0,58	8,0	40,0	8,0	39,8	40,2	7,9	8,1	0,2	0,10
3. п. Годжур	0,37	8,3	36,0	16,0	35,9	36,1	15,8	16,2	0,10	0,20
4. п. Ергенинский	0,94	8,3	40,0	12,0	39,7	40,3	11,9	12,1	0,30	0,10
5. п. Кегульта	1,89	7,8	40,0	2,00	39,9	40,1	1,9	2,1	0,10	0,10
6. п. Кетченеры	1,30	8,5	48,0	8,0	47,8	48,2	7,9	8,1	0,20	0,10
7. п. Туттун	0,69	8,5	40,0	14,0	39,7	40,3	13,9	14,1	0,30	0,10
8. п. Шин-Мер	0,33	8,5	32,0	24,0	31,9	32,1	23,7	24,2	0,10	0,26

В светло-каштановых почвах Кетченеровского района содержание кальция в пахотном слое находится в пределах от 32 мг-экв/100 г до 48 мг-экв/100 г, ионов магния не превышает 24 мг-экв/100 г.

Результаты содержания карбонатов кальция и магния представлены на рисунке 2.

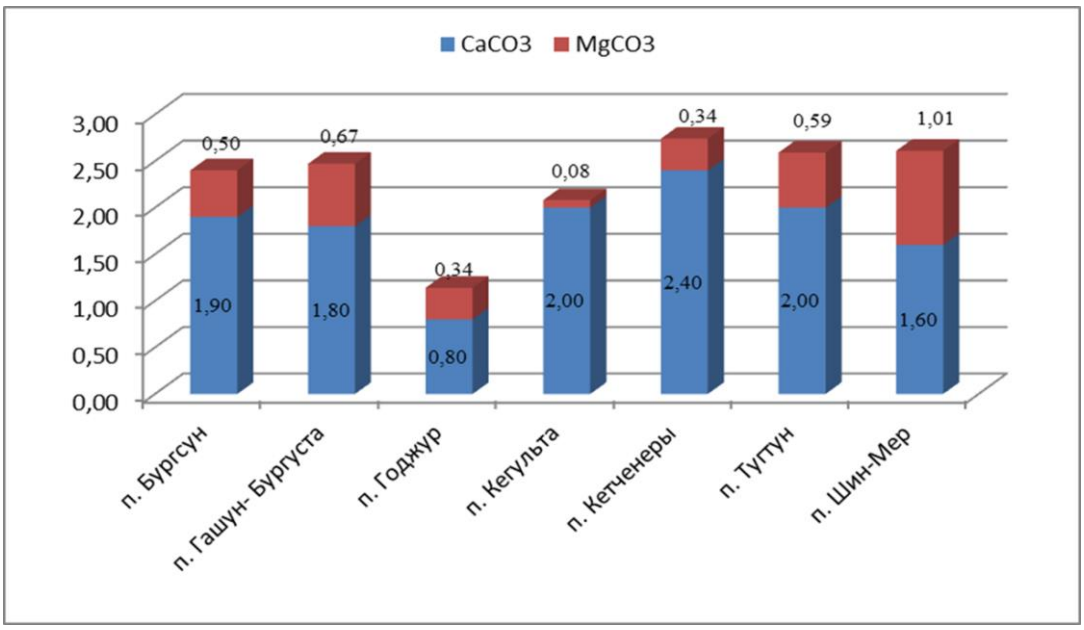


Рисунок 2 – Содержание карбонатов в почвах Кетченеровского района

По степени карбонатности почвы – малокарбонатные, распределение содержания карбонатов в почвах площадок мониторинга составляет до 2,40 % для $CaCO_3$, до 1,01 % для $MgCO_3$.

Заключение. Анализ почвенных образцов показал, что почвы Кетченеровского района бедны гумусом, по степени гумусированности относятся к малогумусовым. В результате исследования кислотности почв установлено, что реакция почвенного раствора в верхних горизонтах почв Кетченеровского района колеблется от нейтральной (7,8 ед.) до щелочной (8,5 ед.).

Содержание карбонатов в почвах вблизи населенных пунктов Кетченеровского района невысокое, содержание $CaCO_3$ колеблется в пределах 0,80–2,40%, содержание $MgCO_3$ – от 0,08–1,01 %.

Финансирование. *Исследование проведено в рамках государственной субсидии – проект «Ассиметрично развивающиеся территории перед традиционными и новыми вызовами: исследование динамики социально-экономических процессов и изменчивости экологической ситуации» (№ госрегистрации: 122022700133-9) (2022–2026 гг.).*

Список литературы

1. Бакинова, Т. И. Почвы Республики Калмыкия / Т. И. Бакинова, Н. П. Воробьева, Е. А. Зеленская. – Элиста: СКНЦ ВШ, 1999. – 115 с.

2. Бананова, В. А. Антропогенное опустынивание аридных территорий Калмыкии / В. А. Бананова. В. А. – Новочеркасск: ЮФ ВИСХАГИ, 1989. – 44 с.

3. Борликов, Г. М. Экология. Природопользование аридных территорий / Г. М. Борликов, О. А. Лачко, Т. И. Бакинова. – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2000. – 99 с.

4. Воробьева, Л. А. Теория и практика химического анализа почв / Л. А. Воробьева. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.

5. Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство) / редкол.: Р. С.-Х. Эдельгериев [и др.]. – Москва: МБА, 2021. – 700 с.

6. Григорьев, А. А. Краткая географическая энциклопедия / А. А. Григорьев. Том 3. – М.: Советская энциклопедия, 1962. – 584 с.

7. Дедова, Э. Б. Деградация земель Республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления / Э. Б. Дедова, Б. А. Гольдварг, Н. Л. Цаган-Манджиев // Аридные экосистемы. – 2020. Том 26. – №2 (83). – С. 63-71.

8. Доклад о состоянии и использовании земель в Республике Калмыкия в 2020 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1658650864&tld=ru&lang=ru&name=Калмыкия%20доклад%20за%202020.doc&text. – Дата доступа: 23.04.2023 г.

9. Инвестиционный паспорт Кетченеровского районного муниципального образования Республики Калмыкия [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?url=yabrowser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRXlUFoewruCCY2Ng3yhc8zHnTDEuDX1mC8jHyeLIuGDxkRurFDvuPpRkeqNLMTOa8Hi5EUAe1eWY_zx2hqL7KXdHsuKfwI4iuQOPGCzgsnTyEl0nu_8Q8RSx54TvoJBm4CJZfoSwg%3D%3D%3Fsign%3DpQ30yTdAGS9Lk345betprUVSY6dK8HeQSwtWP_7UE5E%3D&name=c_usersandreydesktopinvest.-strategiyainvesticionnyy-pasport.doc&nosw=1. – Дата доступа: 23.04.2023 г.

10. Лыков, А. М. Гумус и плодородие почвы / А. М. Лыков. – М: Московский рабочий, 1985. – 192 с.

11. Наука и образование в жизни современного общества: материалы Международной научно-практической конференции, 30 декабря 2014 г. / Редкол.: С. В. Аксенов [и др.]. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. –162 с.

12. Перекрестов, Н. В. Сохранение и восстановление плодородия почв в агроландшафтах Нижнего Поволжья: учеб.-метод. пособие / Н. В. Перекрестов. – Волгоград, 2016. – 188 с.

13. Почвы. Методы определения органического вещества: ГОСТ 26213-91. – Москва: Издательство стандартов, 1992. – 8 с.

14. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки: ГОСТ 26423-85. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 6 с.

15. Почвы. Отбор проб: ГОСТ Р 58595-2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 6 с.

16. Хаджиева, В. В. Проведение локального почвенно-экологического мониторинга сельскохозяйственных земель Республики Калмыкия / В. В. Хаджиева, З. Б. Бадмаева // Вестн. Калм. гос. ун-та. 2012. – №3 – С. 20–26.

R. A. MUKABENOVA[1], S. S. MANDZHIEVA[1, 2], N. V. DZHIMBEEV[1],
A. A. BULUKTAEV[1], A. B. ADYANOVA[1]

[1]Kalmyk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
Elista, Russian Federation,
Raisa.mukabenova@mail.ru,
[2]Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation

ASSESSMENT OF CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS IN THE KETCHENEROVSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

In this work, some physico-chemical properties of the soils of the Ketchenerovsky district were presented: organic matter, pH values, exchangeable calcium, magnesium and their carbonates.

Key words: Republic of Kalmykia, organic carbon, exchange cations, medium reaction, carbonates.

УДК 622

Е. Ю. НАРЫЖНОВА[1], Н. Ю. ЛОЙКО[2], А. В. МАХНАЧ[2]

ДЕТАЛИЗАЦИЯ СТРОЕНИЯ ПРОДУКТИВНОЙ ТОЛЩИ ЛИНЗЫ МЕЛА № 9 МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КОЛЯДИЧИ-II» С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ GOLDEN SOFTWARE SURFER

[1]Белорусский национальный технический университет,
e.naryzhnova@bntu.by,
[2]УО «Национальный детский технопарк»,
г. Минск, Республика Беларусь

В статье рассматривается процесс создания цифровой модели линзы мела № 9 месторождения «Колядичи-II» для детализации строения продуктивной толщи с помощью современного геоинформационного комплекса Golden Software Surfer.

Ключевые слова: мел, месторождения, геоинформационная система, цифровая модель.

Меловые месторождения Республики Беларусь представляют собой значительные источники сырья для различных отраслей промышленности, включая строительство, производство цемента, химическую промышленность и сельское хозяйство. Созданная цифровая модель месторождения для детализации строения продуктивной толщи является важным инструментом для геологического и геотехнического исследования месторождений полезных ископаемых. Цифровая модель меловых карьеров позволяет лучше понять структуру и свойства месторождения, оптимизировать процессы добычи и обработки полезных ископаемых, а также прогнозировать возможные проблемы или риски при их использовании. Кроме того, цифровая модель может быть использована для принятия решений в области планирования горнодобывающей деятельности.

Месторождения мела и мергеля приурочены к меловым отложениям Могилёвской и Гродненской областей. Разведано 40 месторождений сырья, которое идёт на производство извести, цемента, шифера. Крупнейшие из них: Коммунарское (Костюковичский район), Каменка (Кричевский район), Колядичи (Волковысский район), Песчаная Гора (Климовичский район) (рисунок 1). Суммарные запасы – около 270 млн т.

Рисунок 1 – Месторождения глин, мела и мергеля на территории Республики Беларусь

Исследуемое месторождение «Колядичи-II» расположено в Волковысском районе Гродненской области. Состоит оно из 15 линз-отторженцев мела и 9 линз- отторженцев глины, чередующихся между собой. Наиболее крупные по размерам и запасам линзы мела No 8, 9, 10 и 14 расположены в южной части месторождения. Объектом наших работ является линза мела N 9. В геоструктурном отношении район месторождения «Колядичи-II» приурочен к юго-западному склону Центрально-Белорусского кристаллического массива Белорусской антеклизы. В геологическом строении месторождения мела «Колядичи-II», в том числе и линзы No 9, принимают участие меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения.

Линза No 9 является меловым отторженцем, сложенная мелом белого цвета с сероватым, желтоватым или пятнистым оттенком, плотным с включениями кремния. Кремень имеет спорадическое распространение. В меловой толще иногда отмечается его цепочкообразное залегание. Вскрытая мощность мела на линзе изменяется от 6,2 м до 57,0 м. Данные отложения являются полезным ископаемым.

Для создания цифровой модели использовалась геоинформационная система Golden Software Surfer. Surfer является универсальным инструментом, с помощью которого можно создавать реалистичные трехмерные модели месторождений полезных ископаемых. Для создания визуализации месторождения был создан сеточный файл (с помощью метода Кригинг) [1]. Для создания сеточного фала было необходимо первоначально получить базу данных исходных данных. В данную базу входила информация о координатах скважин, отметка устья, мощности вскрыши и полезного ископаемого.

На базе созданного сеточного файла были построены различные 2-ух и 3-ех мерные карты, включая и цифровую модель линзы месторождения (рисунки 2, 3).

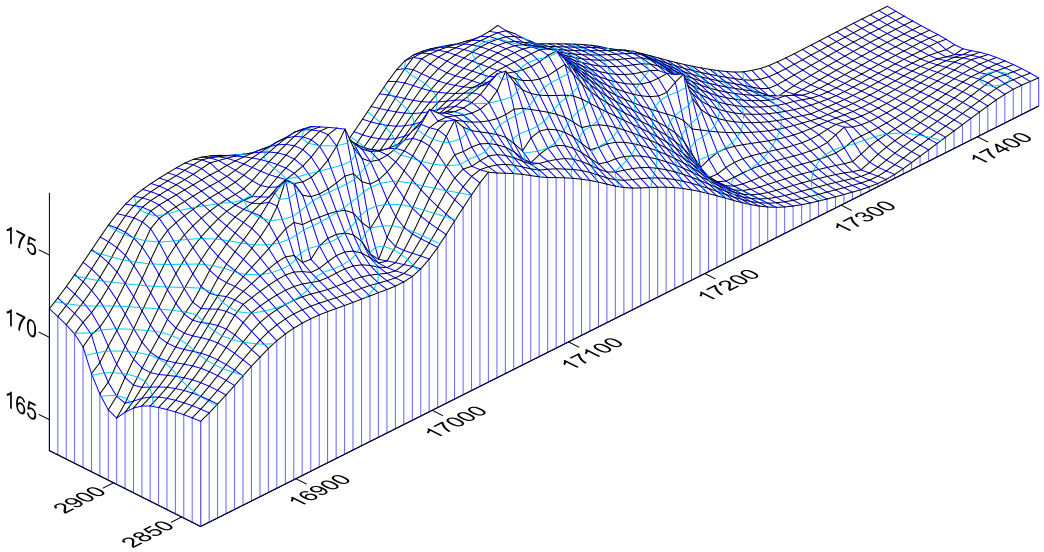


Рисунок 2 – Каркасная модель линзы № 9

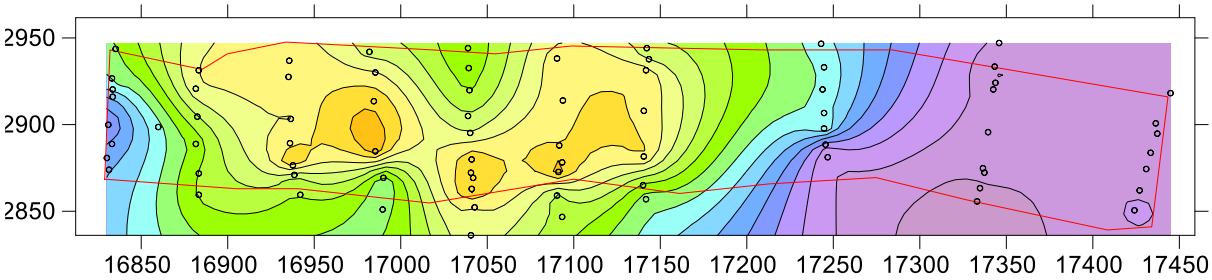


Рисунок 3 – Контурная карта поверхности

Созданная цифровая модель линзы мела поможет в дальнейшем при выборе направления разработки месторождения [2], а также повысит эффективность нахождения объемов вскрышных пород и полезной толщи месторождения. Современные геоинформационные системы являются надежным и простым инструментом, используемые горными инженерами для решения различных задач.

Список литературы

1. Оника, С. Г. Геоинформационные системы в горном деле: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / С. Г. Оника, Е. Ю. Нарыжнова, Е. В. Бильдюк. – Минск: БНТУ, 2023. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/handle/data/130179. – Дата доступа: 21.01.2024.

2. Оника, С. Г. Проектирование карьеров: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / С. Г. Оника, А. К. Гец, П. В. Цыбуленко. – Минск: БНТУ, 2021. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/handle/data/95891. – Дата доступа: 21.01.2024.

E. Y. NARYZHNOVA1[1], N. Y. LOIKO[2], A. V. MAKHNACH[2]

DETAILING THE STRUCTURE OF THE PRODUCTIVE THICKNESS OF THE CHALK LENS NO. 9 OF THE KOLYADICHI-II DEPOSIT USING THE GOLDEN SOFTWARE SURFER GEOINFORMATION SYSTEM

[1]Belarusian National Technical University,
e.naryzhnova@bntu.by,
[2]National Children's Technopark,
Minsk, Republic of Belarus

The article discusses the process of creating a digital model of the chalk lens №. 9 of the "Kolyadichi-II" deposit to detail the structure of the productive stratum using the modern geoinformation complex Golden Software Surfer.

Key words: chalk, deposits, geoinformation system, digital model.

УДК 556.16

А. А. НАСИБУЛЛИНА

АНАЛИЗ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕКИ УРШАК МЕТОДОМ РЕАЛЬНОГО ГОДА

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,
г. Уфа, Российская Федерация,
algina.nasibullina@bk.ru

По имеющимся данным среднемесячных расходов воды р. Уршак – с. Ляхово за 1949–2021 гг. был выполнен расчет внутригодового распределения стока методом реального года для годов разной водности. Данное исследование актуально тем, что учет внутригодовой изменчивости речного стока необходим при планировании мероприятий по улучшению экологических условий реки и при реализации рационального использования и охраны водных ресурсов

Ключевые слова: река Уршак, внутригодовое распределение стока, метод реального года, водохозяйственный год, лимитирующий период, лимитирующий сезон.

Результаты изучения внутригодового распределения стока реки Уршак имеют значения при планировании мероприятий, направленных на улучшение экологического состояния, и реализации рационального использования и охраны водных ресурсов реки Уршак. Изучение внутригодового распределения стока реки Уршак необходимо при анализе риска снижения минимального расхода воды относительно величины, которая необходима для надежной работы всех водопользователей, при оценке возможности сезонного превышения среднего месячного расхода воды (по отношению к региональному фону) и соответствующих экономических ущербов. На основании расчетов внутригодового распределения стока могут устанавливаться водохозяйственные параметры: гарантированная отдача воды, выработка электроэнергии, регулирующая емкость водохранилищ.

Исток реки Уршак расположен в Стерлибашевском районе Республики Башкортостан к юго–западу от деревни Ирекле. Протекает река с юго–запада на северо–восток по территории районов Республики Башортостан: Стерлибашевского, Стерлитамакского, Миякинского, Альшеевского, Аургазинского, Давлекановского, Кармаскалинского, Чишминского и Уфимского. На 504 км от устья Уршак впадает в реку Белая с левого берега. Длина реки составляет 193 км, при этом образуется общее падение, равное 295 м, средний уклон – 1,5 % и средневзвешенный уклон – 0,5 %. Площадь водосбора достигает 4 230 км², густота речной сети небольшая (0,24 км/км²), средняя высота – 198 м. [1, 2].

По имеющимся данным среднемесячных расходов воды р. Уршак – с. Ляхово за 1949–2021 гг. был выполнен расчет внутригодового распределения стока методом реального года [3] для очень маловодного года ($P \geq 83{,}3$ %), маловодного года ($66{,}7\ \% \leq P < 83{,}3\ \%$), среднего по водности года ($33{,}3\ \% \leq P < 66{,}7\ \%$), многоводного года ($P < 33{,}3$ %), очень многоводного года ($P < 16{,}7$ %).

Основные сезоны были приняты следующим образом: весна (апрель–июнь), лето–осень (июль–ноябрь), зима (декабрь–март); лимитирующий период – ЛП (лето–осень–зима), лимитирующий сезон – ЛС (зима).

Были рассчитаны ежегодные расходы воды за водохозяйственный год, лимитирующий период (ЛП) и лимитирующий сезон (ЛС). Каждый из полученных рядов проранжирован (с указанием водохозяйственного года) и для каждого члена ранжированного ряда определена его эмпирическая обеспеченность, рассчитанная по формуле $P = m / (n + 1)\ 100$ %, где m – порядковый номер членов ряда гидрологической характеристики, расположенного в убывающем порядке; n – общее число членов ряда (72).

С целью объективного выбора расчетных годов–моделей для всех перечисленных лет был рассчитан критерий по формуле $\Delta P = (P_{ВГ} - P_{РАСЧ})^2 + (P_{ЛП} - P_{РАСЧ})^2 + (P_{ЛС} - P_{РАСЧ})^2$, где $P_{РАСЧ}$ – расчетная вероятность превышения, принимаемая одинаковой для всех расчетных интервалов времени (90 %); $P_{ВГ}$, $P_{ЛП}$, $P_{ЛС}$– значения вероятностей превышения стока за выбранный водохозяйственный год, его лимитирующий период и лимитирующий сезон. ΔP – это суммарное отклонение, которое определяют для каждого из исследуемых водохозяйственных лет, вошедших в расчетные группы водности.

В очень маловодную группу лет одновременно для ВГ, ЛП и ЛС попали следующие водохозяйственные годы: 1952–53, 1955–56, 1968–69 (таблица 1).

Таблица 1 – Очень маловодная группа лет для ранжированных расходов воды р. Уршак – с. Ляхово (м³/с)

Очень маловодный (≥ 83,3 %)				
в/х год	Обеспеченность, Р %			ΔP
	ГОД	ЛП	ЛС	
1952-53	87,67	91,78	97,26	183,48
1955-56	90,41	97,26	95,89	86,47
1968-69	93,15	86,30	98,63	195,61

В очень маловодную группу лет одновременно для ВГ, ЛП и ЛС попали следующие водохозяйственные годы: 1952–53, 1955–56, 1968–69 (таблица 1). Так как наименьшее значение критерия (ΔP = 86,47) очень маловодной группы лет наблюдается для 1955–56 водохозяйственного года, то его месячные объемы стока можно выразить в процентах от объема годового стока и принять в качестве модели относительного внутригодового распределения. В маловодную группу попал 1951-52 водохозяйственный год (таблица 2).

Таблица 2 – Маловодная группа лет для ранжированных расходов воды р. Уршак – с. Ляхово (м³/с)

Маловодный (66,7 % ≤> 83,3 %)				
в/х год	Обеспеченность, Р %			ΔP
	ГОД	ЛП	ЛС	
1951-52	78,08	78,08	75,34	498,91

В среднюю по водности группу одновременно для ВГ, ЛП и ЛС попали следующие водохозяйственные годы: 1983–84, 1997–98, 1998–99, 2000–01, 2009–10, 2010–11, 2012–13 (таблица 3).

Таблица 3 – Средняя по водности группа лет для ранжированных расходов воды р. Уршак – с. Ляхово (м³/с)

Средний (33,3 % ≤> 66,7 %)				
в/х год	Обеспеченность, Р %			ΔP
	ГОД	ЛП	ЛС	
1	2	3	4	5
1983-84	41,10	42,47	50,68	136,52
1997-98	58,90	60,27	64,38	391,72

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
1998-99	35,62	61,64	56,16	380,47
2000-01	54,79	34,25	41,10	350,44
2009-10	63,01	39,73	39,73	380,47
2010-11	65,75	58,90	47,95	331,68
2012-13	61,64	57,53	53,42	204,07

Так как наименьшее значение критерия (ΔР = 136,52) средней по водности группы лет наблюдается для 1983–84 водохозяйственного года, то его месячные объемы стока можно выразить в процентах от объема годового стока и принять в качестве модели относительного внутригодового распределения.

В многоводную группу одновременно для ВГ, ЛП и ЛС попал водохозяйственный год 1987–88, который и можно принять за модель (таблица 4).

Таблица 4 – Многоводная группа лет для ранжированных расходов воды р. Уршак – с. Ляхово (м^3/с)

Многоводный (< 33,3 %)				
в/х год	Обеспеченность, Р %			ΔР
	ГОД	ЛП	ЛС	
1987-88	21,92	21,92	23,29	460,63

В очень многоводную группу одновременно для ВГ, ЛП и ЛС попали следующие водохозяйственные года: 1989–90, 1991–92, 1992–93, 2002–03, 2003–04 (таблица 5).

Таблица 5 – Многоводная группа лет для ранжированных расходов воды р. Уршак – с. Ляхово (м^3/с)

Очень многоводный (< 16,7 %)				
в/х год	Обеспеченность, Р %			ΔР
	ГОД	ЛП	ЛС	
1989-90	12,33	5,48	4,11	158,08
1991-92	1,37	4,11	6,85	44,02
1992-93	4,11	2,74	13,70	173,95
2002-03	2,74	1,37	9,59	76,94
2003-04	13,70	9,59	10,96	334,21

Так как наименьшее значение критерия (ΔР = 44,02) очень многоводной группы лет наблюдается для 1991–92 водохозяйственного года, то его месячные объемы стока можно выразить в процентах от объема годового стока и принять в качестве модели относительного внутригодового распределения.

Распределение стока по месяцам для установленных очень многоводного, многоводного, среднего, маловодного и очень маловодного годов представлено в таблице 6 и на рисунке 1.

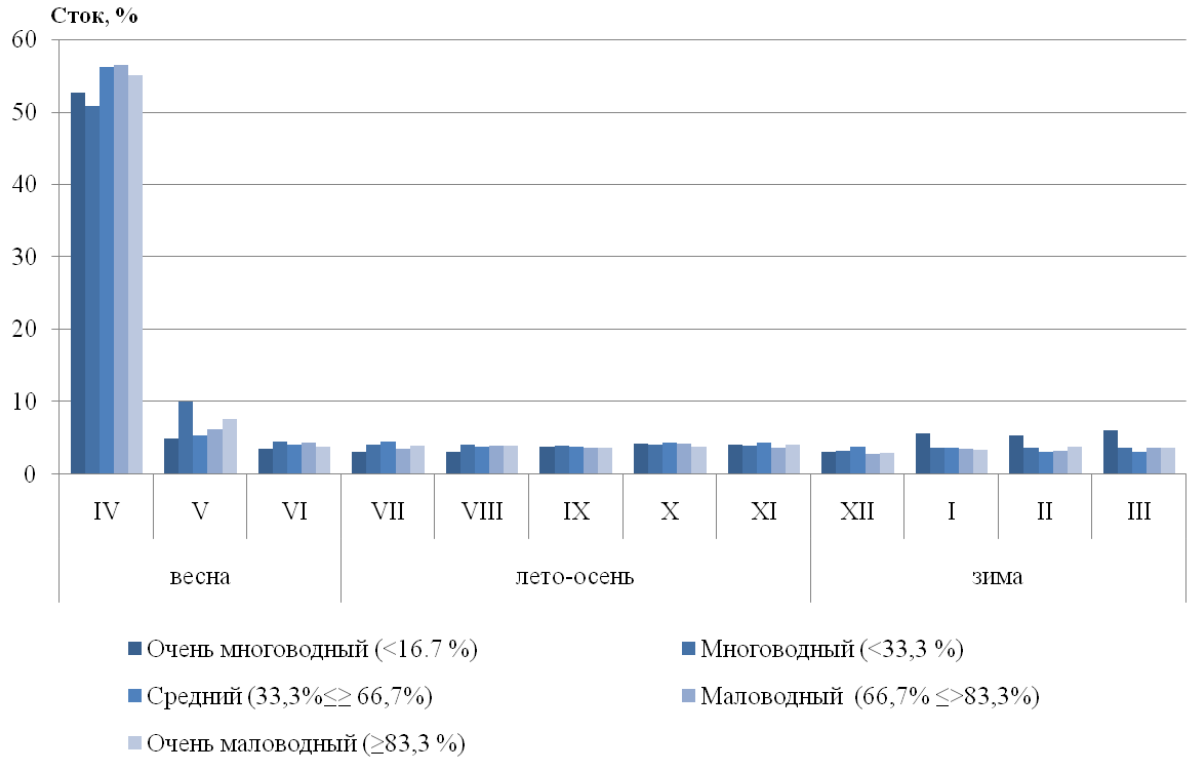


Рисунок 1 – Внутригодовое распределение стока р. Уршак – с. Ляхово (%)

Таблица 6 – Внутригодовое распределение стока р. Уршак – с. Ляхово (%)

Расчетный период	Водность года	Месячный сток, %											
		весна			лето–осень						зима		
1949–2021		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
	Очень многоводный (< 16,7 %)	53	5	4	3	3	4	4	4	3	6	5	6
	Многоводный (< 33,3 %)	51	10	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4
	Средний (33,3 % ≤> 66,7 %)	56	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3
	Маловодный (66,7 % ≤> 83,3 %)	56	6	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4
	Очень маловодный (≥ 83,3 %)	55	8	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4

Очень многоводный год реки примечателен тем, что в зимний период доля стока заметно выше, чем в другие годы по водности. При этом в весенний период сток не слишком большой. В начале весеннего половодья (в апреле) наибольший сток в процентом выражении отмечается при средней и малой водности реки. В мае выделяется многоводный год реки – тогда сток значительно выше, чем в другие годы. В летне-осенние месяцы, в целом, доля стока при разной водности р. Уршак совпадает.

Была произведена оценка внутригодового распределения стока методом реального года. Таким образом были установлены следующие водохозяйственные годы реки: очень маловодный год – 1955–1956, маловодный год – 1951–1952, средний по водности год – 1983–1984, многоводный год – 1987–1988, очень многоводный год – 1991–1992.

Список литературы

1. Гареев, А.М. Реки, озера и болотные комплексы Республики Башкортостан / А. М. Гареев. – Уфа: Гилем, 2012. – 288 с.

2. Загорский, В.А. УРШАК, река / В. А. Загорский // Региональный интерактивный энциклопедический портал «Башкортостан» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bashenc.online/ru/articles/79697. – Дата доступа: 26.04.2024.

3. Определение основных расчетных гидрологических характеристик: СП 33–101–2003. – Введ. 26.12.03. – М.: Госстрой России, 2004. – 178 с.

A. A. NASIBULLINA

ANALYSIS OF INTRA-ANNUAL FLOW DISTRIBUTION IN THE URSHAK RIVER BY USING THE REAL YEAR METHOD

Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Russian Federation,
algina.nasibullina@bk.ru

Based on the available data of average monthly water discharge of the Urshak River – Lyakhovo village for 1949-2021, the intra-annual runoff distribution was calculated using the real year method for years of different water availability. This study is relevant because accounting of intra-annual variability of river flow is necessary when planning measures to improve environmental conditions of the river and when implementing rational use and protection of water resources.

Key words: Urshak River, intra-annual flow distribution, real year method, water year, limiting period, limiting season.

УДК 71:528.3:332.3(571.122)

Т. Ф. НИЗАМОВ, С. Н. СОКОЛОВ

ПРОЕКТ ПЕРЕПЛАНИРОВКИ И МЕЖЕВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ «МЕГА.ПАРК» ГОРОДА МЕГИОНА И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

ФБГОУ «Нижневартовский государственный университет»,
г. Нижневартовск, Российская Федерация,
rancage567@gmail.com, snsokolov1@yandex.ru

В статье приводится обоснование для проекта перепланировки и межевания территории «МЕГА.ПАРК» города Мегиона Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Проект планировки и межевания этой области нацелен на формирование уникальной и привлекательной зоны отдыха, предназначенной для удовлетворения рекреационных потребностей местных жителей и гостей города.

Ключевые слова: проекта перепланировки и межевания, земельные участки, рекреационные потребности, инженерно-геодезические изыскания, Мегион.

Мегион − это небольшой, но энергично растущий населенный пункт, играющий важную роль в добыче нефти не только для Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, но и для всей Российской Федерации. Несмотря на это, в городе ощущается нехватка общественных мест для отдыха молодежи, молодых семей и других категорий населения. В результате был разработан, построен и представлен обществу парковый комплекс под названием «МЕГА.ПАРК», призванный решить эту проблему.

Данная территория находится на берегу протоки реки Мега, в кадастровом квартале 86:19:0010301. К северу от парка располагается частный сектор. К востоку протекает река Мега, к югу от участка располагается детский парковый комплекс, а также дом культуры. К западу располагаются Мегионский политехнический колледж и гаражный кооператив. Площадь парка составляет 61300 кв.м.

При разработке проекта были использованы современные геоинформационные системы, такие как MapInfo, QGIS и ТехноКад-Экспресс.

Актуальность выбранной темы заключается в следующем:

1. Совершенствование городской инфраструктуры. Прогрессивное улучшение инфраструктуры города становится одной из ключевых факторов для разработки проекта планировки и межевания. Эффективная организация городского пространства не только обеспечивает беспрепятственное функционирование городских сетей, таких как дороги и коммуникации, но также способствует созданию устойчивых и современных городских сред.

2. Рациональное использование ресурсов. В контексте разработки проекта планировки и межевания акцент делается на стратегическом и эффективном использовании земельных ресурсов. Это включает в себя не только оптимальное размещение жилых и коммерческих зон, но и предприятий общественного значения, способствуя более эффективному расходованию ресурсов и минимизации отходов.

3. Стратегическое планирование городской инфраструктуры. Проект планировки и межевания служит важным инструментом для разработки долгосрочных стратегий городского развития. Создание четких и гибких планов обеспечивает устойчивость городской инфраструктуры к изменениям в потребностях и тенденциях, обеспечивая адаптацию к быстро меняющимся условиям.

4. Устойчивая урбанизация. С увеличением урбанизации территории становится критически важным создание пространства, способного вместить растущее население и обеспечить его жизненные потребности. Проект планировки и межевания является неотъемлемой частью стратегии урбанизации, гарантируя уравновешенное и гармоничное развитие городских районов [5].

Проект планировки и межевания этой области нацелен на формирование не просто территории, а уникальной и привлекательной рекреационной зоны, предназначенной для удовлетворения потребностей как местных жителей, так и гостей. Главная цель заключается не только в том, чтобы создать удобное пространство, но и в придании ему практичности, с учетом потребностей современного общества. Этот проект стремится не просто разграничить земельные участки, а создать атмосферу, где каждый квадратный метр представляет собой заботливо продуманное место для отдыха и наслаждения жизнью. В его основе лежит идея не просто организовать пространство, но и вдохнуть в него жизнь, превратив территорию в гармоничное взаимодействие природы и человеческой активности.

Проект планировки, как правило, рассматривается для обширных территорий, таких как микрорайоны или кварталы. Он предоставляет возможность спланировать застройку территории, учитывая уже существующие объекты, такие как коммунальная инфраструктура, здания и памятники культуры. Проект межевания предоставляет более обширные данные не только о публичных участках, но также о частных владениях и инфраструктурных объектах. Его целью является разработка схемы зонирования и установление четких границ между индивидуальными объектами, привязанными к координатной сетке [8].

На первом этапе разработки проекта планировки и межевания земельных участков реализуется этап исследования и анализа, представляющий собой неотъемлемую часть комплексного подхода к концептуальному строительству. Географические и топографо-геодезические исследования проводятся с целью полного ознакомления с физическими особенностями территории, включая климатические условия, рельеф, и гидрографию. Анализ существующей инфраструктуры, включая системы коммуникаций, электроснабжения, и дорожные сети, служит основой для определения возможности интеграции новых объектов в существующую инженерную среду.

Подробное изучение земельных отношений и соответствующего законодательства необходимо для выявления юридических аспектов, влияющих на планировку и использование земли. Социальные исследования представляют собой важный этап в учете потребностей сообщества, а экономический анализ направлен на оценку экономического потенциала территории и возможности устойчивого развития. Экологическая оценка позволяет выявить и учесть влияние планируемого строительства на окружающую среду [7]. Исследование и анализ представляют собой основополагающий этап, определяющий стратегические аспекты дальнейшего проектирования и формирования концепции проекта.

Следующий этап – проектирование, которое представляет собой ступень разработки, на котором концептуальные идеи преобразуются в конкретные планы и чертежи, формируя основу для последующей реализации проекта планировки и межевания земельных участков. В данном контексте, проектирование охватывает широкий спектр задач, включая разработку детальных планов, учет ландшафтных особенностей, архитектурное оформление, инженерное проектирование и оценку эффективности использования земельных ресурсов.

Ландшафтные архитекторы, взаимодействуя с природой, стремятся создать гармоничные и функциональные пространства, тогда как инженеры обеспечивают техническую согласованность и стабильность. Проектирование также предусматривает создание визуализаций и архитектурных решений для четкого представления о конечном результате. Все эти аспекты нацелены на достижение баланса между эстетикой и практичностью, с учетом требований устойчивого развития и соблюдения нормативных стандартов.

Последним этапом разработки проекта планировки и межевания является согласование. На этапе согласования и утверждения проекта планировки и межевания земельных участков осуществляется важный этап взаимодействия с органами управления и общественностью с целью обеспечения правовой и технической обоснованности предстоящего строительства. Происходит подготовка всей необходимой документации, включая планы, чертежи, технические спецификации, а также результаты исследований и анализа.

В рамках согласования вступается взаимодействие с местными органами управления, где обсуждаются детали проекта, проводятся совещания и взаимные консультации. Предусмотрено общественное взаимодействие с проведением общественных слушаний и презентаций, на которых общественность может высказать свои мнения и предложения относительно проекта. Затем, с учетом замечаний и рекомендаций, проект подлежит доработке и подаче заявления на получение разрешений.

Проект планировки территории представляет собой комплексный документ, разделенный на основную часть, требующую утверждения, и материалы, обосновывающие предложенные решения:

Один из главных элементов основной части − графическое представление территории через чертеж, включающие информацию о границах уже существующих и планируемых элементов планировочной структуры [6].

Второй элемент основной части содержит детальное описание графических элементов, представленных на чертежах. Сюда входят красные линии, обозначающие ограничения и зоны особого внимания, а также границы планируемых элементов планировочной структуры. Детализация данных элементов необходима для более полного понимания предложенных изменений на территории [2].

Третья часть содержит информацию по определению границ зон, предназначенных для размещения объектов капитального строительства. Эта информация существенна для выделения участков, на которых возможно проведение строительных работ, и является важным элементом планировки будущего развития территории [1].

Координаты характерных точек границ территории, на которой будет осуществлен проект межевания, определяются с учетом требований к точности и устанавливают стандарты для определения географических параметров границ территории [4].

Инженерно-геодезические изыскания являются необходимым этапом для разработки проектов планировки и межевания территорий. Эти изыскания включают в себя сбор точных геодезических данных, которые затем анализируются и используются для создания точных карт и планов территории. Полученные результаты становятся базой для правильного выделения границ и определения параметров проектируемых элементов.

С учетом данных этих изысканий формируется карта вертикальной планировки. Этот этап проектирования направлен на установление оптимального распределения высот на территории, особенно в сфере проектирования стока поверхностных вод. Карта вертикальной планировки играет ключевую роль в обеспечении эффективного водоотведения и обеспечении устойчивости территории к воздействию осадков и других факторов [3].

В состав инженерно-геодезических изысканий включаются различные методы, предназначенные для получения подробной и точной информации о планируемой территории. Эти изыскания представляют собой необходимые действия, которые проводятся для подготовки проекта планировки и межевания территории, обеспечивая необходимые данные для последующего проектирования и определения параметров. Существуют следующие виды инженерно-геодезических изысканий:

1. Создание опорных геодезических сетей, представляющие точные точки отсчета для последующих измерений и обеспечивающие основу для создания детальных карт и планов.

2. Геодезические наблюдения за деформациями и осадками зданий, сооружений, а также за движениями земной поверхности и другими опасными природными процессами.

3. Создание и обновление инженерно-топографических планов, предоставляющих подробную информацию о рельефе, зданиях и других элементах территории.

4. Трассирование линейных объектов, то есть определение оптимального местоположения для различных инженерных структур, дорог, трубопроводов и других линейных объектов.

5. Инженерно-гидрографические работы для проектирования эффективной системы водоотведения и контроля за водными ресурсами.

Создание проекта планировки и проекта межевания данной территории подразумевает следующие преимущества:

1. Рациональное использование земельных ресурсов, т.е. определяются функциональные зоны, распределение объектов инфраструктуры, и учет других данных, которые способствуют эффективному и устойчивому развитию территории.

2. Проект планировки и межевания является основой для формирования гармоничных и сбалансированных городских пространств. Разделение территории на функциональные зоны (коммерческие, рекреационные, общественные) способствует созданию среды, учитывающей потребности и удобства различных групп населения.

3. Разработка планов планировки подразумевает использование принципов устойчивого градостроительства. Это включает в себя создание зеленых зон, сохранение природных ресурсов и разработку эффективной системы инфраструктуры.

4. Проект планировки и межевания играет важную роль в обеспечении общей безопасности и удобство пользования городской средой. Рациональное размещение объектов инфраструктуры, учет требований к инженерным сетям и организации зон отдыха способствуют созданию комфортной и безопасной среды для жителей и гостей города.

5. Эстетический аспект является неотъемлемой частью приемуществ разработки проекта планировки и межевания. Архитектурные решения, ландшафтный дизацн и общая визуализация проекта способствуют повышению эстетической привлекательности городских пространств, создавая красивый и неповторимый облик.

Отчеты об инженерно-геодезических изысканиях содержат информацию, собранную и проанализированную специалистами в ходе проведения инженерных работ. В этих документах представлены результаты всех осуществленных измерений, наблюдений и анализов, а также интерпретация полученных данных.

Список литературы

1. Добродомов, Н. Ю. Оптимизация процесса разработки и утверждения документации по планировке территории / Н. Ю. Добродомов, Н. М. Радчевский // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: Сборник статей по материалам III Всероссийской науч.-практ. конф., Краснодар, 23 апреля 2021 года. / Кубанский гос. аграр. ун-т им. И. Т. Трубилина ; отв. за выпуск Е. В. Яроцкая. – Краснодар, 2021. – С. 99–102.

2. Добродомов, Н. Ю. Разработка проекта планировки территории / Н. Ю. Добродомов, К. А. Юрченко // Эпомен. – 2021. – № 51. – С. 32–38.

3. Каталина, Л. А. Проект межевания территории / Л. А. Каталина, В. О. Свердлова // Актуальные проблемы современного землеустройства, кадастров и охраны земель: Материалы междунар. науч.-практ. форума, посвящённого 100-летию основания факультета и кафедры землеустройства Государственного университета по землеустройству, Москва, 10 декабря 2019 года. / Гос. ун-т по землеустройству; отв. ред. и сост. Т. В. Папаскири. – Москва, 2020. – С. 439–449.

4. Кирюхина, К. М. Землеустройство при проектировании жилых комплексов / К. М. Кирюхина, И. Л. Краева // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2018. – № 6 (161). – С. 10–18.

5. Митягин, С. Д. Территориальное планирование, градостроительное зонирование и планировка территории: учеб. пособие для вузов / С. Д. Митягин. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 198 с.

6. Семиусова, А. С. Оформление проекта межевания территории для формирования земельного участка / А. С. Семиусова, М. В. Попова, Н. В. Дьячук // Актуальные вопросы землеустройства, геодезии и природообустройства: материалы Всероссийской (национальной)

науч.-практ. конф., посвященной 15-летию Ин-та землеустройства, кадастров и мелиорации, Улан-Удэ, 23 декабря 2020 года / Бурят. гос. сельскохоз. акад. им. В. Р. Филиппова. – Улан-Удэ, 2020. – С. 201–205.

7. Соколов, С. Н. Разработка экологических программ городов и их пригородных зон / С. Н. Соколов // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: Сборник материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. Ишим; 16 марта 2018 г. / Ишим. пед. ин-т им. П. П. Ершова (филиал) Тюмен. гос. ун-та. – Ишим, 2018. – С. 30–34.

8. Титкова, Е. А. Проект планировки и проект межевания территории: особенности и различия / Е. А. Титкова, И. А. Степанова // Вестник строительства и архитектуры: Сборник научных трудов. - Том Выпуск 6. – Орел: ООО Полиграфическая фирма «Картуш», 2017. – С. 269–274.

T. F. NIZAMOV, S. N. SOKOLOV

PROJECT OF REDEVELOPMENT AND SURVEYING OF THE TERRITORY “MEGA. PARK” OF MEGION CITY AND ENGINEERING AND GEODETIC SURVEYS

Nizhnevartovsk State University,
Nizhnevartovsk, Russian Federation,
rancage567@gmail.com, snsokolov1@yandex.ru

The article provides a justification for the project of redevelopment and surveying of the territory “MEGA.PARK” of Megion city of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. The project of planning and surveying this area is aimed at creating a unique and attractive recreation area designed to meet the recreational needs of local residents and visitors to the city.

Key words: redevelopment and surveying projects, land plots, recreational needs, engineering and geodetic surveys, Megion.

УДК 379.85

С. Е. НОВИКОВ

ОЦЕНКА ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В РЕГИОНАХ АЗРФ: ВЫЯВЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СУБЪЕКТОВ В КАЧЕСТВЕ ДЕСТИНАЦИЙ АРКТИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
stasnov2001@yandex.ru

В данной научной статье исследуется туристский потенциал арктических регионов России с акцентом на сравнительный анализ семи субъектов, включенных в Арктическую зону Российской Федерации, и выделяется наиболее перспективный регион – ЯНАО. Анализ проводится по пяти критериям, включая историко-культурный потенциал, природно-ресурсный потенциал, экономическая конкурентоспособность, инфраструктура и узнаваемость региона.

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации, арктический туризм, историко-культурный потенциал, природно-ресурсный потенциал, экономическая конкурентоспособность.

Под Арктической зоной Российской Федерации (АЗРФ) понимаются как сухопутные, так и морские территории, объединенные по географическому принципу в экономическую зону. В АЗРФ входят десять регионов: Мурманская и Архангельская области, республики Карелия, Коми, Саха (Якутия), Красноярский край, а также Ненецкий, Чукотский, Ханты-Мансийский (далее ХМАО) и Ямало-Ненецкий автономные округа [5]. При этом Мурманская область, Ненецкий АО (далее НАО), Ямало-Ненецкий АО (далее ЯНАО) и Чукотский АО входят в данную экономическую зону полностью, а остальные 6 субъектов лишь частично.

Общая площадь территории АЗРФ составляет около 9 млн. км^2 (сухопутной части – 5 млн. км^2). На ней проживает около 2,5 млн человек (всего около 1,5 % населения страны), но при этом создается 10 % ВВП, обеспечивается 20 % экспорта и более 70 % всей экономической деятельности в регионе [3].

Исследование туристского потенциала арктических регионов России представляет собой важную задачу в контексте развития туризма и экономики данного макрорегиона. Несмотря на определенные усилия со стороны региональных властей и туроператоров, динамика развития в области полярного туризма в России остается ограниченной. Это связано с системными проблемами, требующими более длительного времени на разрешение, а также с внутриэкономическими и геополитическими событиями последних лет.

В данных условиях рациональнее всего сфокусировать усилия государства и бизнеса на тех регионах, которые уже сейчас обладают потенциалом как с точки зрения туристских ресурсов, так и реальной конкурентоспособной экономикой.

В контексте исследования туристского потенциала арктических регионов России, сравнительный анализ будет проведен только среди семи субъектов: с запада на восток до границ Красноярского края не включительно. Это кажется наиболее рациональным, т.к. у данных субъектов есть неоспоримое преимущество в транспортной доступности для основной массы населения, которое сосредоточено в европейской части страны и которое является потенциальными туристами в Арктику.

Принимая во внимание крайне высокую стоимость туров морского арктического туризма и почти полное отсутствие гражданской авиационной инфраструктуры на российских полярных архипелагах, в данной работе островные территории учитываться

не будут [1]. По крайней мере, с точки зрения ценовой конкурентоспособности, инфраструктурной обеспеченности и транспортной доступности материковая часть находится в более выигрышной позиции.

Также в работе учитывается, что некоторые субъекты обладают полностью арктическим климатом и географическим положением, что предполагает их полное вхождение в состав арктической зоны. В то же время, другие субъекты обладают лишь частичной арктической территорией и характеризуются только частичным вхождением в состав данной зоны. Тем самым анализ показателей территорий и оценка их потенциала будет производится конкретно по территориям субъектов в составе АЗРФ, а не полностью по субъектам, при условии наличия таких данных.

Сравнительный анализ проводился по пяти критериям: историко-культурный потенциал, природно-ресурсный потенциал, экономическая конкурентоспособность, инфраструктура, узнаваемость региона в информационном поле.

Для эффективного использования объектов культурного наследия в культурно-познавательных целях, необходимо определить приоритетные объекты и территории для развития культурно-познавательного туризма с помощью комплексной оценки исторического наследия. В качестве регионально значимых показателей часто выступают насыщенность территории культурно-историческими объектами и аттрактивность различных групп этих объектов. Оценка культурно-исторического потенциала производилась только по наполненности территории культурно-историческими объектами (таблица 1). Аттрактивность групп культурно-исторических объектов определяется с помощью коэффициентов весов экскурсионной значимости, устанавливаемых экспертами, что требует более комплексных исследований.

Таблица 1 – Количество объектов культурного наследия на территориях АЗРФ

Регион	Количество памятников, включенных в ЕГРОКН									ИТОГО
	Федерального значения			Регионального значения			Местного значения			
	П*	А	Д	П	А	Д	П	А	Д	
Мурманская область	24	0	0	138	7	5	0	0	0	174
Республика Карелия (АЗРФ)	370	8	1	112	2	14	1	0	0	508
Архангельская область (АЗРФ)	265	34	1	366	34	1	0	0	0	701
Республика Коми (АЗРФ)	2	0	0	26	0	0	0	0	0	28
НАО	1	0	0	25	0	0	0	0	0	26
ЯНАО	89	0	0	16	1	20	5	0	16	147
ХМАО (АЗРФ)	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Примечание: * – П – памятники; А – ансамбли; Д – достопримечательные места. Составлено автором на основе источника [4]										

Описательная характеристика культурно-исторических ресурсов определенных территорий АЗРФ по ЕГРОКН не дает полного представления о культурно-историческом потенциале, т.к. не учитывает их состояние, транспортную доступность объекта и другие факторы. Также большинство памятников представлены археологическими комплексами, местами стоянок, селищами и т.п., что не представляет туристской ценности, т. к. не обладает свойством наглядности, если его специально не музеефицировали для показа туристам.

Однако для общего понимания историко-культурного контекста территории, ее развития, для определения потенциальных историко-культурных районов, на территориях, которых в будущем возможно формирование культурно-исторических маршрутов, данный сравнительный анализ целесообразен.

Для определения природного потенциала территории важна эстетика ландшафтов и их сохранность. Далее для оценки природных ресурсов был выбран фактор наличия ООПТ на территориях и их количество (таблица 2). Этот индикатор кажется наиболее логичным, т. к. именно ООПТ обладают эстетически привлекательными нетронутыми природными и культурными ландшафтами. Также это совпадает со складывающимися трендами в туризме: Правительство РФ уже работает в направлении развития туризма на ООПТ и к 2030 году создадут туристскую инфраструктуру во всех национальных парках страны.

Таблица 2 – Количество ООПТ на территориях АЗРФ

Регионы АЗРФ	Количество ООПТ разного уровня										ИТОГО
	Федерального значения					Регионального значения				Местного значения	
	Заповедники	Нац. парки	Заказники	Памятники природы	Дендропарки и ботанические сады	Природный парк	Заказник	Памятники природы	Дендропарки и ботанические сады	Иное	
Мурманская область	3	1	3	4	0	3	9	50	1	1	75
Республика Карелия (АЗРФ)	2	2	0	0	0	1	11	0	0	0	16
Архангельская обл. (АЗРФ)	1	3	1	0	2	0	18	17	0	0	42
Республика Коми (АЗРФ)	0	1	0	0	0	0	37	14	0	2	54
НАО	1	0	1	0	0	1	8	3	0	0	14
ЯНАО	1	1	0	0	0	1	11	1	0	0	15
ХМАО (АЗРФ)	1	0	0	0	0	1	3	2	0	0	7
Примечание: составлено автором на основе источника [6]											

Для оценки экономической составляющей были выбраны следующие показатели: ВРП на душу населения, доля туризма в ВРП региона, демографический тренд (изменение численности постоянного населения в регионах АЗРФ за период с 2000 по 2023 год) (таблица 3). Сравнение социально-экономических показателей регионов в контексте туристско-рекреационного потенциала позволяет оценить уровень развития инфраструктуры, услуг и достопримечательностей для туристов, а также определить способность региона привлекать и обслуживать посетителей. Экономическое благосостояние региона напрямую влияет на развитие туризма, поскольку высокий уровень доходов и инвестиций способствует улучшению услуг, созданию новых туристских объектов и повышению качества обслуживания. Таким образом, изучение социально-экономических аспектов регионов позволяет прогнозировать и оптимизировать развитие туризма на данной территории. Исходя из показателей, можно сделать следующие выводы.

Прежде всего, следует отметить, что Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ и Ямало-Ненецкий автономный округ являются наиболее экономически успешными регионами. В результате этого, эти регионы являются единственными, где за последние 22 года наблюдается прирост населения, в то время как в других регионах наблюдается уменьшение численности. Этот факт имеет важное значение для туристической отрасли, поскольку население этих регионов потенциально может быть задействовано в туристском секторе.

При этом надо отметить, что все условия для увеличения потока деловых туристов в НАО, ХМАО и ЯНАО как центрах экономической активности в полярных широтах полностью созданы. Предполагается, что даже деловые туристы будут резервировать часть времени для культурно-познавательного, этнографического, природного и других видов туризма.

Однако стоит учитывать, что ХМАО входит в АЗРФ лишь двумя районами, отдаленными относительно главного транспортного хаба ХМАО. И конечно они не несут в себе столь огромную экономическую составляющую для туризма. Это касается и территорий, частично входящих в АЗРФ, кроме Архангельской области, т. к. наиболее развитые территории данного субъекта входят в арктическую зону.

Таблица 3 – Основные социально-экономические показатели регионов АЗРФ

Регионы АЗРФ	ВРП на душу населения, тыс. руб. в 2022 году	Доля туризма (гостиниц и общественного питания в ВРП региона, %	Численность постоянного населения в 2000 г., тыс.чел.	Численность постоянного населения в 2022 г., тыс.чел.	Демографический тренд, %
Мурманская область	1 735,2	1,5	922,9	658,7	–28,6
Республика Карелия	741,5	1,3	735,5	527,8	–28,2
Архангельская область	726,1	1,2	1 369,1	964,3	–29,6
Республика Коми	1 343,2	0,7	1 042,9	726,4	–30,3
НАО	11 792,6	0,1	40,9	41,4	1,2
ЯНАО	10 368,7	0,3	498,3	516	3,6
ХМАО	3 918,6	0,3	1 383,5	1 759,4	27,2
Примечание: составлено автором на основе источника [6]					

Инфраструктурная оценка в туризме относится к оценке доступности и качества туристической инфраструктуры в конкретном месте. Этот критерий включает в себя оценку транспортной доступности (наличие аэропортов, железнодорожной станции, автобусных маршрутов и т. д.), развитие гостиничного сервиса (наличие разного уровня гостиниц, хостелов, кемпингов и других размещений), наличие развлекательной инфраструктуры (рестораны, кафе, магазины, аттракционы и прочее), а также наличие информационной инфраструктуры (туристические информационные центры, информационные стенды, мобильные приложения и т. д.) (таблица 4).

Этот критерий помогает туристам оценить уровень комфортности и удобства пребывания в данном месте, а также планировать свое посещение более эффективно.

Таблица 4 – Инфраструктурные показатели регионов АЗРФ

Регионы АЗРФ	Дороги		Гостиницы и аналогичные средства размещения	Количество туроператоров (данные в целом по субъекту)	Питание (столовые, закусочные, рестораны, кафе, бары)
	Протяженность	Плотность автомобильных дорог, на 1 000 км² территории			
Мурманская обл.	3 668	23,8	132	69	709
Респ. Карелия (АЗРФ)	695,3	10,3	81	56	115
Архангельская область (АЗРФ)	3 413	24,4	111	28	554
Республика Коми (АЗРФ)	388,5	3,8	19	11	121
НАО	416,5	1,8	11	2	39
ЯНАО	3 019,3	3,6	126	10	791
ХМАО (АЗРФ)	418,2	3,2	6	22	50
Примечание: составлено автором на основе источника [2]					

Для научной статьи был использован показатель узнаваемости региона, который был вычислен на основе анализа количества поисковых запросов в Google и сравнения их популярности. Этот показатель отражает степень интереса и внимания к данному региону со стороны потенциальных туристов или иных заинтересованных лиц. Исследование узнаваемости региона через анализ онлайн-активности может помочь в определении степени привлекательности туристического направления, популярности его достопримечательностей, а также дать представление о потенциальной туристической привлекательности в сравнении с другими регионами. Основные результаты представлены на рисунке 1.

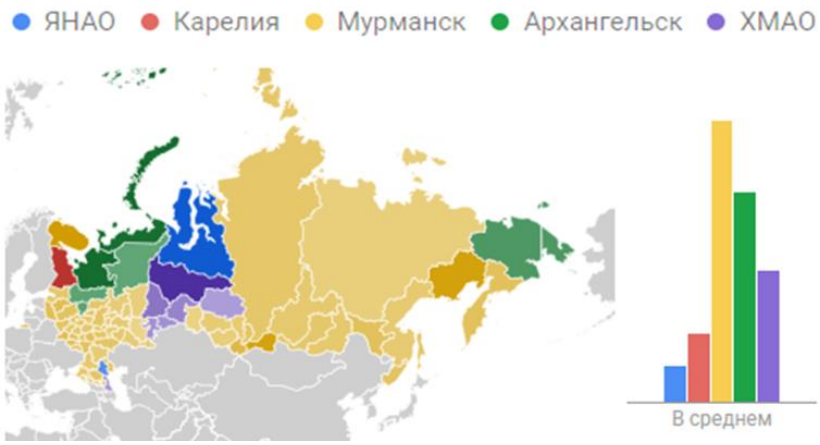


Рисунок 1 – Сравнительный анализ поисковых запросов самых популярных регионов АЗРФ

Наиболее перспективным регионом, исходя из сравнительного анализа различных составляющих, нам кажется ЯНАО. Проведем первичную оценку с помощью SWOT-анализа перспектив развития туризма в округе. В таблице 5 определены главные сильные и слабые стороны, возможности и угрозы для развития туризма в округе.

Таблица 5 – SWOT-анализ ЯНАО как туристской дестинации

Сильные стороны	Слабые стороны
– коренные малочисленные народы Севера, сохранившие без изменения уклад жизни своих предков, живших здесь сотни лет назад; – наличие достаточных и уникальных культурно-исторических ресурсов, сеть эколого-этнографических музейных комплексов; – наличие достаточных природных ресурсов; – наличие достаточных финансовых ресурсов; – состояние экологии. Природа Ямала сохранила все, чего больше нет во многих уголках России и не тронута рукой человека. Есть возможность для развития экологического туризма: – целевая программа «Развитие туризма, повышение эффективности реализации молодежной политики, организация отдыха и оздоровления детей и молодежи на 2014–2024 годы»	– высокая стоимость на туристические услуги; – малое количество отелей; – малое разнообразие предлагаемых туров; – наличие инфраструктуры и уровень ее развития. Округ обладает недостаточно развитой транспортной инфраструктурой; – неудовлетворительный уровень менеджмента; – низкая плотность населения (0,7 человека на кв. км) в сравнении к примеру, с ХМАО (3 человека на кв. м); – суровые климатические условия; – удаленное положение относительно центральных городов России; – только 1 горнолыжный комплекс
Возможности	Угрозы
– внедрение информационных технологий в сферу управления; – исполнение программ по поддержке малого бизнеса; – развитие инфраструктуры и отраслей социальной сферы; – расширение спектра продуктов (туров, гостиничных услуг) для удовлетворения более широкого круга потребителей; – рост образовательного уровня и профессионализма трудовых ресурсов с увеличением доли рабочей силы с высшим образованием	– высокий уровень экологической уязвимости территории; – зависимость экономики региона от мировых цен на углеводородное сырьё, ввиду моноотраслевого характера хозяйства; – появление новых конкурентов; – увеличение объёма продаж аналогичных туров или услуг, предлагаемых регионами-конкурентами
Примечание: составлено автором	

В качестве промежуточного итога необходимо подчеркнуть важность проведения дальнейших исследований сравнительной конкурентоспособности арктических регионов России, учитывая разнообразие ограничений, таких как институциональные, транспортные и инфраструктурные факторы.

В данном исследовании мы попытались затронуть центральные аспекты текущей и перспективной конкурентоспособности регионов АЗРФ, в частности ЯНАО, не претендуя на полноту раскрытия, поскольку для более объективных результатов необходима комплексная работа другого уровня и масштаба.

Ямало-Ненецкий автономный округ обладает огромным потенциалом для развития арктического туризма и представляет собой уникальную дестинацию, обладающую

сильной экономикой и достаточным количеством историко-культурных и природных ресурсов. В настоящее время регион не занимает лидирующее положение среди арктических регионов, однако его перспективы наиболее обещающие. По всей видимости, Ямало-Ненецкий автономный округ имеет потенциал стать одним из наиболее динамично развивающихся арктических направлений, в то время как другие регионы, за исключением отдельных туристических объектов и районов, скорее всего будут оставаться в стагнирующем состоянии по большинству показателей конкурентоспособности.

Список литературы

1. Илькевич, С. В. Аспекты конкурентоспособности Ненецкого и Ямала-Ненецкого автономных округов как дестинаций туризма / С. В. Илькевич, П. Стрёмберг // СЕРВИС PLUS. – 2016. – Том 10. – № 3. – С. 10–17. DOI: 10.12737/21118.

2. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/ dbscripts/ munst (дата обращения 23.04.2024).

3. Доклад об итогах председательства России в Арктическом совете 2021-2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://as.arctic-russia.ru/analytics/itog-doklad-2023-09-07-ru.pdf (дата обращения 14.04.2024).

4. Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации [Электронный ресурс] // Портал открытых данных Министерства культуры РФ. – Режим доступа: https://opendata.mkrf.ru/ opendata/ 7705851331-egrkn (дата обращения 18.04.2024).

5. Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 (ред. от 13.05.2019) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации [Электронный ресурс] // Официальные сетевые ресурсы Президента России. – Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/bank/38377 (дата обращения: 13.04.2024).

6. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru (дата обращения 20.04.2024).

S. E. NOVIKOV

ASSESSMENT OF TOURISM POTENTIAL IN THE REGIONS OF THE RUSSIAN ARCTIC: IDENTIFICATION OF THE MOST PROMISING SUBJECTS AS DESTINATIONS OF ARCTIC TOURISM

St. Petersburg State University,
St. Petersburg, Russian Federation,
stasnov2001@yandex.ru

This scientific article examines the tourism potential of the Arctic regions of Russia with an emphasis on a comparative analysis of seven subjects included in the Arctic zone of the Russian Federation, and highlights the most promising region – the Yamalo-Nenets Autonomous District. The analysis is carried out according to five criteria, including historical and cultural potential, natural resource potential, economic competitiveness, infrastructure and recognition of the region.

Key words: Arctic zone of the Russian Federation, Arctic tourism, historical and cultural potential, natural resource potential, economic competitiveness.

УДК 338.484

С. Р. ОРЛОВА, В. Е. ПАВЛОВА

КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО ТУРИСТИЧЕСКОГО МАРШРУТА РЕКА КУНГУС – РЕКА АГУЛ – РЕКА КАН

МАУ «Красноярский парк флоры и фауны «Роев ручей»,
МАОУ «Лицей № 3»,
г. Красноярск, Российская Федерация,
schipura@yandex.ru

В статье представлено эколого-географическое описание туристического водного маршрута, пройденного в составе 10-ти дневной детско-юношеской комплексной эколого-ландшафтной экспедиции по горно-таежным рекам Восточной Сибири. Проведена оценка технологической сложности прохождения маршрута, эколого-географическое описание прирусловых комплексов с инвентаризацией представителей флоры и фауны, находящихся под угрозой исчезновения. Авторами дана оценка роли природного туризма для Красноярского края.

Ключевые слова: водный туризм, инвентаризация видов, экологическое состояние прирусловых комплексов, технологическая характеристика водного маршрута.

Долинно-речные горно-таежные и остепенённые ландшафты рек Кунгус, Агул, Кан образуют остов основного ландшафтно-экологического каркаса, роль которого в поддержании оптимальной экологической стабильности и устойчивости околоводных биоценозов Красноярского края исключительно велика и требует к себе пристального внимания. С учетом развития внутреннего туризма, роста популярности активных форм отдыха на территории России становится актуальной необходимость комплексного описания возможных туристических маршрутов, оценка современного состояния экосистем для мониторинга и соблюдения мер по сохранению уникальных природных ландшафтов и достопримечательностей сибирских рек.

Представленная работа является актуальной для развития организованного экологического туризма на данной территории, сохранения природных комплексов при возрастающем интересе к данным маршрутами, возможному контролю и регуляции антропогенной нагрузки [3].

Цель работы: комплексная оценка современного эколого-географического состояния ландшафтных комплексов водного маршрута г. Красноярск – дер. Степановка (автобус) – р. Кунгус (катамараны) – дер. Ильино-Посадское – устье р. Кунгус – р. Агул – дер. Петропавловка – р. Кан – дер. Амонаш – с. Бражное – г. Канск (катамараны) – г. Красноярск (автобус).

Задачи: 1. Описать эколого-географические особенности прирусловых комплексов и оценить сложность прохождения туристического маршрута дер. Степановка – р. Кунгус – р. Агул – р. Кан (г. Канск), составив карту прохождения по дням. 2.Актуализировать эколого-биологическую информацию по присутствию видов растений и животных, находящихся под угрозой исчезновения на маршруте. 3. Оценить современное экологическое состояние биоценозов на маршруте по шкале И. Н. Ротановой и В. В. Гайда. 4. Определить роль эколого-географического (природного) туризма в развитии данной территории Красноярского края.

Выявленные в ходе полевых и камеральных исследований результаты, отправлены в КГБУ «Дирекция по ООПТ Красноярского края».

Практическая значимость работы заключается в возможности использовать полученные результаты в мониторинге состояния территории, учет при подготовке и проведении походов и сплавов.

Материал и методы. В основе работы лежат полевые исследования, проведенные авторами в период с 03 июля по 12 июля 2023 года при прохождении водного маршрута среднего течения реки Кунгус – нижнего течения р.Агул и среднего течения р. Кан. За 10 дней пройдено 198 км. (рисунок 1).

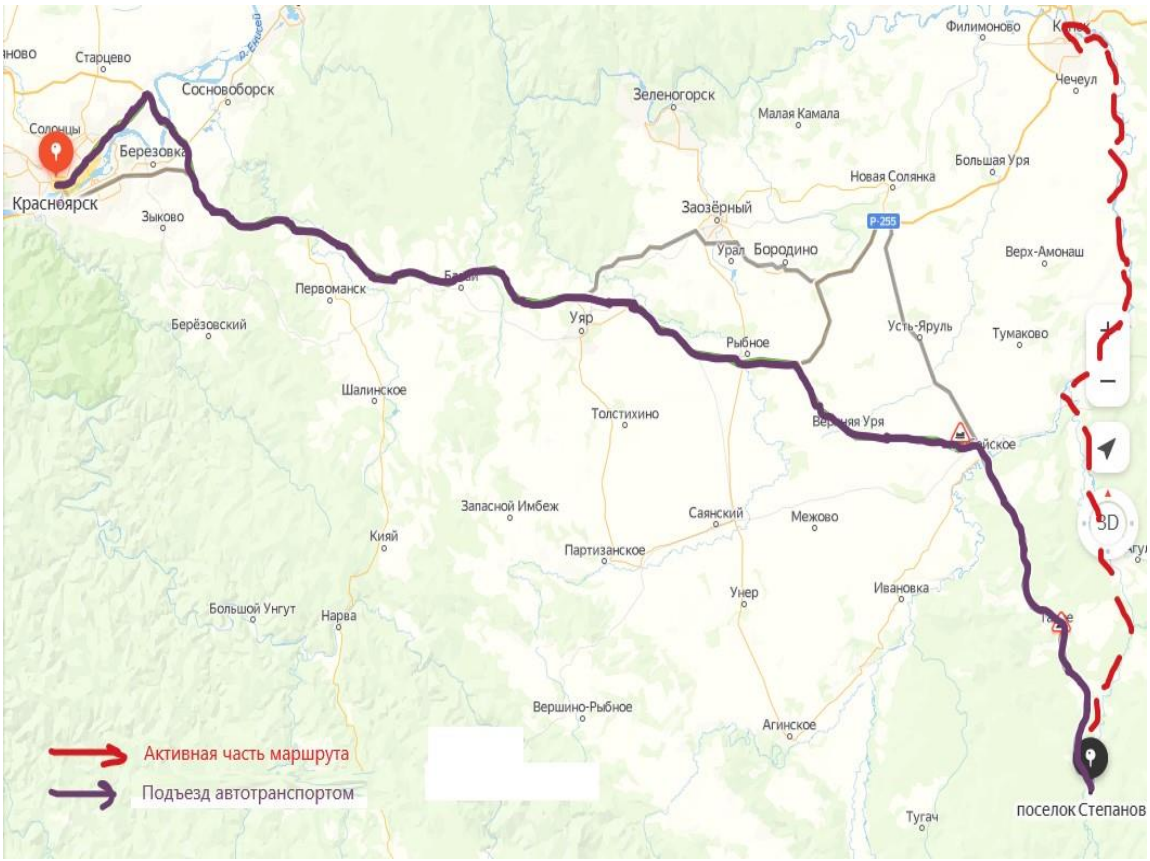


Рисунок 1 – Карта-схема района экспедиции (Масштаб 1:1000000)

Заложено и описано 10 площадок на маршруте, площадью 10 х 10 метров. На каждой площадке проводилось фитоценологическое описание с фиксированием видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Красноярского края и России.

В сводном комплексном графике прохождения маршрута обозначались участок дневного пути, способ передвижения перехода, расстояние (км), чистое ходовое время, (час. мин.), средняя скорость течения реки (км/ч), время выхода на маршрут (час. мин.), время исследований, краткая характеристика пути, препятствий, технико-тактических действий группы, содержание исследований, меры безопасности, погодные условия.

Оценка степени экологического состояния, благоустройства, перцепции площадок на маршруте и степени антропогенного влияния по шкале И. Н. Ротановой и В. В. Гайда. Степень антропогенной нарушенности растительности определялась по критериям отклонения состава и структуры растительных сообществ от коренного их состояния: условно ненарушенная (фоновая), слабо нарушенная, средне нарушенная, сильно нарушенная и уничтоженная (разрушенная).

Видовой учет птиц на маршруте велся постоянно с катамаранов в зоне видимости, с использованием бинокля и полевого определителя по методике «маршрутного учета без ограничения полосы обнаружения с расчетом плотности населения по средним дальностям обнаружения птиц» Ю. С. Равкина (Равкин, 1967; Равкин, Доброхотов, 1963).

Результаты. Всего было зафиксировано пребывание (визуально, по следам, звукам) 18 видов животных (в кадастр внесено 37 видов). Из них было подтверждено пребывание 15 краснокнижных видов, не было обнаружено 19 видов, внесенных в кадастр охраняемых видов на данной территории. Впервые для данной территории было отмечено пребывание 3 видов животных, не внесенные в кадастр охраняемых видов для данной территории, но находящихся под угрозой исчезновения: зимородок обыкновенный (*Alcedo atthis*), голубянка Киана (*Plebejidea cyane* Eversmann), сенница Геро (*Coenonympha hero* Linnaeus).

По итогам орнитологических учетов на маршруте зафиксированы 7 видов птиц, включенных в Красную книгу России: серый журавль, скопа, коростель, филин, иглохвостый стриж, сибирская горихвостка, зимородок.

Из млекопитающих отмечены визуально лось, косуля, по следам пребывания марал, медведь, выдра.

При общем анализе состояния представленных фитоценозов отмечено, что растительность на протяжении маршрута от пос. Степановка до г. Канск, а также на исследуемых площадках, типична для данных биоценозов (темнохвойная тайга, светлохвойная тайга, смешанный лес) и представлена значительным разнообразием фитосообществ 49 %. В кадастр входит 28 видов, включенных в Красную книгу Красноярского края, произрастающих на исследуемой территории. На маршруте было зафиксировано 19 видов растений, находящихся под угрозой исчезновения. Впервые были отмечены 4 вида растений, не внесенные в кадастр охраняемых видов данной территории, но находящихся под угрозой исчезновения: лук однобратственный (*Allium monadelphum* Less. ex Kunth), осмориза остистая (*Osmorhiza aristata* (Thunb.) Rydb), лилейник желтый (*Hemerocallis lilio-asphodelus* a. *flava*), жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum* L.). Зафиксировано произрастание 15 видов, подтвержденных, ранее внесенные в кадастр охраняемых видов. Не отмечены 12 видов, внесенных в кадастр охраняемых видов на данной территории.

Степень антропогенной нарушенности растительности определялась по критериям отклонения состава и структуры растительных сообществ от коренного их состояния.

К числу отмеченных прямых воздействий относятся непосредственное уничтожение растительности (вырубка леса, сдирание дернины, вытаптывание участков с растительностью, лесные дороги) не более 11 % (таблица 1).

Таблица 1 – Площадное соотношение ландшафтов на маршруте р. Кунгус – р. Агул – р. Кан с разными степенями нарушенности

Степень нарушенности	% состояния исследуемых площадок к общей нитке маршрута (198 км.)
Условно ненарушенные	49,0 %
Слабо нарушенные	40,0 %
Средне нарушенные	11,0 %

Отмеченные косвенные воздействия опосредованы другими факторами, которые меняет антропогенная деятельность: колебания уровня грунтовых вод, изменение микроклимата, загрязнение воды и почвенного покрова.

Анализ и оценка нарушенности природных комплексов позволяет констатировать достаточно высокую степень сохранности типичных биоценозов на отрезке маршрута от пос. Степановка до – с. Амонаш, далее степень антропогенного влияния существенно возрастает, выводя состояние исследуемых биоценозов на уровень средне нарушенных комплексов. Наибольшая степень антропогенного влияния отмечена на площадке прирусловой открытой поляны с низкой травянистой растительностью ниже центра г. Канска на левом берегу.

Наличие средне нарушенных природных комплексов свидетельствует о необходимости проведения мероприятий по сохранению растительных сообществ на основе мониторинга и прогноза изменений в растительных сообществах.

В целом, за исключением отдельных участков на маршруте, большинство ландшафтных комплексов находится в равновесном состоянии, естественные процессы в них протекают без заметных отклонений, что внушает надежду на дальнейшее благополучное их существование и сохранение в них основных механизмов саморегуляции.

При общей оценке экологического состояния биваков и прилегающих биотопов на маршруте свидетельствует о незначительных антропогенных нагрузках. Очевидно, что при развитии данного направления (с учетом зафиксированных коммерческих плотов), организация обустроенных туристских стоянок в удобных местах и в необходимом количестве, поможет свести к минимуму стихийно организуемые места стоянок отдыхающими.

Организация эколого-туристских маршрутов в исследуемом районе поможет регулировать и контролировать потоки туристических групп и позволит значительно снизить рекреационную нагрузку на пойменные и таежные ландшафты.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что при правильном оснащении новых маршрутов рекреационное влияние на природные комплексы регулируется и значительно снижается.

Выводы:

1. Ландшафтные комплексы на маршрутных точках уникальны и типичны для высокогорного комплекса Восточного Саяна, закономерно изменяясь по высотам: спелые березово-еловых зеленомошные с типичным таежным разнотравьем на высотах от 884–851 м. над ур. моря, далее смена на елово-пихтовые с мохово-лишайниковым покровом на высоте 960 м. над ур.моря и елово-пихтовые багульниковые мохово- лишайниковые на высоте 935 м. над ур.моря, на высотах от 641 до 509 представлены елово-березвые и сосновые мелко травные комплексы, 447 до 408 распространены березово-еловые высокотравные комплексы, ниже 369 отмечены березово-сосновые комплексы с луговым низкотравьем.

2. Большинство ландшафтных комплексов находится в равновесном состоянии, естественные процессы в них протекают без заметных отклонений, имеет высокую степень психолого-эстетической привлекательности (перцепции).

3. Составлена карта маршрута по дням с детальным описанием прохождения каждого участка и обозначением природных и антропогенных препятствий.

4. По итогам орнитологических учетов на маршруте зафиксированы 7 видов птиц, включенных в Красную книгу России: серый журавль, скопа, коростель, филин, иглохвостый стриж, сибирская горихвостка, зимородок. Из млекопитающих отмечены визуально лось, косуля, по следам пребывания марал, медведь, выдра.

5. Фитоценологическая оценка пробных площадок показала высокую степень сохранности типичных пойменно-таежных видов высших растений, здоровый зрелый, ценный древостой (пихта, лиственница, ель, сосна сибирская, сосна обыкновенная). Наличие подроста свидетельствует о качественной сукцессии в исследуемых биотопах и естественном возобновлении древостоя.

6. При суммарной оценке экологического состояния биваков и прилегающих биотопов свидетельствует о незначительных антропогенных нагрузках.

7. Организация эколого-туристских маршрутов в исследуемом районе поможет регулировать и контролировать потоки туристических групп и позволит значительно снизить рекреационную нагрузку на пойменные и таежные ландшафты.

8. Прохождение маршрута позволило актуализировать маршрут с возможными местами стоянок, провести инвентаризацию видового состава флоры и фауны, выявить наличие видов, занесенных В Красную книгу, определить степень антропогенного влияния. На маршруте помимо природных объектов, много населенных пунктов с богатой историей (дер. Петропавловка, Ашкаул, Амонаш, пос. Бражное), посещение и изучение которых помогает формировать патриотизм, прививает гордость за Красноярский край.

9. Бесспорное преимущество экологического туризма в том, что он может стать эффективным средством и ресурсом экологического просвещения населения, содействовать установке научных, образовательных и культурных связей с другими территориями [14]. Искусство заключается в том, чтобы использовать этот маршрут для привлечения организованного потока туристов в Ирбейский и Канский районы без ущерба для экосистем.

Список литературы

1. Власенко, В.И. Структура и динамика лесной растительности заповедных территорий Алтае-Саянской горной страны / В.И. Власенко. – М.: МСОП, 2003. – 484 с.

2. Все Вести [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vsevesti24.ru/kriminal/sekta-pod-krasnoyarskom/. – Дата обращения: 01.11.2023.

3. Данилина, Н. Р. Из доклада на Российско-Американском семинаре «Экотуризм и ООПТ» / Н. Р. Данилина. – Смоленск: НП Смоленское поозерье,1997. – С. 13–15.

4. Карта памяти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://memory-map.1sept.ru/#/memorial-7036/type=map&center=55.681369,95.743413&zoom=13. – Дата обращения 12.10.2023.

5. Канские ведомости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kvgazeta.ru/articles /vot-moya-derevnya-ashkaul. – Дата обращения 12.10.2023

6. Константинов, Ю. С. Детско-юношеский туризм: Учебно-методическое пособие / Ю. С. Константинов. – М.: ФЦДЮТиК, 2006. – 455 с.

7. Муравьёв, А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса: Учебно-методическое пособие / А.Г. Муравьёв. – Изд. 2-е, допол. и расшир. – СПб.: Крисмас+, 2000. – 128 с.

8. НКК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gnkk.ru/articles/139230/. – Дата обращения 12.10.2023.

9. Основы туристической деятельности. – М.: РМАТ, 2001. – 245 с.

10. Программа туристско-краеведческого движения обучающихся Российской Федерации «Отечество»: Утв. зам. Министра общего и профессионального образования РФ 8.12.1998 г.

11. Пособие по составлению отчетов о туристских походах, путешествиях и спортивных турах / сост. А. А. Алексеев. – М., 2005. – Режим доступа: https://turizm.primkray.ru/sites/default/files/files/Алексеев%20А_А_%20ПОСОБИЕ%20ПО%20СОСТАВЛЕНИЮ%20ОТЧЕТОВ%20О%20ТУРИСТСКИХ%20ПОХОДАХ.pdf?ysclid=lycxd1ybtz775595163. – Дата доступа: 15.06.2024.

12. Ротанова, И. Н. Оценка нарушенности ландшафтов природного парка «Предгорье Алтая» [Электронный ресурс] / И. Н. Ротанов, В. В. Гайда // Информационная кейс-система Алтайского государственного университета. – Режим доступа: https://case.asu.ru/files/form_ 312-26451.pdf. – Дата обращения: 01.12.2023.

13. Тарасенок, А. С. Виды экологического туризма / А. С. Тарасенок // Туризм и отдых. – 2000. – №21. – С.10–18.

14. Туризм и отраслевые системы: Учебник для ВУЗов / под ред. В.А. Квартального. – М.: Российская международная академия туризма, 2002. – 272 с.

15. Чипура, С. В. Эколого-географическая характеристика пешего туристического маршрута станция Выдрино – река Снежная – озеро Байкал: разработка и апробация / С. В. Чипура // Экономика. Сервис. Туризм. Культура. (ЭСТК 2015): VXII Международная научно-практическая конференция: сборник статей / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. – С. 136–144.

S. R. ORLOVA, V. A. PAVLOVA

COMPREHENSIVE ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE KUNGUS RIVER – AGUL RIVER – KAN RIVER WATER TOURIST ROUTE

Krasnoyarsk Park of Flora and Fauna "Roev ruchey",
Lyceum № 3,
Krasnoyarsk, Russian Federation,
schipura@yandex.ru

The article presents an ecological and geographical description of a tourist waterway traveled as part of a 10-day children's and youth complex ecological and landscape expedition along the mountain taiga rivers of Eastern Siberia. An assessment of the technological complexity of the route, an ecological and geographical description of the coastal complexes with an inventory of endangered flora and fauna representatives was carried out. The authors assess the role of natural tourism for the Krasnoyarsk Territory.

Key words: water tourism, inventory of species, ecological condition of coastal complexes, technological characteristics of the waterway.

УДК 622.331

А. Д. ОТРОХ, Т. К. ПЕТРОВСКАЯ

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФА В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского», г. Калуга, Российская Федерация, otrokhad@studklg.ru, PetrovskayaTK@tksu.ru

Среди природных местных ресурсов органического сырья Брянской области, потенциально используемых в топливно-энергетическом комплексе является торф. Брянская область располагает неограниченными его запасами, но при этом, испытывает ощутимый отраслевой дефицит. Ориентиры (индикаторы) расширения использования торфа включены в раздел «Использование возобновляемых источников энергии и местных видов топлива» Энергетической стратегии России на период до 2030 года [1].

Ключевые слова: Брянская область, торф, месторождения торфа, добыча торфа, использование торфа, виды торфа.

Добыча и использование торфа в России берет начало с середины XIX века. Первый торфяной завод был построен на Брянщине в 1875 году, на территории торфяного месторождения «Пальцо» Брянского района. В середине XX века Советский союз являлся лидером по добыче торфа во всем мире. К 1975 году добыча торфа в СССР достигла 90 млн. тонн. Торф в широких масштабах использовался в энергетическом и сельскохозяйственном секторах [2]. В Брянской области торф использовался на крупнейших электростанциях области: Брянской районной (БРЭС), Клинцовской, Суражской ТЭЦ, на ряде предприятий Клинцов, Суража и др.

В современных реалиях на территории России действует более несколько торфо- добычных и перерабатывающих предприятий. На рисунке 1 представлено распределение организаций торфяной отрасли, владеющих лицензией на добычу торфу по регионам России.

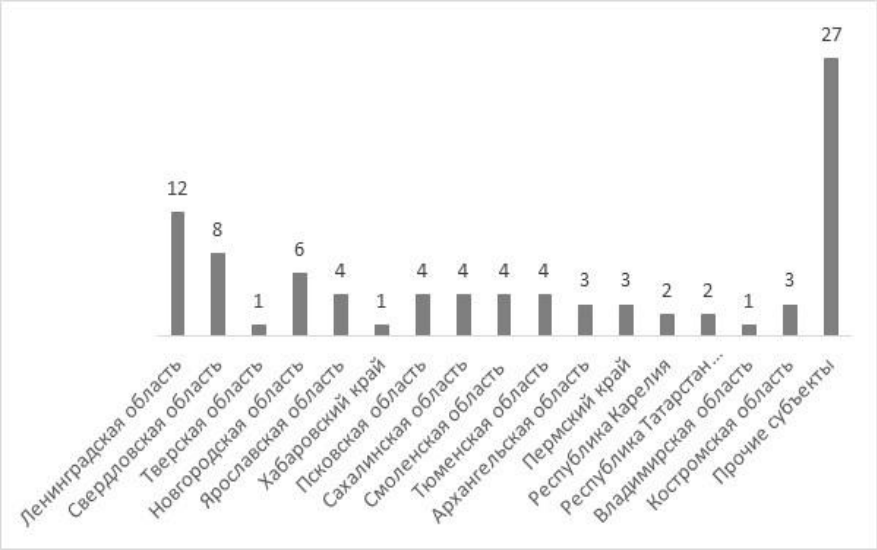


Рисунок 1– Количество лицензий на добычу торфа по регионам России (Составлено автором с использованием [3])

Торф и продукты переработки используются как органическое удобрение в сельском хозяйстве, и как топливо (брикеты торфяные) [3]. Территория Брянской области

занимает 11 место в Центральном Федеральном округе (ЦФО). Вместе с лесными торфяными залежами площадь их достигает 125 тысяч гектаров (12 % от всех торфяников ЦФО). Область характеризуется достаточными объемами торфяных ресурсов, повсеместным распространением на территории с плотностью загрязнения менее 1 Ки/км, что указывает на безопасное применение данного торфа [4]. Наиболее крупные месторождения торфа в области: «Кожановское», «Ректа» в Клинцовском районе, «Чистое», «Теплое» – в Брянском, «Вязовское» – в Жуковском Районах Брянской области.

На балансе числится 872 торфяных месторождений общей площадью 65 101,0 га. Запасы торфа кат. А + В + С1 – 174 063 тыс. т, кат. С2 – 5 787 тыс. т, забалансовыми – 93 268 тыс. т. Из них 642 месторождения площадью более 10 га с суммарными запасами кат. А + В + С1 – 174 063 тыс. т, С2 –5 787 тыс. т, забалансовыми – 89 412 тыс. т.

В распределенном фонде недр находится 2 разрабатываемых месторождения площадью 551 га в нулевой границе, с суммарными балансовыми запасами кат. А + В + С1 – 1 488 тыс. т, забалансовыми – 397 тыс. т. В нераспределенном фонде недр учитываются 640 месторождений, площадью 112 653 га в нулевой границе, с суммарными запасами кат. А + В + С1 – 172 575 тыс. т., кат. С2 – 5 787 тыс. т, забалансовые – 89 015 тыс. т., в том числе: 396 – резервные, 86 – перспективные для разведки. Наиболее крупными месторождениями являются «Навлинское», «Руженские луга», «Пойма реки Неруссы», «Пальцо», «Чистое», «Общее», «Конское», «Алешинское», «Крушинское», «Брянское» и некоторые другие. Здесь преобладают умеренно-зольные, осоковые, тростниковые, древесно-осоковые, сфагновые торфы.

По состоянию на 01.01.2006 г. в Брянской области добыча торфа велась на двух месторождениях – «Кожановское» в Красногорском районе и «Пойма р. Рамасухи» в Почепском районе. Суммарная добыча составила 2,7 тыс. т. в год

С в 2019 году добыча для энергетического сектора не ведется [5]. На данный момент торф в Брянской области используется как долго действующее удобрение. При этом следует отметить, что долгое время торф шел главным образом на топливо с учетом дефицита электроэнергии в области, что свидетельствует о крайне неэффективном его использовании. Из торфа производят газ, его применяют в качестве бытового коммунального топлива и рассматривают как перспективный и недорогой ресурс для получения электроэнергии, так как при горении он выделяет много тепла. Торф является достойной альтернативной заменой углю, древесине, мазуту и солярке. Как топливо торф используется в разных установках горения и газификации. При подборе оптимального режима агрегата достигается высокая эффективность теплоотдачи. В таблице 1 представлено в каких видах торф используется в качестве топлива [6].

Таблица 1 – Виды торфа, используемых для топлива [6]

Вид	Характеристика	Примечание
1	2	3
Рассыпной (фрезерный) торф	Для сжигания во взвешенном виде в камерных, пневматических или вихревых топках.	Полное выгорание топлива происходит в результате многократной циркуляции крупных частиц в вихревом факеле
Кусковой торф	Получаемый в результате слабого прессования после его добычи из залежей. По энергетическим качествам он не уступает бурому углю, а при высокой температуре из него образуется кокс	По сравнению с каменным углем он отличается хрупкостью и сгорает быстрее

Окончание таблицы 1

1	2	3
Торфяной брикет	Спрессованный на технологическом оборудовании	Подходит для сжигания в твердотопливных котлах для отопления частных домов и бань
Торфяные пеллеты (гранулы)	Производятся на производственной линии	Для отопления
Газифицированный торф	Получаемый по экономичной технологии путем газовой генерации	Для отопления

Сравнительная таблица энергетической ценности основных видов топлива для отопления представлена в таблице 2 [7].

Таблица 2 – Сравнительная таблица энергетической ценности основных видов топлива для отопления [7]

Вид топлива	Единицы измерения	Удельная теплота сгорания			Эквивалент популярных видов		
		ккал	кВТ	МДж	природный газ, $м^3$	солярка, л	мазут, л
Брикеты торфяные (влажность 15 %)	1, кг	4 200	4,9	17,58	0,525	0,408	0,433
Торф куксовой (влажность 40 %)	1, кг	2 900	3,6	12,1	0,363	0,282	0,299
Торф, крошка	1, кг	2 590	3	10,84	0,324	0,251	0,267
Высушенная древесина (влажность 50–60 %)	1, кг	1 940	2,2	8,12	0,243	0,188	0,2
Уголь древесный	1, кг	6 510	7,5	27,26	0,814	0,632	0,671
Газ природный	1, $м^3$	8 000	9,3	33,5		0,777	0,825
Электричество	1 кВт/ч	864	1	3,62	0,108	0,084	0,089

На рисунке 2 дана характеристика теплоотдачи различных видов топлива для твердотопливного котла. Несмотря на то, что торф по теплоотдаче уступает некоторым видам топлива, он более рентабелен с точки зрения экологической и экономической составляющих.

Торфоэнергетика является безотходным и экологичным производством, при сжигании 90 % процентов уходит в тепло и практически безвредный дым. При замене угля сланцев и мазута на торф, снижение загрязнения атмосферного воздуха выбросами оксидов серы происходит по сравнению с углем в 4–24 раза, сланцем – в 9 раз, мазутом – в 6 раз. Выброс твердых взвешенных частиц снижается в 2–19 раз по сравнению с углем [8]. Зола, образующаяся в сухом остатке, представляет собой ценнейшую добавку в почвенный покров. Сравнительный анализ цен представлен на рисунке 3, где показано, что диапазон ценового разброса не высок. Если сравнивать торфяные брикеты с дровами и углем, то 1 тонна торфяных брикетов равняется 2-м тоннам угля, равняется 5 $м^3$ дров. Соответственно в ценовом эквиваленте – 6 700 руб = 13 000 руб = 6 500 руб.

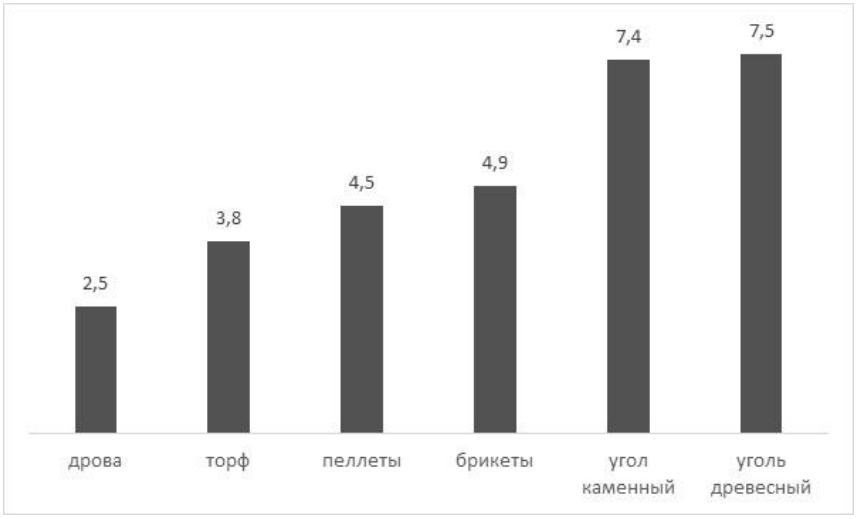


Рисунок 2 – Теплоотдача топлива для твердотопливного котла [Составлено автором]

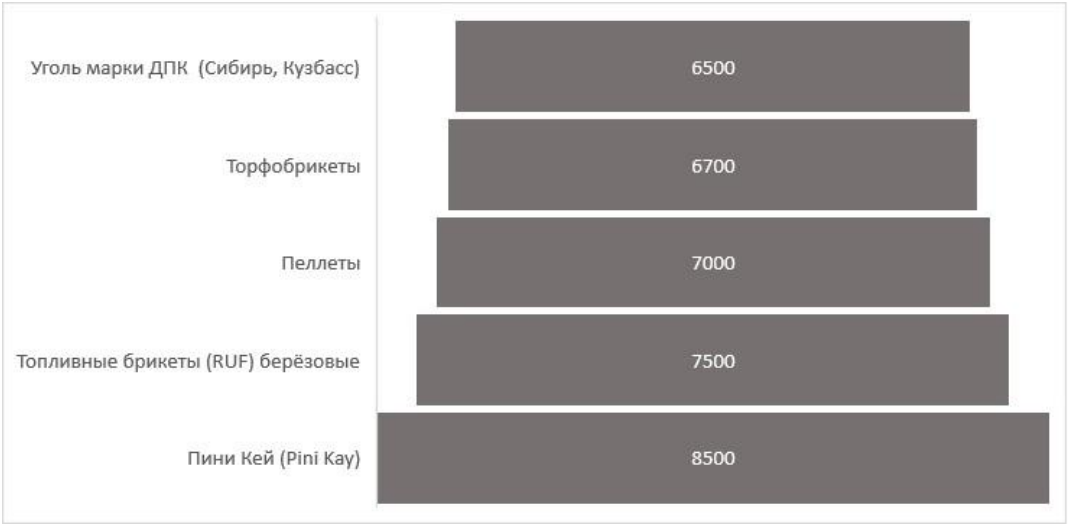


Рисунок 3 – Сравнительный анализ цен на энергоносители, руб/т (Составлено автором, с использованием [9])

Для отопления торфом индивидуально-жилищных строений (ИЖС) используют торфяные брикеты (таблица 3). Размерные характеристики 17×7×3–10 с, зольностью 15–17 %. Вес стандартного брикета – 20 кг, время горения 8–9 часов. Таким образом одного стандартного брикета весом 20 кг, достаточно для отопления дома площадью 120 кв. метров [10]. Использование торфа для отопления сельских домов можно рассчитать по формуле:

$$T = Рт^{1}\frac{0,3}{\frac{N_c}{4}}ОС \cdot 25,$$

где Рт – запасы торфа;

Nc – численность сельского населения;

4 чел. – среднее численность в каждой семье;

25 кг – средний расход топлива;

ОС – количество суток отопительного сезона [11].

Таблица 3 – Использование торфа для отопления сельских домов в Брянской области

Рт, тыс. тонн	Nc, чел.	Средняя численность в каждой семье, чел.	Средний расход топлива, т	ОС, дней	Т, тонн	Общая стоимость, руб.
174 063	372 684	4	0,025	180	2,5	16 750
Примечание: составлено автором						

Таким образом, переработка торфа на брикетных заводах с получением брикетов торфяных поможет снять нагрузку с коммунально-бытового сектора, особенно в сельских населенных пунктах.

Использование торфа в тепло- и электроэнергетике перспективно в Брянской области по следующим причинам: достаточные объемы ресурсов; повсеместная распространенность, что позволяет вести их добычу и использование на месте.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р // Гарант.Ру. – Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/96681/?ysclid=lyd09wk13037525933. – Дата доступа: 15.06.2024.

2. Толстопятова, А. А. Перспективы торфяной промышленности в России / А. А. Толстопятова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 1. – С. 84–87.

3. Алпеева, Е. А. Торфяная промышленность Российской Федерации: проблемы и перспективы / Е. А. Алпеева, М. С. Гончаров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3. – С. 121–130.

4. Тимошенко, Е. С. Агрохимическая характеристика переходных и низинных торфов Брянской области: автореф. дисс. … канд. сел.-хоз. наук / 06.01.04; Брянск. гос. аграр. акад. – Брянск, 2017. – 23 с.

5. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Брянской области на 15.03.2021 г.: подготовлена ФГБУ «ВСЕГЕИ» в рамках выполнения Государственного задания Федерального агентства по недропользованию от 14.01.2021 г. № 049-00016-21-00. – Режим доступа: https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202104/aa16bf5291333e42b2554b1d6f9225dc.pdf. – Дата доступа: 15.06.2024.

6. Торф как вид топлива: свойства, плюсы и минусы [Электронный ресурс] // Энергосети России. – Режим доступа: https://energoseti.ru/articles/torf-kak-vid-topliva-svoystva-plyusy-i-minusy. – Дата доступа: 15.06.2024.

7. Торф как топливо [Электронный ресурс] // Грунтовозов. – Режим доступа: https://gruntovozov.ru/chasto-zadavayemiye-voprosy/primenenie-torfa/torf-kak-toplivo. – Дата доступа: 15.06.2024.

8. Штин, С. М. Применение торфа как топлива для малой энергетики / С. М. Штин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № 7. – С. 82–96. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-torfa-kak-topliva-dlya-maloy-energetiki. – Дата доступа: 15.06.2024.

9. Дрова – надежный и проверенный источник тепла! [Электронный ресурс] // Первая угольная компания. – Режим доступа: https://gosugol.ru/drova.html. – Дата доступа: 15.06.2024.

10. Отопление торфом частного дома [Электронный ресурс] // Отопление, водоснабжение. – Режим доступа: https://resant.ru/otoplenie-torfom.html. – Дата доступа: 15.06.2024.

11. Инфопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://infopedia.su/30x17d97.htm. – Дата доступа: 15.06.2024.

A. D. OTROKH, T. K. PETROVSKAYA

ANALYSIS AND PROSPECTS OF PEAT USE IN THE BRYANSK REGION

K. E. Tsiolkovsky Kaluga State University,
Kaluga, Russian Federation,
otrokhad@studklg.ru, PetrovskayaTK@tksu.ru

Peat is one of the natural local resources of the organic raw materials of the Bryansk region, potentially used in the fuel and energy complex. The Bryansk region has unlimited reserves of it, but at the same time, it is experiencing a significant sectoral deficit. Benchmarks (indicators) for the expansion of peat use are included in the section "Use of renewable energy sources and local fuels" Russia's energy strategy for the period up to 2030 [1].

Key words: Bryansk region, peat, peat deposits, peat extraction, peat use, types of peat.

УДК 614.71(470-25)

С. К. ПАВЛОВ, А. А. СИТНОВА, В. В. ЛИТВИНЕНКО

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В РАЙОНЕ ПЕРОВО ГОРОДА МОСКВЫ

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»,
г. Москва, Российская Федерация,
sergey.pavlov.0342@gmail.com, anna.mari.020304@mail.ru

В работе проведена оценка загрязнения воздуха одного из самых быстрорастущих и развивающихся районов города Москвы – Перовского, на северо-западе которого присутствуют малые промышленные предприятия, а по границе района проходит крупная автодорожная магистраль – шоссе Энтузиастов.

Ключевые слова: воздух, углекислый газ, формальдегид, ЛОС, экология, воздух, Перовский район, Москва.

В 1925 г. был образован город Перово, объединивший территории посёлка Перово и села Пекуново, а в 1960 г. город Перово вошёл в состав Москвы; ещё до этого к Москве были присоединены посёлки Владимирский и Перово Поле. С 1960-х годов в районе началась массовая жилая застройка. Сейчас же район является «спальным», в нём проживает около 135 тыс. человек и находится множество образовательных организаций. При этом Перово остается одним из промышленных центров Москвы [1]. Ведущие промышленные предприятия района: Московский прожекторный завод (основан в 1932 г.), НПП «Салют» (основан в 1942 г.), Московский электродный завод (основан в 1933 году), один из старейших предприятий Москвы завод «Компрессор» (основан прусским предпринимателем А. К. Дангауэром (нем. Heinrich Carl Dannhauer) в 1869 г.), Московский локомотиворемонтный завод (Перовские вагонные мастерские основаны в 1901 г.), завод «Нефтепродукт». Промышленные предприятия в Перове основаны в конце XIX в. – 1-й половине XX в. Большее количество предприятий специализируется на машиностроении [2].

Исходя из всего вышеизложенного, целью работы является оценка степени загрязнения приземного слоя воздуха Перовского района города Москвы. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить точки исследования и провести замеры состояния атмосферного воздуха в данных точках;

2. На основе полученных данных оценить степень загрязнённости призменого слоя воздуха от промышленных предприятий и автотранспорта.

Измерения проводились в мае 2024 года, при благоприятных погодных условиях (температура около 20 градусов, отсутствие осадков) с помощью портативного газоанализатора, в двенадцати точках района, по трем показателям: углекислый газ, летучие органические соединения (ЛОС), формальдегид. Также были использованы термогигрометр и анемометр, так как температура влияет на скорость протекания химических процессов, а скорость ветра влияет на скорость развеивания вредных веществ. В районе параметры были измерены в течение дня, длительность измерений в каждой точке составляла 10 минут.

Авторами было выбрано 13 точек (рисунок 1) в наиболее характерных участках района и наиболее равномерно по нему распределенных: музей Вадима Сидура, Мемориал воинам-афганцам, выход из метро Перово, детская поликлиника, перекрестки дорог. Результаты исследований представлены в таблице 1.

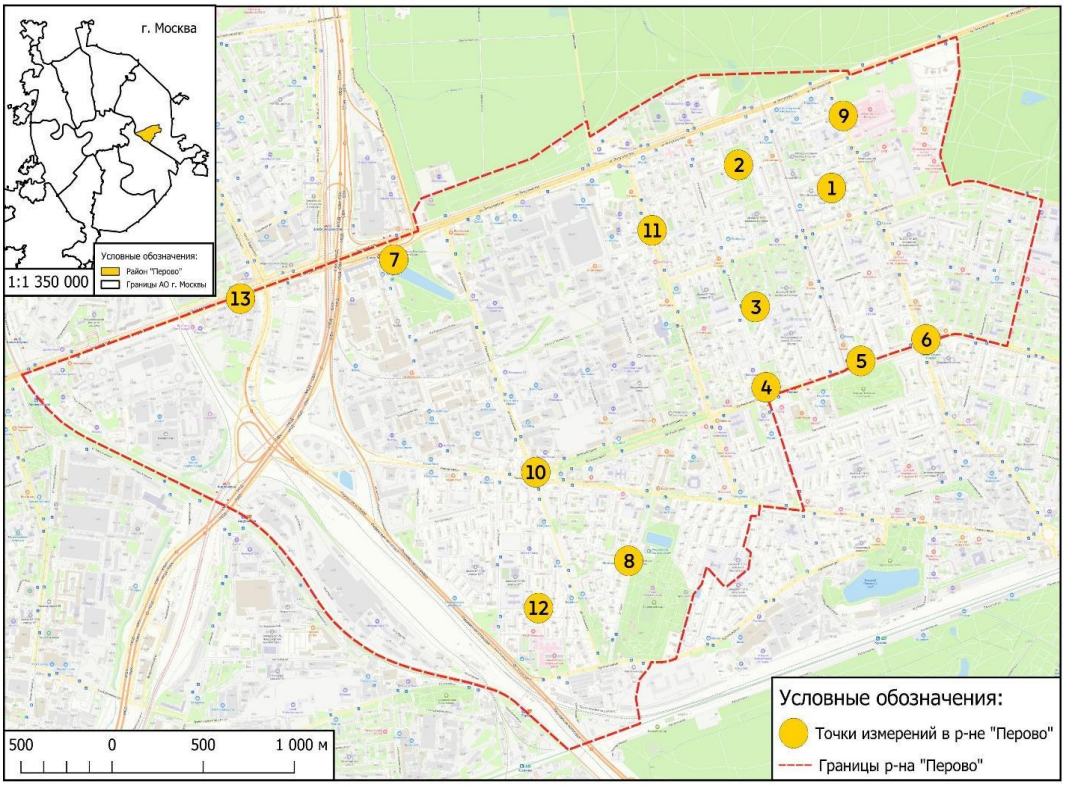


Рисунок 1 – Карта расположения точек измерения в муниципальном районе «Перово» (составлено авторами)

Таблица 1 – Результаты измерений воздуха района Перово

Название	CO^2, ppm	ЛОС, мг/м^3	Формальдегид, мг/м^3	Температура, °С	Скорость ветра, м/с
1. Институт им. Ершова	385	0,020	0	20,3	0
2. Парк Перовская слобода	385	0,020	0	21,6	0
3. Детская поликлиника № 7	470	0,090	0,013	21,6	0
4. Метро Перово, выход 3	395	0,020	0	24,5	0,5
5. Мемориал воинам афганцам	385	0,015	0	22,9	0
6. Музей Вадима Сидура	395	0,020	0	24	1,3
7. Метро Шоссе Энтузиастов, выход 1	400	0,012	0	23,8	0
8. Знаменская церковь	385	0,010	0	24	1
9. МКНЦ им. Логинова	380	0,011	0	25	1
10. Пересечение Зеленого проспекта и Перовской улицы	400	0,023	0	25	0
11. Школа 1852, корпус 1	390	0,018	0	24	1
12. Больница 4	385	0,003	0,007	24	0
13. Медсанчасть №55	420	0,027	0	24	0
ПДК	**400**	**0,005**	**0,01**		

В Российской Федерации уровень концентрации различных токсичных веществ регламентируется нормами СанПиН-21 предельно допустимая концентрация (ПДК) формальдегида в воздухе, согласно нему – 0,01 мг/м^3 [3]. В РФ законодательством не предусмотрено ПДК для летучих органических соединений, так как это целый комплекс веществ. Наиболее распространенным представителем летучих органических веществ является бензол, а его содержание в воздухе регламентируется нормами СанПиНа-21 – 0,005 мг/м^3, на него мы и будем ориентироваться. Углекислый газ сам по себе не наносит вреда человеку, но он замещает кислород в воздухе, что затрудняет дыхание, поэтому мы выбрали концентрацию 400 ppm, как предельно допустимую, поскольку именно такое количество CO_2 в среднем характерно для атмосферного воздуха.

Точка 1 расположена непосредственно у входа в институт имени Ершова. По результатам, показатели углекислого газа в этой точке не превышают норму (385 ppm), количество летучих органических соединений превышает допустимую норму в 4 раза (0,020 мг/м^3), Формальдегида в воздухе не обнаружено.

Точка 2 находится в парке Перовская слобода. Показатели углекислого газа находятся в пределах нормы (385 ppm). Показатели ЛОС превышены в 4 раза (0,020 мг/м^3). Формальдегид не обнаружен.

Точка 3 расположена у входа в детскую поликлинику № 7. Здесь располагается стройка жилых зданий. Используемые материалы при строительстве домов оказывают негативное влияние на атмосферу. Показатели углекислого газа превышают норму и составляют 470 ppm. ЛОС также выходит за пределы нормы и составляет 0,090 мг/м^3. Формальдегид составляет 0,013 мг/м^3.

Точка 4 находится у 3 выхода из метро Перово. Показатели углекислого газа находятся в пределах нормы (395 ppm). Показатели ЛОС выходят за пределы нормы и составляют 0,020 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен.

Точка 5 расположена у мемориала воинам-афганцам. Показатели углекислого газа находятся в пределах нормы (385 ppm). Показатели ЛОС превышают допустимые значения в 3 раза и составляют 0,015 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен.

Точка 6 находится у входа в музей Вадима Сидура. Показатели углекислого газа находятся в пределах нормы (395 ppm). Показатели ЛОС выходят за пределы допустимых значений и составляют 0,020 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен.

Точка 7 расположена у 1 выхода из метро Шоссе Энтузиастов. Показатели углекислого газа не превышают критической отметки (400 ppm). Показатели ЛОС превышают нормы и составляют 0,012 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен.

Точка 8 находится у входа в Знаменскую церковь. Показатели углекислого газа находятся в пределах нормы (385 ppm). Показатели ЛОС составляют 0,010 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен.

Точка 9 находится у входа в МКНЦ им. Логинова. Показатели углекислого газа не превышают допустимых значений (380 ppm). Показатели ЛОС превышены в 2 раза и составляют 0,011 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен.

Точка 10 расположена на пересечении улиц Зеленого проспекта и Перовской. Показатели углекислого газа для данной точки не превышают допустимых значений (400 ppm). Показатели ЛОС превышены в 4 раза и составляют 0,023 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен.

Точка 11 находится у входа в 1 корпус школы 1852. Показатели углекислого газа составляют 390 ppm – это норма. Показатели ЛОС превышены в 3 раза и составляют 0,018 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен.

Точка 12 расположена у входа в больницу № 4. Показатели углекислого газа находятся в пределах нормы (385 ppm). Показатели ЛОС находятся в пределах нормы (0,003 мг/м^3). Формальдегид присутствует и составляет 0,007 мг/м^3.

Точка 13 находится у входа в медсанчасть №55. Показатели углекислого газа составляют 420 ppm. Показатели ЛОС превышены в 5 раз и составляют 0,027 мг/м^3. Формальдегид не обнаружен. Значения концентраций углекислого газа и ЛОС в точках представлены на рисунках 2, 3.

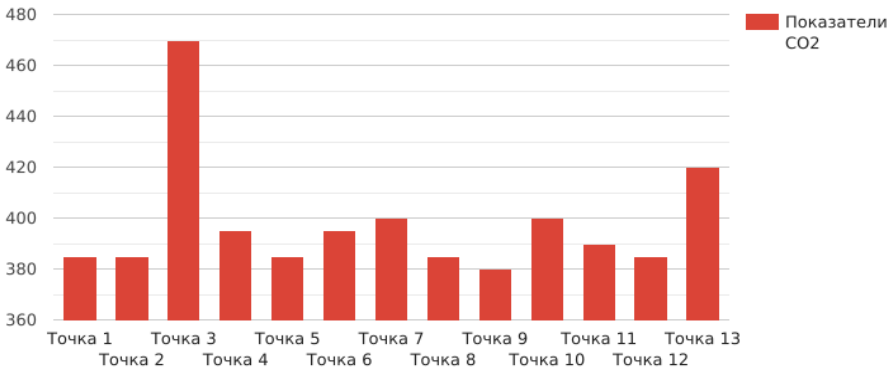


Рисунок 2 – Концентрация углекислого газа в воздухе района Перово

Как видно из данных на рисунке 1, наибольшие значения CO2 характерны для точек 3 и 13, что может быть связано с выбросами автотранспорта и строительными работами в точке 3.

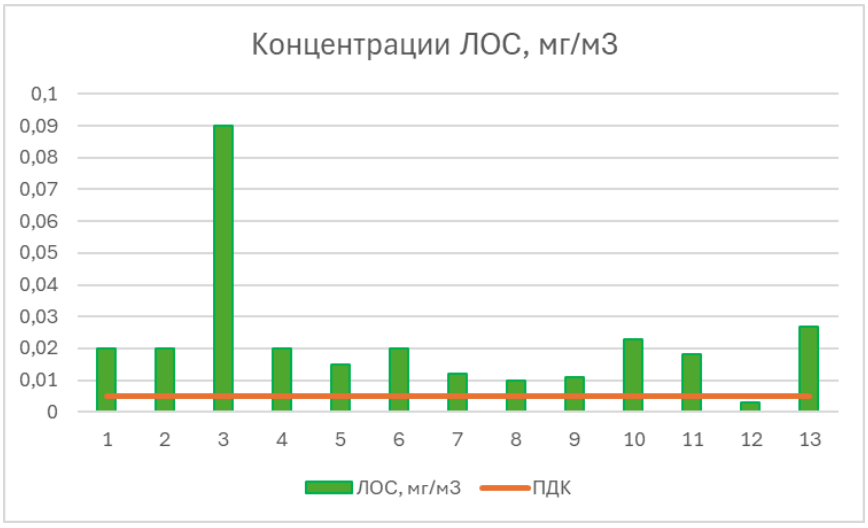


Рисунок 3 – Концентрации ЛОС в воздухе района Перово

Концентрации ЛОС превышены во всех точках, но в точках 3 и 13 – наиболее значительно. Предположительно, основное влияние оказывает деятельность автотранспорта, но не исключается и влияние действующих промышленных объектов.

Подводя итог ко всему вышесказанному, можно сделать вывод: о том, что ситуация с качеством воздухе в районе Перово может оцениваться как сложная. Концентрация углекислого газа лишь в двух из тринадцати точек превышает условные нормативные значения в 400 ppm, однако, из всех трёх газов, диоксид углерода оказывает наименьшее негативное воздействие на организм, однако является парниковым газом. По формальдегиду показатели незначительно (1,3 ПДК) превышены только в точке 3, что может быть также связано со строительными работами. По ЛОС наблюдается наиболее сложная ситуация, на двенадцати из тринадцати точек показатели превышают норму, а на 3 точке показатель составил 0,090 мг/м^3, что почти в 20 раз превышает допустимые значения по бензолу.

Список литературы

1. Перово [Электронный ресурс] // Сайт мэра Москвы. – Режим доступа: https://perovo.mos.ru/?ysclid=lya4v0pw8d830099303 (дата обращения: 30.06.2024).
2. Сайт управы района Перово. – Режим доступа: http://mosopen.ru/region/perovo/goverment/70 (дата обращения: 30.06.2024).
3. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2, 2021. – 469 с. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=7D20K3&section=text (дата обращения: 07.07.2024).

S. K. PAVLOV, A. A. SITNOVA, V. V. LITVINENKO

ASSESSMENT OF AIR POLLUTION IN THE PEROVO DISTRICT OF MOSCOW

Moscow Pedagogical State University,
Moscow, Russian Federation,
sergey.pavlov.0342@gmail.com, anna.mari.020304@mail.ru

The paper assesses air pollution in one of the fastest growing and developing districts of Moscow – Perovo, with the number of small industrial enterprises, and a major highway – Entuziastov Highway – runs along the border of the district.

Key words: air, carbon dioxide, formaldehyde, VOCs, ecology, air, Perovo district, Moscow.

УДК 504.05/.06

В. Р. ПЕРЕСТОРОНИНА[1], А. Р. ПЕРЕСТОРОНИНА[2],
Э. А. АБРАМОВА[1], О. В. ПЕРЕСТОРОНИНА[3]

БИОДЕГРАДАЦИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА ЛИЧИНКАМИ ВОСКОВОЙ МОЛИ (*GALLERIA MELLONELLA* L.)

[1]ГОУДО Тульской области «Центр дополнительного образования детей»,
г. Тула, Российская Федерация,
abramea@mail.ru,
[2]ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России,
г. Курск, Российская Федерация,
aquaexpert@mail.ru,
[3]МБОУ «Центр образования № 55» имени Александра Ильича Миронова,
г. Тула, Российская Федерация,
aquaexpert@mail.ru

В работе рассматривается возможность биодеградации полиэтилена личинками большой восковой моли (Galleria mellonella L.). Определены оптимальные условия содержания и разведения личинок. Представлены экспериментальные данные о влиянии синтетических полимеров на развитие личинок восковой моли. Установлено оптимальное соотношение – питательный субстрат/полиэтилен. Доказана эффективность биодеградации полиэтилена личинками восковой моли.

Ключевые слова: полиэтилен, биодеградация, восковая моль, личинка, морфометрический анализ, питательный субстрат.

В современном мире сложно найти человека, который не использовал бы пластиковые изделия. Наиболее распространенным видом пластика, который выбрасывается в мусорные контейнеры являются мусорные мешки и пакеты для завтрака, бутылки из-под воды, газированных напитков, соков, молока.

Известно, что в естественных условиях пластик разлагается очень долго, по некоторым данным до 700 лет [3]. Проблема велика и требует незамедлительных решений.

Имеются сведения о возможности переработки синтетических полимеров личинками восковой моли [1, 2], однако вопрос изучения влияния синтетических полимеров на процессы жизнедеятельности личинок исследователями не изучался, а эффективность биодеградации не определялась.

Актуальность данного исследования не вызывает сомнения, опубликованная нами статья в журнале «Юный ученый» вызвала интерес, и мы получили предложение о научном сотрудничестве от Федерального проектного института «Экология будущего».

В связи с этимцелью нашего проекта является разработка метода переработки полиэтилена с помощью личинок восковой моли *Galleria mellonella* L.

1. Разведение личинок проводили в конструкции для выращивания «Молярий» при температуре 30 °С и влажности 60–70 % в полной темноте. Объем конструкции 1 000 мл. Количество личинок в каждой опытной группе 30 (из одной кладки яиц маточной культуры). Средняя масса личинок, куколок. Данный показатель определялся взвешиванием на электронных весах с точностью до 0,001 г.

2. Длина личинок определялась с помощью миллиметровой линейки.

3. Выживаемость вычислялась путем расчета процента оставшихся личинок на момент завершения опыта. Эксперимент продолжался до наступления стадии куколки.

4. Определение возраста личинок проводится путем измерения ширины головной капсулы, используя бинокулярный микроскоп МБС-10 с калибровочным окуляром-микрометром при х40.

5. Для статистической обработки полученного материала использовали пакет программ Microsoft Excel. Рассчитывали среднее арифметическое (M), ошибку средней (m), стандартное отклонение (SD).

Проведенное нами исследование состояло из нескольких этапов. На первом этапе определили оптимальные условия содержания и разведения *Galleria mellonella* L. Выращивание личинок в лабораторных условиях проводили в термостате в стеклянных контейнерах с плотно закрывающейся крышкой и сеткой для аэрации.

Нами был установлен температурный режим, влажность, необходимость освещения на стадии имаго и его отсутствие после откладки самками яиц, скорость размножения (таблица 1).

Таблица 1 – Условие содержания личинок *G. mellonella* L.

Показатели	Ед. изм.	Результат
Оптимальная температура	°С	30–33
Относительная влажность	%	50–75

Также установили жизненные стадии развития *G. mellonella* L. в условиях лаборатории (рисунок 1).

Рисунок 1 – Жизненный цикл развития *Galleria mellonella* L.

Яйца самка восковой моли откладывает партиями, кладка продолжается в течение четырех дней. Яйца большой восковой моли белого цвета, округлые. Развитие яйца продолжается 6–8 суток. Вышедшая из яйца личинка длинной 1 мм, размер головной капсулы 1,15–1,25 мм, что соответствует I жизненной стадии. Возраст личинок проводили путем измерения ширины головной капсулы, используя бинокулярный микроскоп. Личинки растут около 30 суток, проходя несколько стадий линьки. Затем личинка окукливается и через 14–15 дней из куколки появляется бабочка (стадия имаго). Взрослое насекомое (имаго) живет приблизительно 20–30 дней. Произвести точный подсчет было достаточно сложно. Второй этап представляет собой исследование, посвященное изучению влияния синтетических полимеров на процессы жизнедеятельности личинок *Galleria mellonella* L.

Мы считаем, что, используя правильное соотношение питательного субстрата и полиэтилена можно обеспечить его эффективное биологическое разложение с помощью личинок *Galleria mellonella*, мы использовали полиэтиленовые пакеты для завтрака. Пакеты измельчались, размер кусочков составлял примерно 10×10 миллиметров, а затем смешивались с пасечными вытопками.

На данном этапе исследования составили схему по изучению влияния синтетических полимеров на личинки восковой моли. Для этого выделили 3 опытные группы и 1 контрольную. Личинок помещали в стеклянные колбы по 10 штук. В качестве питательного субстрата использовали пасечные вытопки (таблица 2).

Таблица 2 – Состав питательной среды

	Ед. изм.	(пасечные вытопки/полиэтилен)
Контроль	%	100/0
Опытная группа 1	%	80/20
Опытная группа 2	%	50/50
Опытная группа 3	%	0/100

Кормовой базой контрольной группы были пасечные вытопки без добавления полиэтилена. В опытной группе № 1 – соотношение пасечных вытопок и полиэтилена составляло – 80/20 %; в опытной группе № 2 – 50/50 %; в опытной группе № 3 – только полиэтилен.

Одновременно проводили морфометрический анализ личинок. Установили массу и размер головной капсулы (таблица 3). Эксперимент продолжался до наступления стадии куколки.

Таблица 3 – Морфометрический анализ

	Масса личинок, г	Размер головной капсулы, мм
Контроль	0,23	2,18
Опытная группа 1	0,21	2,09
Опытная группа 2	0,16	1,9
Опытная группа 3	0,12	1,75

С увеличением количества полиэтилена в питательном субстрате уменьшается масса личинок и размер головной капсулы.

Разница с контролем 1 и 2 опытной группы составляет 0,02 мм, в 3 опытной группе разница существенная, поскольку питательная среда, состоящая из 100 % полимеров, не имеет питательных веществ для развития личинок *G. mellonella.*

Также нами исследовались такие жизненно важные показатели как: выживаемость, подвижность и образование кокона (рисунки 2–4). Согласно схеме эксперимента, в опытной и контрольных группах было по 10 личинок.

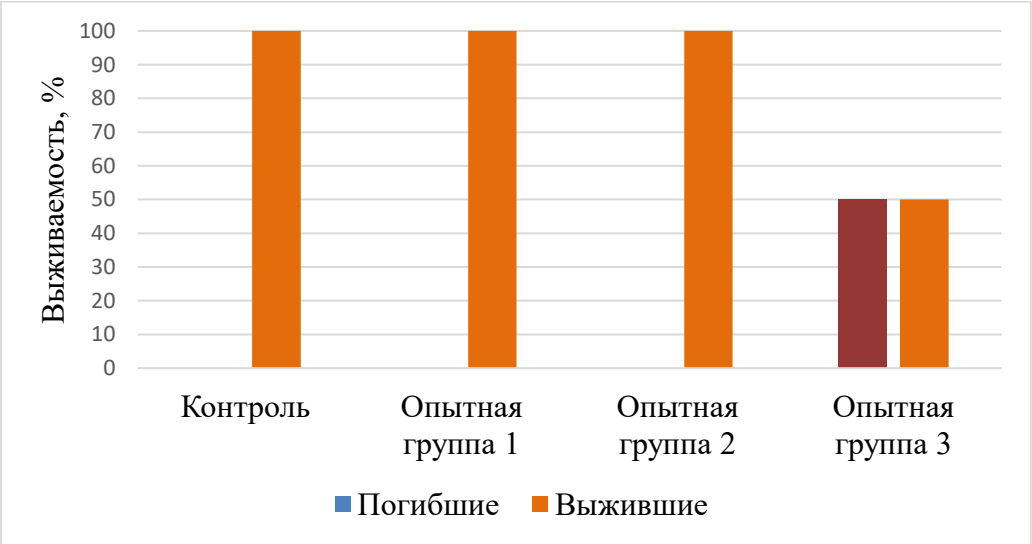


Рисунок 2 – Выживаемость личинок восковой моли в зависимости от соотношения питательней субстрат/полиэтилен

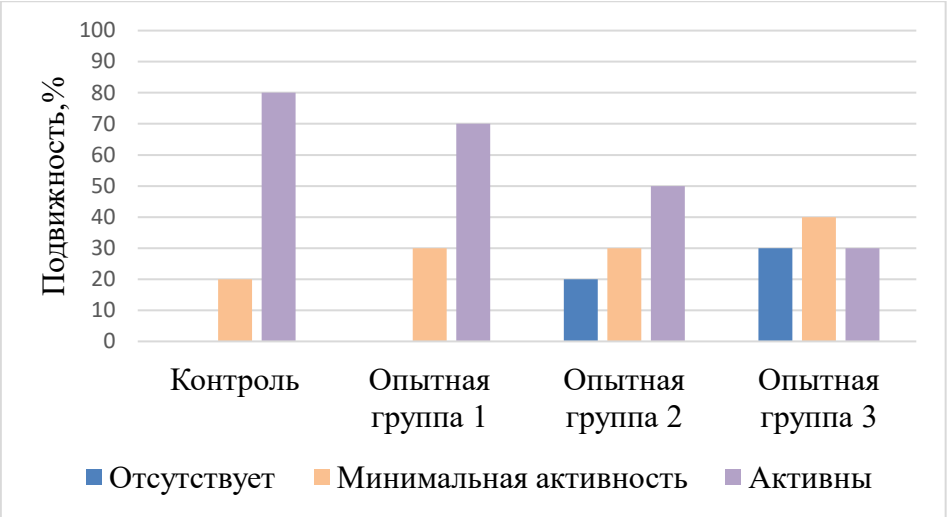


Рисунок 3 – Подвижность личинок восковой моли в зависимости от соотношения питательней субстрат/полиэтилен

Рисунок 4 – Образование кокона личинками восковой моли в зависимости от соотношения питательней субстрат/полиэтилен

После проведения эксперимента было установлено оптимальное соотношение – питательный субстрат/полиэтилен. Оптимальным принятым соотношение – 80/20 (опытная группа 1) и 50/50 (опытная группа 2). Несмотря на то, что морфометрический анализ и жизненно важные показатели были выше в опытной группе 1, личинки опытной группы 2 на протяжение всего эксперимента имели 100 % выживаемость и 70 % личинок образовывали полный кокон, что говорит о прохождении всех стадий жизненного цикла.

Третья опытная группа, где в качестве питательного субстрата использовался только полиэтилен, характеризуется 50 % выживаемостью, низкими показателями массы и размера головной капсулы (меньшее количество линек), что свидетельствует о недостатке питательных веществ. Также 40 % личинок опытной группы 3 не образует кокона, а, следовательно, не завершает свой полный жизненный цикл.

По результатам проведенного исследования о влиянии полиэтилена на процессы жизнедеятельности *Galleria mellonella* L. для проведения заключительного эксперимента нами были выбраны личинки1 и 2 опытных групп. Третью опытную группу мы исключили из дальнейших исследований в связи с тем.

Для проверки эффективности биодеградации пластика по 30 личинок в каждой опытной группе помещались в стеклянные контейнеры. Полиэтилен массой 2 г измельчался и вносился вместе с питательным субстратом в соотношении 80/20 % для опытной группы 1 и 50/50 % для опытной группы 2.

Через 30 суток определяли эффективность биодеградации. Данные представлены на рисунке 5.

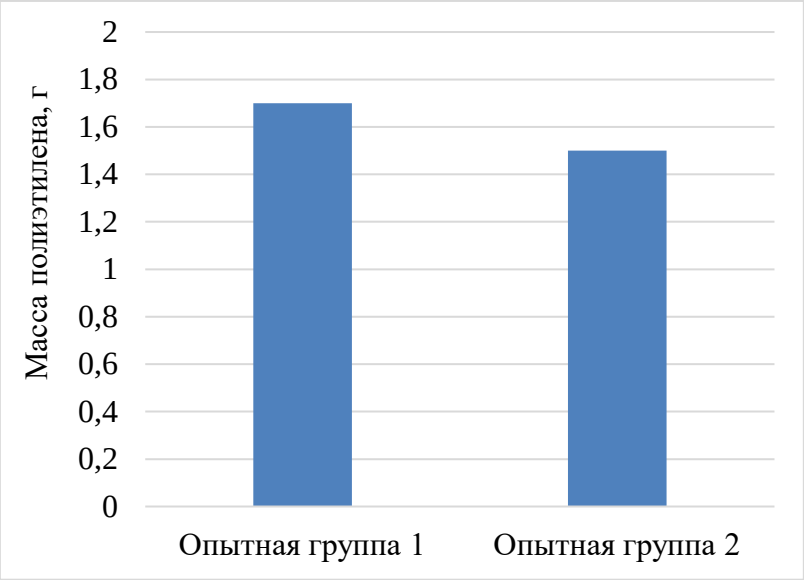


Рисунок 5 – Биодеградация полиэтилена личинками восковой моли

Необходимо отметить, что на протяжении всего эксперимента личинки активно потребляли полиэтилен. Уже через сутки на полиэтилене начали появляться характерные повреждения (рисунок 6).

Рисунок 6 – Полиэтилен, поврежденный личинками восковой моли *Galleria mellonella* L.

Масса одного полиэтиленового пакета составляет 1-2 г, а это значит, что за 30 суток 30 личинок опытной группы 1 перерабатывают полиэтиленовый пакет на 85 %, опытной группы 2 на 75 %.

Исследование заключительного этапа проекта позволяет сделать вывод о том, что использование личинок *Galleria mellonella* L. является перспективным направлением, которому следует уделять внимание.

Список литературы

1. Астахов, П.С. Исследование биодеградации пластика личинками восковой моли / П. С. Астахов, Е. Д. Мурзина // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т. XXXIV. – № 11. – С 71–72.

2. Коновалова, Т. В. Лабораторное содержание и разведение большой восковой огневки *Galleria mellonella* L. / Т. В. Коновалова // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2009. – Вып. 4. – 2009. – С. 46–48.

3. Никитин, А. А. Изучения состава пластиковых изделий / А. А. Никитин, Ю. С. Чернышева // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции «Концепции устойчивого развития науки в современных условиях». – Стерлитамак, 2017. – С. 52–54.

V. R. PERESTORONINA[1], A. R. PERESTORONINA[2]
E. A. ABRAMOVA[1], O. V. PERESTORONINA[3]

BIODEGRADATION OF POLYETHYLENE BY WAX MOTH LARVAE (*GALLERIA MELLONELLA* L.)

[1]State Educational Institution of Additional Education of the Tula Region
"Center for Additional Education of Children",
abramea@mail.ru,
Tula, Russian Federation,
[2]Kursk State Medical University
Kursk, Russian Federation,
aquaexpert@mail.ru,
[3]Alexander Ilich Mironov Municipal Budgetary General Education Institution
"Education Center № 55",
Tula, Russian Federation,
aquaexpert@mail.ru

The paper deals with the possibility of biodegradation of polyethylene by larvae of the big wax moth (GalleriaMellonellaL.). Optimal conditions of larvae maintenance and breeding are determined. Experimental data on the influence of synthetic polymers on the development of wax moth larvae are presented. The optimal ratio – nutrient substrate/polyethylene – was established. The efficiency of polyethylene biodegradation by wax moth larvae was proved.

Key words: polyethylene, biodegradation, wax moth, larva, morphometric analysis, nutrient substrate.

УДК 664.1.03:621.691

М. А. ПЕЧЕРИЦА[1], Д. Р. МОЙДИНОВ[1], А. М. ШАМАРОВ[2], Е. Г. СТЕПАНОВА[1]

ПОДГОТОВКА ЭКСТРАГЕНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУЙНЫХ АППАРАТОВ

[1] ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар, Российская Федерация,
map200000@mail.ru,
[2]Высшая школа кибернетики, математики и статистики
Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова,
г. Москва, Российская Федерация,
schmax@mail.ru

В работе описан способ совершенствования экстрагирования сахара с использованием паровоздушного эжектора. Дано описание конструкции ошпаривателя со встроенным эжектором. Применение экологически безопасного экстрагента для эжекции растительного материала обеспечивает равномерность прогрева стружки при сохранении ее прочности и упругости.

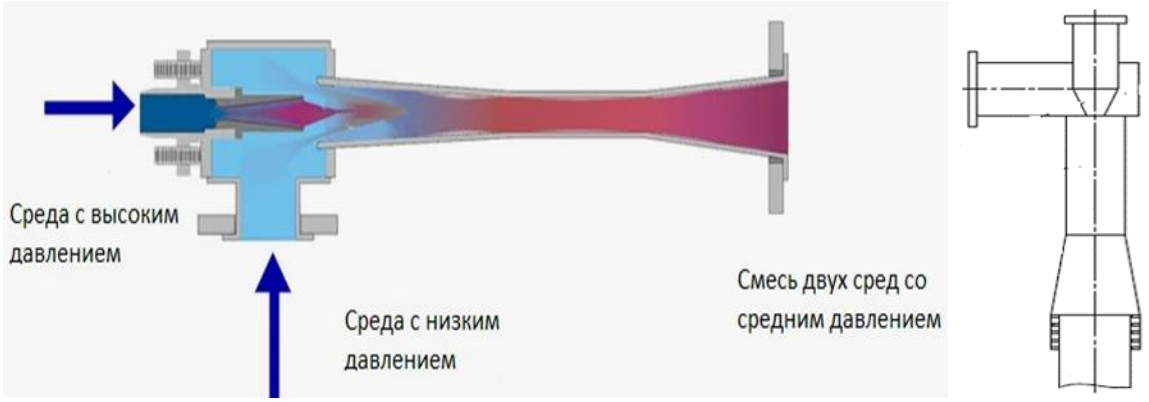
Ключевые слова: экстрагирование, паровоздушный эжектор, диффузор, камера смешения.

При экстрагировании целевых компонентов из растительного сырья важное значение имеет способ предварительной подготовки материала [1, 2]. В производственных условиях термоплазмолиз осуществляют с применением химических реагентов на основе солей кальция, алюминия или аммония при температуре свыше 70 ºС в течение 15–20 минут. Такое воздействие приводит к перегреву материала, нарушает проницаемость слоя и ухудшает условия экстрагирования.

По результатам анализа научно-технической литературы новым направлением совершенствования подготовки свекловичной стружки к экстрагированию является применение струйных газодинамических устройств. В целях сокращения времени высокотемпературного воздействия на стружку и исключения использования солевых растворов предложено использовать паровоздушный эжектор. Эжекторы представляют собой газодинамические устройства, служащие для передачи кинетической энергии высоконапорной среды к другой низконапорной среде. По закону Бернулли в камере смешения создаётся пониженное давление, вызывающее всасывание низконапорного потока в смесь взаимодействующих сред. Принципиальная схема эжектора изображена на рисунке 1 (а). В основу усовершенствованной конструкции принят вертикальный паровой ошпариватель, в котором термоплазмолиз стружки производится паром, нагнетаемым через форсунки, установленные на валу аппарата [3]. В данной работе предложено подачу паровоздушной смеси осуществлять эжектором (рисунок 1 (б)) через щелевые отверстия вертикального полого вала.

Паровоздушная смесь в отличие от острого пара не увлажняет стружку конденсатом, а равномерно нагревает ее, проникая через зазоры между стружкой, сохраняя пористость и проницаемость движущегося слоя. Для получения параметров смеси в камеру смешения в радиальный патрубок эжектора направляется воздух при 35 ºС [4] и давлении 150,0 кПа и в осевой патрубок – перегретый пар при 103,2 ºС и давлении 106,8 кПа. Степень повышения полного давления эжектируемого пара в результате взаимодействия с эжектирующим воздухом равна 1,35 [5]. При частоте вращения полого

вала 80 об/мин расчетное время нагрева стружки до 75 ºС составляет 96 с, что достаточно для денатурации протоплазмы клеток. При этом исключается локальный перегрев стружки. Воздух, подаваемый на эжекцию, может нагнетаться из помещения, охлаждая цех до комфортных температур. Эжектор имеет простую конструкцию и не требует дополнительных затрат на обслуживание, а эжектируемая смесь не содержит химических реагентов.



а б

Рисунок 1 – Принципиальная схема эжектора

Таким образом, замена в ошпаривателе форсунок на эжектор упрощает конструкцию, а подготовка экстрагента проводится экологически безопасным способом.

Список литературы

1. Грачев, Н. А. Технические аспекты разработки оборудования при перевооружении сахарных заводов / Н. А. Грачев, А. В. Зубко, Е. Х. А. Мунассар, М. А. Печерица, Е. Г. Степанова, О. И. Никонов // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2020. – Т. 29. – С. 26–32.

2. Кошевая, С. Е. Методы интенсификации экстрагирования сахара / С. Е. Кошевая, Е. Г. Степанова, М. А. Печерица // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: Сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2023. – С. 399–403.

3. Патент на изобретение RU 2332466. Ошпариватель свекловичной стружки. Заявка № 2007108174/13 от 05.03.2007. Опубл. 27.08.2008.

4. Печерица, М. А. Рациональное использование тепла отработанного воздуха и технологических жидких сред в условиях свеклосахарного производства / М. А. Печерица, Е. Г. Степанова // Механика, оборудование, материалы и технологии: Электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2022. – С. 702–708.

5. Степанова, Е. Г. Расчет движения газового потока в сопле Лаваля / Е. Г. Степанова, А. А. Сотников, И. В. Питерских, Р. А. Жлобо // Механика, оборудование, материалы и технологии. Электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2022. – С. 686–691.

M. A. PECHERITSA[1], D. R. MOIDINOV[1], A. M. SHAMAROV[2], E. G. STEPANOVA[1]

PREPARATION OF THE EXTRACTANT USING INKJET DEVICES

[1]Kuban State Technological University,
Krasnodar, Russian Federation,
map200000@mail.ru,
[2]Higher School of Cybernetics, Mathematics and Statistics
of Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russian Federation,
schmax@mail.ru

The paper describes a method for improving sugar extraction using a steam-air ejector. A description of the scalding device design with an integrated ejector is given. The use of an environmentally friendly extractant for the ejection of plant material ensures uniform heating of the chips while maintaining its strength and elasticity.

Key words: extraction, steam-air ejector, diffuser, mixing chamber.

УДК 911.5:502.2

П. П. ПИКМУЛИНА, З. Н. КВАСНИКОВА

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕКИ БАСАНДАЙКА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Российская Федерация, pikcha21@yandex.ru, zojkwas@rambler.ru

В статье приведены результаты определения значимости свойств ландшафтов, расположенных на юго-востоке Томской области Российской Федерации в бассейне реки Басандайка. Проведенные исследования базируются на результатах работ в области ландшафтного планирования, одного из актуальных методов прикладного ландшафтоведения. В результате оценки выявлено, что более 35 % исследуемой территории можно отнести к высокозначимым ландшафтам, компоненты которых соответствуют эталонному состоянию зональных южно-таежных (подтаежных) геосистем Западно-Сибирской равнины.

Ключевые слова: ландшафтное планирование, оценка значимости, Томская область.

Ландшафтное планирование является одним из инструментов комплексного решения проблем взаимодействия природы и общества. Применение методов ландшафтного планирования актуально не только для организации особо охраняемых территорий (национальных парков, заповедников и др.), но и для урбанизированных территорий, где наблюдается неудовлетворительная экологическая обстановка. Значимостью в ландшафтном планировании называется уровень соответствия данного состояния какого-либо компонента некоему эталону представлений о необходимом состоянии этого компонента природной среды.

Методика определения значимости является одним из необходимых этапов в ландшафтном планировании, так как позволяет распределить антропогенную нагрузку таким образом, чтобы сохранялись основные функции природных комплексов и его компонентов [1].

Исследуемый район – бассейн р. Басандайки расположен на юго-востоке Томской области. Площадь водосбора составляет 409 км^2, на которой у Басандайки насчитывается 87 притоков общей длиной 168 км. Является правым притоком р. Томи. Устье Басандайки расположено в 5 км от границ областного центра – города Томска (рисунок 1).

В орографическом отношении территория является западной частью Приаргинской наклонной равнины и находится на границе Западно-Сибирской равнины и отрогов Кузнецкого Алатау. Абсолютные высоты здесь достигают 270 м – это самый возвышенный и хорошо дренируемый участок Томской области. В бассейне р. Басандайки преобладают абсолютные высоты от 150 до 210 м. Рельеф исследуемого района разнообразен: пойма шириной от 1 до 5 м, 2 разновозрастные террасы, склоны междуречья, осложненные балками, оврагами, а в центральных его участках развиты западины (депрессии). Доминируют склоны крутизной от 0 до 7°. Но на правобережье встречаются склоны междуречья крутизной до 25°. В бассейне р. Басандайка значения горизонтального расчленения рельефа составляют от 1 до 1,5 км/км^2, вертикальное расчленение рельефа – 30–40 м, из чего можно сделать вывод, что исследуемая территория характеризуется высокой расчлененностью рельефа [4].

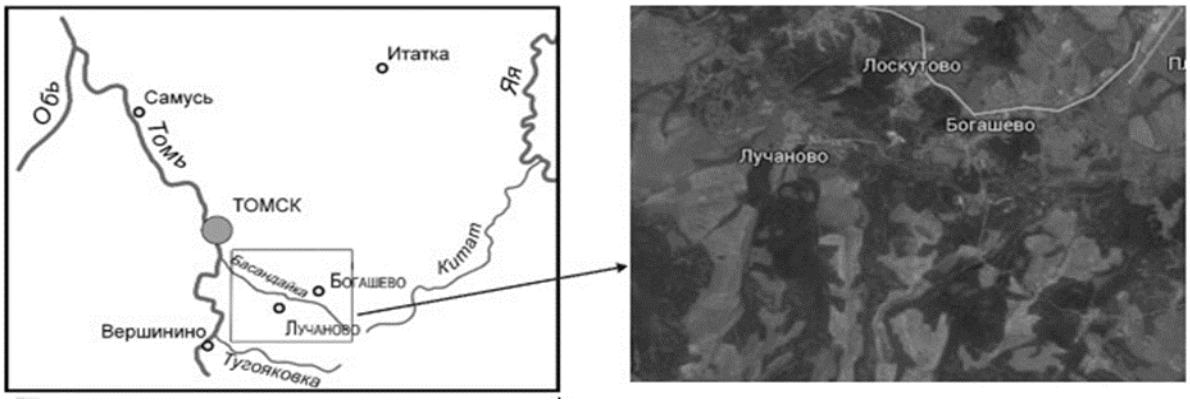


Рисунок 1 – Положение исследуемого района на территории Томской области (выполнен авторами)

Климат исследуемой территории является: умеренно-циклонический, переходный от умеренно-континентального к резко-континентальному [3]. В таких природных условиях доминирующим типом растительности являются леса на серых лесных суглинистых почвах.

Нет единого мнения о приуроченности данной территории к одной природной зоне: по мнению ряда исследователей, бассейн р. Басандайки относится к зоне тайги, южной подзоне. Другие ученые называют этот район подтайгой или подзоной мелколиственных лесов. Основными лесообразующими породами являются хвойные виды: ель сибирская, пихта сибирская, сосна обыкновенная. Второй ярус часто представлен осиной и берёзой. Среди лесов наиболее распространен пихтово-березовый лес, также часто встречается осиново-березово-кедровый и кедровый леса.

Кроме природных ландшафтов склоны междуречья, выровненные участки террас заняты землями сельхозяйственного назначения: пашни и пастбища. Так как бассейн р. Басандайка самый возвышенный и наименее заболоченный в Томской области, то здесь расположены основные массивы сельхозугодий, площадь пашни достигает 20 % от всего бассейна.

Не смотря на высокую антропогенную трансформацию здесь отмечены ареалы распространения растений и животных, занесенных в Красную книгу Томской области и Красную книгу России [5]. Наличие такой флоры и фауны является одним из критериев оценки значимости ландшафтного планирования. Среди краснокнижных растений на суходольных лугах, в разреженных высокотравных березняках, по южным склонам междуречья можно встретить борец бородатый. На открытых хорошо прогреваемых склонах в составе уникальных реликтовых фрагментов степной растительности, не характерной для местных зонально-климатических условий произрастает живучник гибридный, истод сибирский. В разреженных хвойных и мелколиственных лесах, на пойменных лугах р. Басандайки и ее притоков встречается водосбор сибирский, зверобой большой. По сырым берегам рек произрастает мятлик расставленный. Кроме перечисленных растений в пределах исследуемого района можно встретить и другие растения, занесенные в Красную книгу Томской области.

Среди животных обитающих в бассейне р. Басандайка в подтаежных лесах обитает сибирская белозубка, сибирская косуля. Крутые склоны логов и речных террас, в непосредственной близости от ручьёв и речек, покрытые берёзовым и берёзово-осиновым лесом с богатым разнотравьем являются местообитанием лесостепного сурка. Встречается серая цапля и орлан-белохвост.

Кроме критерия уникальность – наличия на территории редких видов растений и животных для оценки значимости комплексов учитывались также ландшафтное и биологическое разнообразие и сохранность природных комплексов. Оценка значимости осуществлялась на основе ландшафтной карты бассейна р. Басандайки, составленной А. С. Гальченко [2].

С учетом вышеуказанных критериев нами все геосистемы были разделены на 4 группы:

1. Высокозначимые, к ним относятся ландшафты, где существующее состояние природной среды почти тождественно исходному – 1 балл.

2. Среднезначимые, к ним относятся ландшафты, где современное состояние природной среды близко к исходному – 2 балла.

3. Малозначимые, где исходное состояние природной среды может быть восстановлено – 3 балла.

4. Незначимые, где современное состояние среды не соответствует исходному и не может быть восстановлено в настоящее время – 4 балла.

На основе, присвоенных ландшафтам баллов, была составлена карта оценки значимости ландшафтов на исследуемую территорию (рисунок 2).

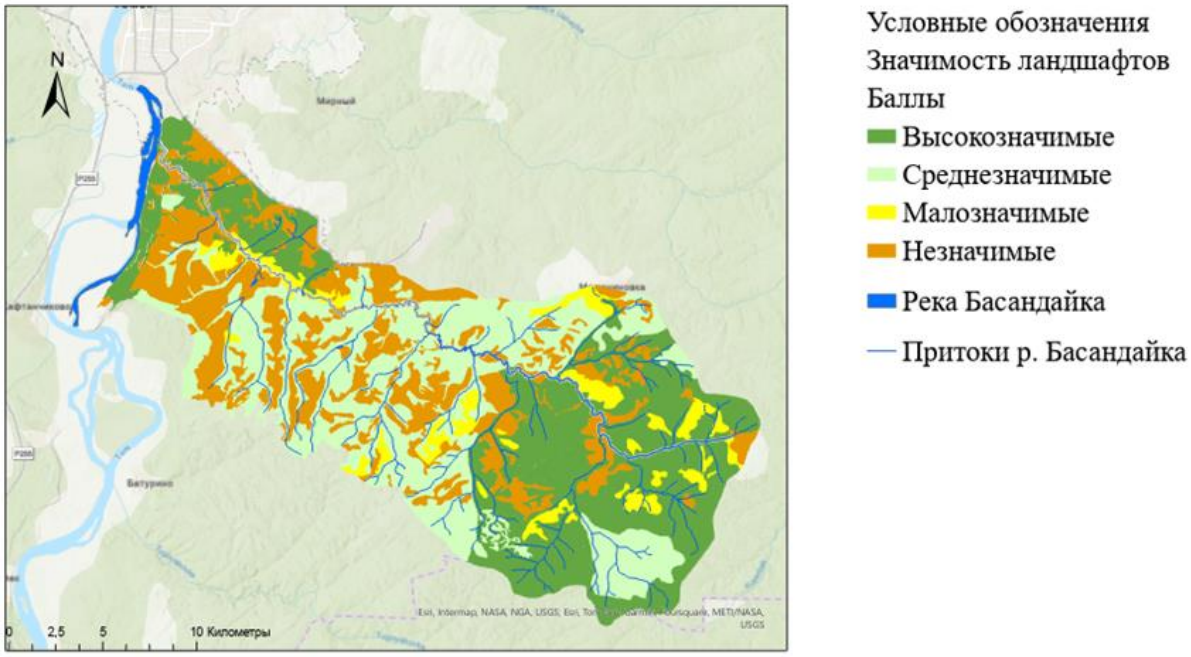


Рисунок 2 – Карта оценки значимости ландшафтов в пределах р. Басандайка (выполнен авторами)

К высокозначимым комплексам нами отнесены выровненные участки террасы и склоны междуречья со смешанными хвойно-мелколиственные лесами из ели сибирской, пихты сибирской, сосны обыкновенной с подлеском из осины и берёзы. Они больше всего соответствуют эталонным зональным биотопам и занимают достаточно большую площадь – 143 км^2, что составляет 35 % от общей площади исследуемой территории. Такие ландшафты расположены фрагментарно в северо-западной части исследуемого участка и достаточно крупным общим массивом в юго-восточной части бассейна р. Басандайки.

Массивы чистых хвойных лесов на этой территории имеют чаще всего антропогенное происхождение, это так называемые припоселковые кедровники и сосняки. В настоящее время часть таких лесов уничтожается шелкопрядом. К среднезначимым комплексам также отнесены мелколиственные мелколиственные леса на гривистых, склоновых поверхностях междуречья. Такие комплексы занимают чуть меньшие площади (133 км^2), но распространены по всему бассейну р. Басандайки, в основном в центральной части.

Выровненные поверхности террасы Басандайки, крутые склоны междуречья с разнотравно-злаковыми лугами отнесены к малозначимым ландшафтам. Они расположены фрагментарно по всему исследуемому участку и занимают всего 25 км^2 от общей площади бассейна, что составляет 8 %.

В группу незначимых ландшафтов отнесены селитебные ландшафты и сельскохозяйственные земли (пашни), они занимают 106 км^2 или 25 % от общей площади территории и располагаются фрагментарно по всему исследуемому участку. Большинство незначимых ландшафтов находятся в западной части исследуемого участка.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что более 60 % бассейна р. Басандайка занимают высокозначимые и среднезначимые комплексы, которые несмотря на антропогенное влияние города Томска продолжают выполнять средоформирующую и средозащитную функции использования ландшафтов. Тем не менее использование таких природных комплексов должно быть регламентировано и осуществляется под строгим контролем природоохранных служб.

Список литературы

1. Вантеева, Ю. В. Определение значимости и чувствительности ландшафтов на ключевых участках Южного Прибайкалья для организации устойчивого природопользования / Ю. В. Вантеева, С. В. Солодянкина // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2014. – Т. 7. – С. 46–64.
2. Гальченко, А. С. Оценка экологической стабильности ландшафтов Кожевниковского района / А. С. Гальченко // Динамика и взаимодействие геосфер Земли: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию подготовки в Томском государственном университете специалистов в области наук о Земле, 8-12 ноября 2021 года: в 3 т. Т. 3. – Томск: Томский ЦНТИ, 2021. – С. 24–26.
3. Евсеева, Н. С. География Томской области / Н. С. Евсеева – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2001. – 223 с.
4. Каширо, М. А. Эколого-геоморфологические исследования бассейна р. Басандайки (Томская область) / М. А. Каширо, Т. Н. Жилина, М. С. Васильева [и др.] // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 362. – С. 184–188.
5. Красная книга Томской области. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Элиста: Процвет, 2023. – 580 с.

P. P. PIKMULINA, Z. N. KVASNIKOVA

ASSESSMENT OF THE SIGNIFICANCE OF LANDSCAPES WITHIN THE BASANDAYKA RIVER

National Research Tomsk State University,
Tomsk, Russian Federation,
pikcha21@yandex.ru, zojkwas@rambler.ru

The article presents the results of determining the significance of the properties of landscapes located in the southeast of the Tomsk region of the Russian Federation in the Basandaika river basin. The conducted research is based on the results of work in the field of landscape planning, one of the current methods of applied landscape science. As a result of the assessment, it was revealed that more than 35% of the study area can be classified as highly significant landscapes, the components of which correspond to the reference state of the zonal southern taiga (subtaiga) geosystems of the West Siberian Plain.

Key words: landscape planning, significance assessment, Tomsk region.

УДК 579.64

В. О. ПОДОВА
Научный руководитель: Т. Н. МАКАРЕВИЧ,
учитель биологии квалификационной категории «учитель методист»

TRICHODERMA VIRIDE. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ И ПРОВЕРКА ПОЛЕЗНЫХ СВОЙСТВ НА ПРАКТИКЕ

ГУО «Лицей им. Ф. Э. Дзержинского Белорусского государственного университета»,
г. Минск, Республика Беларусь,
podovavika@gmail.com

Для культивирования полезных микроскопических грибов вида Trichoderma viride из биопрепарата были подобраны и приготовлены различные питательные среды, выделена чистая культура, которая была пересажена на перловую крупу. Изучено влияние кислотности среды на рост и развитие гриба, его воздействие на скорость прорастания и рост семян пшеницы, исследованы компостирующие свойства.

Ключевые слова: Trichoderma viride, биопрепарат, микроскопические грибы, культивирование, питательная среда, pH, растение, пшеница, компост.

Важной частью современного садоводства и огородничества является защита растений от болезней и вредителей. В настоящее время основным средством защиты растений от болезней и вредителей является использование химических веществ. Желание быстрее достичь максимального эффекта до сих пор является приоритетным в выборе средств защиты растений. Однако, одной из основных проблем в растениеводстве является появление устойчивости болезнетворных микроорганизмов к химическим препаратам. Это способствует увеличению числа обработок и применяемых концентраций химических препаратов, что приводит к ухудшению экологической ситуации.

Примером безопасного для окружающей среды средства могут служить препараты на основе микроскопических почвенных грибов рода *Trichoderma*, относящихся к отделу Ascomycota. Объектом исследования стал вид *Trichoderma viride* (рус. Триходерма зеленая) [1].

Грибы рода Trichoderma широко распространены в природе. Их можно встретить, например, на трутовых грибах, мертвой древесине, лиственном и хвойном опаде. Они играют важную роль в осуществлении биодеградации – процесса деструкции, катализатором которого являются ферменты и продукты обмена веществ микроорганизмов.

Благодаря быстрому росту и метаболитам грибы рода Trichoderma способны агрессивно конкурировать за питательные ресурсы с патогенной микрофлорой. Это помогает бороться с заболеваниями растений, такими как фитофтороз, черная ножка, корневые и прикорневые гнили, трахеомикозное увядание, сосудистый и слизистый бактериоз, аскохитоз.

Помимо борьбы с микроорганизмами грибы рода *Trichoderma* способны выделять ауксины и гиббериллины, стимулирующие рост корней, стеблей, листьев, плодов, абсцизовую кислоту, помогающую приспособиться к неблагоприятным природным условиям, цитокинины, стимулирующие деление клеток, этилен, отвечающий за биотический стресс [3, 4].

Согласно приведенным выше сведениям, грибы рода *Trichoderma* обладают многочисленными полезными свойствами. Поэтому выбранная тема является актуальной и важной для современного растениеводства.

Целью исследования являлось изучение культивирования и некоторых полезных свойств микроскопических грибов рода Trichoderma.

Задачи исследования:

1) выбор оптимальных условий, питательной среды и культивирование чистой культуры гриба рода Trichoderma в домашних условиях;

2) изучение влияния гриба на скорость прорастания и рост семян пшеницы;

3) изучение влияния кислотности субстрата на рост и развитие гриба;

4) проверка свойства гриба рода *Trichoderma* быстро разлагать органические отходы и образовывать компост.

Культивирование микроорганизмов (а в частности и *Trichoderma viride*) – это процесс выращивания микроорганизмов в специальных условиях, например, на питательной среде.

Питательная среда обязательно должна содержать следующие компоненты:

− источник углерода (глюкоза), являющийся источником энергии;

− источник азота (аминокислоты, белки, неорганические вещества, содержащие азот), обеспечивающий рост и развитие;

− факторы роста, витамины (группы В, фолиевая кислота);

− минеральные соли;

− вода.

Помимо химической составляющей, рост и развитие микроорганизмов (в том числе и грибов рода *Trichoderma*) напрямую зависит от таких факторов, как температура, влажность, показатель кислотности, концентрация кислорода в воздухе [5, 6].

Для культивирования объекта исследования были выбраны три вида питательных сред: картофельно- и бобово-глюкозная твердая среда, а также жидкая картофельно-глюкозная среда. Картофель, как и белая фасоль, выбранная в качестве бобового компонента, имеет все необходимые вещества. Однако фасоль содержит немного большее количество витаминов, минералов и белка. В качестве гелеобразующего компонента использовался агар-агар, представляющий собой экстракт из красных водорослей. Источником углерода послужила сахароза.

Для приготовления жидкой питательной среды для дальнейшего посева *Trichoderma viride* понадобилось 100 грамм картофеля, 500 мл дистиллированной воды, 10 грамм белого сахара.

Для приготовления твердой среды к полученному отвару было добавлено 6 грамм воды в расчете 10 г на 500 мл отвара. Раствор был перелит в банки и отправлен в духовую печь при температуре 150 градусов для стерилизации.

Аналогично в дальнейшем была приготовлена питательная среда на основе бобов. Для этого использовалось 50 г белой фасоли, предварительно замоченной в воде на 1 час.

Для дальнейшего посева на питательные среды гриба был выбран биофунгицид на основе спорово-мицелиальной массы гриба *Trichoderma veride* **штамм 471**, титр не менее 1 млрд. спор/г (рисунок 1 (а)). Изготовитель и регистрант препарата – российская производственная компания «Ваше хозяйство» [7].

Кристаллическая масса (рисунок 1 (б)) была посеяна на картофельно-глюкозную твердую и жидкую питательные среды (рисунок 1 (в)).

а б в

Рисунок 1 – Упаковка (а), содержимое упаковки (б), посев препарата на твердую питательную среду (в)

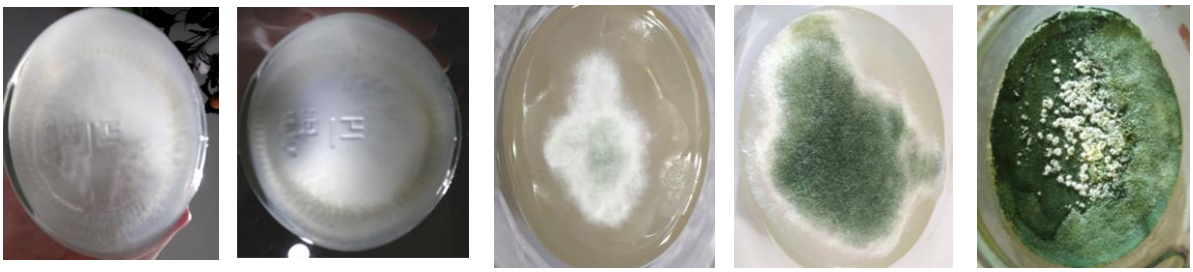
Через сутки на твердой картофельно-глюкозной среде появились только микроорганизмы, не относящиеся к роду *Trich*oderma (рисунок 2 (а)). На дне емкости в жидкой питательной среде появился осадок (рисунок 3 (а)). На вторые сутки количество осадка немного увеличилось (рисунок 3 (б)). На середине твердой среды был замечен белый участок гриба Trichoderma viride (рисунок 2 (б)).

На третьи сутки он приобрел зелёный оттенок (рисунок 2 (в)). На жидкой среде значимых изменений не наблюдалось. На четвертые сутки мицелий Trichoderma viride увеличился в размерах и приобрел более темный зеленый оттенок (рисунок 2 (г)). Было замечено, что Trichoderma viride способен подавлять рост других микроорганизмов и довольно быстро расти на картофельно-глюкозной агаризованной среде. На поверхности жидкой питательной среды на пятые сутки появился хорошо заметный мицелий Trichoderma viride (рисунок 3 (в)). На следующие сутки он увеличился и приобрел темно-зеленый оттенок (рисунок 3 (г)). Уже к девятым суткам мицелий занял всю площадь поверхности жидкой питательной среды и начал нарастать вторым слоем (рисунок 3 (д)).

а б в г

сутки после посева: а – первые; б – вторые; в – третьи; г – четвёртые

Рисунок 2 – Твердая картофельно-глюкозная питательная среда



а б в г д

сутки после посева: а – первые; б – вторые; в – пятые; г – шестые; д – девятые

Рисунок 3 – Чистая культура *Trichoderma viride* на разных питательных средах

В результате наблюдения за ростом и развитием культуры *Trichoderma viride*, выращенной из биопрепарата, было замечено, что гриб способен довольно быстро расти как на твердой, так и на жидкой картофельно-глюкозной питательной среде. Также было обнаружено, что *Trichoderma viride* может подавлять рост микроорганизмов. В ходе исследования также было замечено, что данный гриб имеет характерный запах, напоминающий запах тропических фруктов, кокоса. Подобного рода запахи не характерны для других микроскопических грибов.

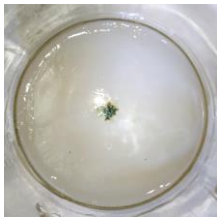
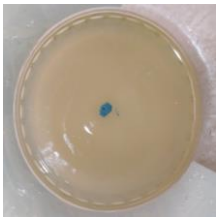
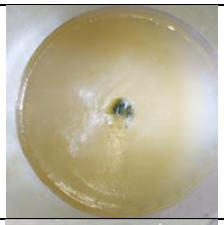
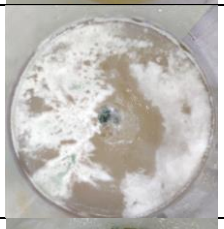
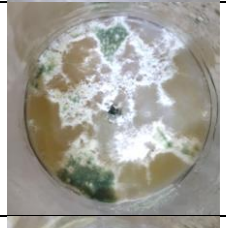
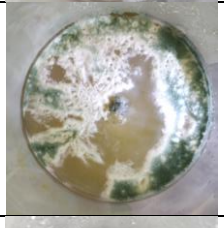
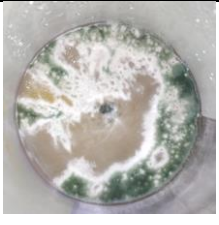
Для выделения чистой культуры *Trichoderma viride* была взята картофельно-глюкозная, а также 2 экземпляра бобово-глюкозной твердой питательной среды. На все

среды методом укола в центр емкости был инокулирован фрагмент мицелия гриба со спорами, взятый с участка твердой питательной среды, не содержащего другие микроорганизмы, на которой ранее была выращена культура.

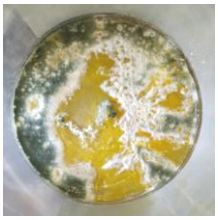
На вторые сутки после инокуляции на всех трех питательных средах появился мицелий *Trichoderma viride*. Однако на картофельно-глюкозной среде размеры культуры оказались в разы больше, чем на бобово-глюкозной питательной среде (таблица 1). На следующие сутки на первом образце бобовой среды мицелий распространился почти на всю ее поверхность. На картофельной среде появились зеленые участки.

На четвертые сутки на образце 2 бобовой среды наблюдалось увеличение размеров культуры и появление зеленых участков спороношения. Последующие сутки цвет мицелия Триходермы становился темнее, а размеры немного увеличивались. Таким образом, на бобовой среде Триходерма распространилась лучше и имела больше участки спороношения. Возможно, это связано с большим количеством необходимых питательных веществ в ее составе. Но минусом бобовой среды является ее характерный фасолевый запах и большее количество времени, затраченного на ее приготовление.

Таблица 1 – Чистая культура *Trichoderma viride* на разных питательных средах

	Картофельно-глюкозная твердая питательная среда	Бобово-глюкозная твердая питательная среда, **образец 1**	Бобово-глюкозная твердая питательная среда, **образец 2**
1	2	3	4
1 сутки			
2 сутки			
3 сутки			
4 сутки			
5 сутки			

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
6 сутки			

С целью увеличения объема, дальнейшего хранения и использования полезного почвенного гриба вида *Trichoderma viride* в качестве биофунгицида, была взята чистая культура *Trichoderma viride*, выращенная ранее, перловая крупа и стерильная емкость.

Крупа сначала была хорошо промыта в проточной воде. Это делалось для того, чтобы убрать с поверхности зерна клейковину, из-за которой приготовленная среда не была бы рассыпчатой. Далее перловая крупа была помещена в приготовленную емкость, залита кипятком и оставлена на 7 часов при комнатной температуре. По истечению этого времени зерна успели напитаться жидкостью, вода была слита.

Чистая культура *Trichoderma viride* с помощью стерильной петли была посажена методом нескольких уколов в емкость с перловой крупой.

Уже на вторые сутки после посадки был замечен активный рост мицелия культуры, каждое зерно крупы было покрыто белым налетом *Trichoderma viride*. На третьи сутки мицелий покрыл абсолютно всю поверхность зерен и приобрел насыщенный зеленый цвет (таблица 2).

Таблица 2 – Чистая культура *Trichoderma viride* на перловой крупе

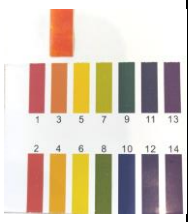
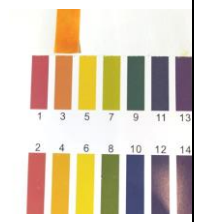
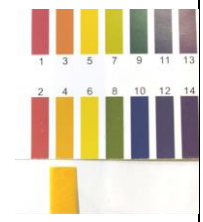
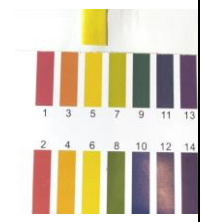
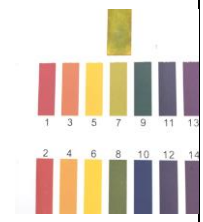
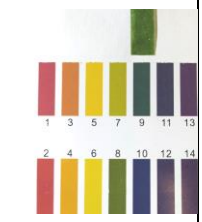
1 сутки	2 сутки	3 сутки

После этого крупа с выращенной культурой была пересыпана в емкость большего размера и оставлена в теплом сухом помещении на 7 дней. За это время зерна высохли и не подверглись процессу гниения.

Таким образом, этот метод выращивания *Trichoderma viride* позволяет хранить ее довольно длительное время и использовать в хозяйстве. Полученное количество крупы, содержащей полезный гриб, по количеству спор и фрагментов мицелия в разы больше в сравнении с купленным биопрепаратом, а значит, имеет меньший расход. Также полученный препарат более жизнеспособен при внесении в почву и не имеет в своем составе нежелательных микроорганизмов.

Для того, чтобы проверить, как кислотность среды влияет на *Trichoderma viride*, была приготовлена твердая картофельно-глюкозная питательная среда. При помощи добавления в ее состав лимонной кислоты для достижения pH = 2–6 и щелочи – гидроксида натрия для достижения pH = 9. Первый образец среды имел pH 2–3, второй – 3–4, третий – 4–5, четвертый – 6, пятый (в который ничего не добавлялось) – 7–8, шестой – 9 (таблица 3).

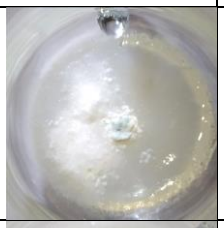
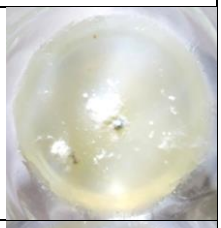
Таблица 3 – Показатели кислотности приготовленных сред

Ph = 2–3, Образец 1	*Ph = 3–4, Образец 2*	*Ph = 4–5, Образец 3*	*Ph = 6, Образец 4*	*Ph = 7–8, Образец 5*	*Ph = 9, Образец 6*
					

На каждую из приготовленных питательных сред методом укола в центр была инокулирована чистая культура *Trichoderma viride* (таблица 4).

На вторые сутки на всех питательных средах, кроме образца 6, был замечен белый мицелий *Trichoderma viride*. Однако мицелий образца 1 имел наибольший размер и зеленый участок спороношения. Была замечена закономерность, что чем выше кислотность среды, тем больше размеры мицелия *Trichoderma viride*. Возможно, это связанно именно с наличием лимонной кислоты. *Trichoderma viride* может нормально расти и при более высоком значении pH, но, в отличие от остальных, образец 6 (с добавлением щелочи) остался без изменений, поэтому не был включен в таблицу. Щелочная среда не благоприятна для роста гриба.

Таблица 4 – Культура *Trichoderma viride* на питательных средах с различными значениями кислотности

	Ph = 2–3, Образец 1	*Ph = 3–4, Образец 2*	*Ph = 4–5, Образец 3*	*Ph = 6, Образец 4*	*Ph = 7–8, Образец 5*
1	2	3	4	5	6
1 сутки					
2 сутки					
3 сутки					

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6
4 сутки					

Для исследования влияния *Trichoderma viride* на скорость прорастания и рост растений были взяты семена пшеницы озимой, помещенные на ватные диски. Каждый из них был пропитан раствором с различной концентрацией культуры *Trichoderma viride*, выращенной на жидкой питательной среде.

Первый образец – контроль, ватный диск был пропитан только водой. Второй – раствором *Trichoderma viride* и воды 1 к 100. Третий – 1 к 50, четвертый – 1 к 10, пятый – 1 к 1. На каждый ватный диск было помещено по 15 семян пшеницы. Уже через сутки семена образцов проросли. Самые большие проростки были у образца 5, самые маленькие – у образца 1. Последующие сутки наблюдался рост пшеницы.

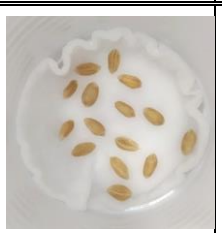
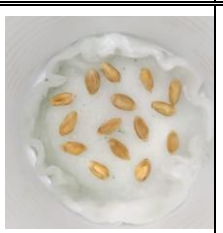
При подсчете на четвертые сутки выяснилось, что образец 2 имел самое большое число проросших семян – 12 из 15, образец 3–10, образец 5–9, образец 1–8. Четвертый образец имел всего 6 проростков.

К пятым суткам было заметно, что зеленые проростки образца 5 перестали быстро увеличиваться, в отличие от других образцов. Это подтвердилось и при наблюдении на 6 сутки (таблица 5).

На седьмые сутки было проведено сравнение всех образцов. Образцы 1 и 2 имели примерно одинаковую длину ростков, образец 3 – чуть меньшую. Рост пшеницы образцов 4 и 5 был подавлен грибом Trichoderma viride (рисунок 4). Также были сравнены корневые системы образцов 1 и 2. У второго она оказалась гораздо более развита (рисунок 5).

Таким образом, данное исследование показало, что *Trichoderma viride* положительно влияет на прорастание семян пшеницы, но не влияет на рост растений. В высокой концентрации *Trichoderma viride* подавляет развитие пшеницы. Оптимальная концентрация фрагментов мицелия и спор гриба в растворе – 1/100. Также *Trichoderma viride* оказывает значительное положительное влияние на развитие корневой системы растений.

Таблица 5 – Семена пшеницы, пророщенные с использованием растворов и разными концентрациями *Trichoderma viride*

	Образец 1, вода	Образец 2, 1/100	Образец 3, 1/50	Образец 4, 1/10	Образец 5, 1/1
1	2	3	4	5	6
1 сутки					

Окончание таблицы 5

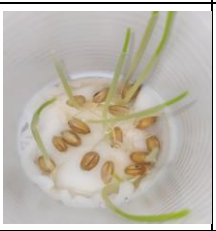
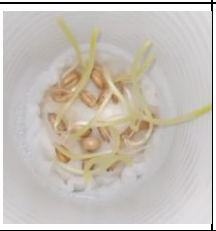
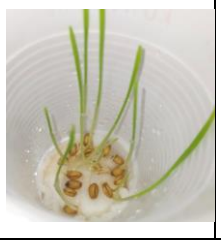
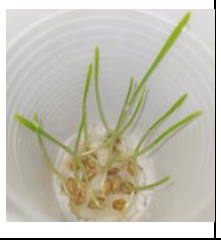
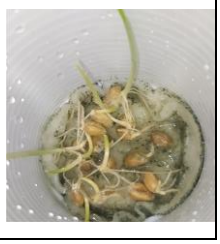
1	2	3	4	5	6
2 сутки					
3 сутки					
4 сутки					
5 сутки					
6 сутки					

Рисунок 4 – Сравнение образцов 1–5 пшеницы, пророщенной с использованием растворов и разными концентрациями *Trichoderma viride*

Рисунок 5 – Сравнение корневых систем пшеницы образцов 1 и 2

Для того чтобы проверить, влияет ли *Trichoderma viride* на разложение органических остатков, были взяты очистки картофеля и моркови, помещенные в чистую сухую емкость. На их поверхность была посажена чистая культура *Trichoderma viride*.

Уже ко вторым суткам после посадки был заметен рост культуры. На шестые сутки содержимое емкости было перемешано. К девятым суткам очистки приобрели темный цвет, произошел процесс разложения органических остатков (рисунок 6). Это показывает, что гриб *Trichoderma viride* способен довольно быстро образовывать компост, что может быть использовано в хозяйстве.

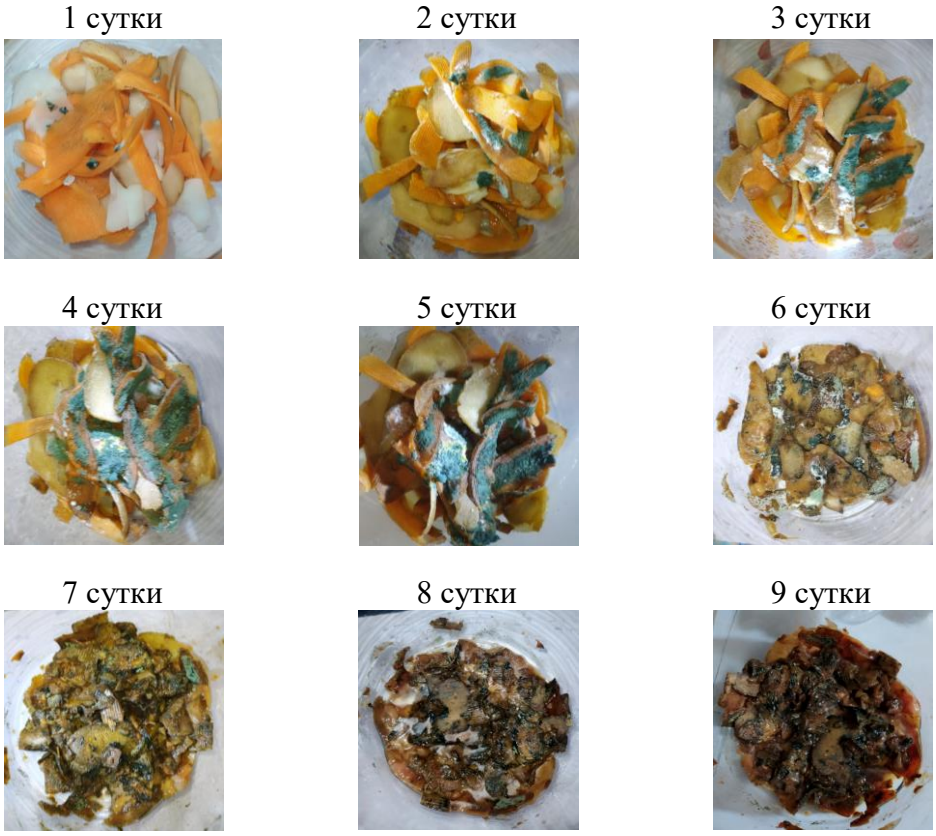


Рисунок 6 – Влияние *Trichoderma viride* на разложение органических остатков

Таким образом, в ходе исследований было показано, что *Trichoderma viride* является полезным многофункциональным грибом. Для его культивирования были подобраны и приготовлены картофельно-глюкозная жидкая и твердая питательные среды, а также бобово-глюкозная среда. На них был посеян биопрепарат на основе спор и мицелия Trichoderma viride. После этого с выращенных образцов была выделена чистая культура. При сравнении картофельно- и бобово-глюкозных твердых сред выяснилось, что на бобово-глюкозной гриб растет лучше, однако она имеет несколько минусов.

Чистая культура была посажена на заранее приготовленную перловую крупу, где *Trichoderma viride* довольно быстро заполнила всю ее поверхность. Этот метод выращивания довольно перспективен, он помог увеличить объем препарата и его срок хранения.

Также было изучено влияние кислотности среды на рост и развитие *Trichoderma viride*. Выяснилось, что лучше всего культура растет в кислой среде с pH = 2–3, но может развиваться и при более высоком значении pH. Однако щелочная среда оказалась неблагоприятной для роста *Trichoderma viride*.

Было выяснено, что *Trichoderma viride* положительно влияет на скорость прорастания семян при использовании раствора с концентрацией культуры 1/100, а также стимулирует рост корневой системы. Более высокая концентрация плохо влияет на развитие растений. *Trichoderma viride* не оказывает воздействие на рост растений.

Исследование показало, что *Trichoderma viride* имеет свойство быстро разлагать органические остатки, такие как очистки картофеля и моркови, и образовывать компост за короткий срок.

Список литературы

1. Gams W., Bissett J. Morphology and identification of Trichoderma / Trichoderma & Gliocladium / C. P. Kubicek, G. E. Harman (eds.). – Taylor & Francis, 1998. – Vol. 1. Basic biology, taxonomy and genetics. – P. 15–16.
2. Алимова Ф.К. Промышленное применение грибов рода Trichoderma. – Казань, 2006.
3. Tahía Benítez, Ana M. Rincón, M. Carmen Limón, Antonio C. Codón. Biocontrol mechanisms of Trichoderma strains // International microbiology. – 2004. – № 7. – P. 249–260.
4. Hexon Angel Contreras-Cornejo, Lourdes Macı´as-Rodrı´guez, Carlos Corte´s-Penagos, and Jose´ Lo´pez-Bucio. Trichoderma virens, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis // Plant Physiology. – 2009. – Vol. 149. – P. 1579–1592.
5. Питательные среды / Л.А. Замчук // Большая медицинская энциклопедия. – 3-е изд. – Т. 19. – М.: Советская энциклопедия, 1982.
6. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология. – В 3 т. / под ред. Р. Сопера. – Москва: Мир, 2008.
7. «ТРИХОДЕРМА ВЕРИДЕ», биофунгицид, протравитель (инструкция) [Электронный ресурс] // Справочник препаратов, средств и способов защиты от вредителей и болезней растений. Режим доступа: https://stop-pest.ru/trihoderma-veride/ – Дада доступа: 30.06.2024.

V. O. PODOVA

Supervisor: T. N. MAKAREVICH,
biology teacher of the qualification category "methodologist teacher"

TRICHODERMA VIRIDE. CULTIVATION AND TESTING OF BENEFICIAL PROPERTIES IN PRACTICE

F. E. Dzerzhinsky Lyceum of the Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
podovavika@gmail.com

For the cultivation of useful microscopic fungi of the species Trichoderma viride, various nutrient media were selected and prepared from the biological product, a pure culture was isolated, which was transplanted to pearl barley. The influence of the acidity of the medium on the growth and development of the fungus, its effect on the germination rate and growth of wheat seeds, and composting properties were studied.

Key words: Trichoderma viride, biological product, microscopic fungi, cultivation, nutrient medium, pH, plant, wheat, compost.

УДК 372.891

Д. С. ПОДОРОЖНИЙ, Л. А. МЕЖОВА, И. М. ПАДАЛКИН,
В. А. ПОДОРОЖНЯЯ, К. М. ШЕСТАКОВА

МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ С ОБУЧАЮЩИМИСЯ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет»,
г. Воронеж, Российская Федерация,
podorozhniy.dima@mail.ru

В данной статье приводятся результаты применения геоинформационных интернет-технологий в рамках геоэкологического мониторинга местности в системе дополнительного образования школьников. В работе указан пример занятия в рамках проектной учебно-исследовательской деятельности по теме «Анализ санитарно-защитных зон автозаправочных станций города Воронеж».

Ключевые слова: геоинформационные системы, мониторинг, АЗС, санитарно-защитные зоны.

В современных условиях, после разгара пандемии, дистанционные методы обучения становятся не только востребованными, но и популярными. Одними из легкодоступных сервисов геоэкологической оценки являются геоинформационные технологии. Однако, в силу определенных обстоятельств, далеко не все программы доступны в учебных заведениях.

На базе ГАНОУ ВО Региональный центр «Орион» г. Воронеж, в рамках дополнительной образовательной программы «Региональная экология», было проведено несколько практических занятий по геоэкологическому мониторингу местности с помощью геоинформационной системы «Яндекс Карты».

В качестве примера и результатов работы, будет описано занятие по теме «Определение степени озеленения жилых кварталов города Бутурлиновка». Методика была апробирована на слушателях программы дополнительного образования «Региональная экология» среди 7–9 классов.

В качестве ресурсов использовались: компьютер, мультимедийный проектор, тетради, геоинформационная система «Яндекс Карты».

На этапе актуализации, обучающиеся отвечают на вопросы: «Что такое степень озеленения?», «Какую роль она играет в городской среде?», «Каковы последствия избыточной степени озеленения?», «Каковы последствия недостаточной степени озеленения?».

В качестве мотивации, было выбрано несколько обучающихся, которые назвали свой адрес проживания. После этого педагог перечислил несколько фактов о дворе, в котором проживал каждый из обучающихся. Например, наличие детской площадки, магазина, детского сада и т. д. На недоумение детей, педагог отвечал, что навык работы с доступными геоинформационными системами, позволяет проанализировать очень много факторов о каком-либо объекте.

При постановке задания, педагог индивидуально каждому назначает определенный микрорайон города на карте, который ребенок должен проанализировать. При помощи, встроенной в «Яндекс.Карты» линейки, обучающиеся измеряли площадь участков, вносили в бланк описания информацию о районе, в зависимости от масштаба вычисляли площадь озеленения, сопоставляя ее с площадью самого микрорайона.

После выполнения индивидуального задания, было дано следующее задание:

– сложить все площади микрорайонов и площади озеленения, для общей оценки степени озеленения;

– выделить места с избыточным и недостаточным озеленением.

На этапе рефлексии, педагогом были заданы следующие вопросы: «кому понравилась сегодняшняя тема урока?», «было ли интересно?», «кому было трудно?».

Таким образом, занятие по теме «Определение степени озеленения жилых кварталов города Бутурлиновка» – наиболее подходит к использованию дистанционных и геоинформационных интернет-технологий. Подобная технология позволяет изучать тему, как на очных, занятиях, так и на дистанционных. Работать с геоинформационными системами обучающимся понравилось, все справились с заданиями, рефлексия показала большую заинтересованность.

Следующим видом работы с помощью подобных технологий стала учебно-исследовательская работа на тему: «Анализ санитарно-защитных зон автозаправочных станций города Воронеж».

Для проверки соответствия санитарно-защитных зон (СЗЗ) были проанализированы спутниковые снимки Центрального и Коминтерновского районов г. Воронеж, на которых с помощью встроенной линейки было измерено расстояние СЗЗ от АЗС до селитебной зоны или общественных мест, после чего были разработаны шаблоны под карты для фиксации результатов.

Исходя из нормативов Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», учитывалось расстояние жилых построек от АЗС для 4 класса опасности – 100 м [1].

Результаты мониторинга были занесены в специально-разработанные карты, представленные на рисунке 1.

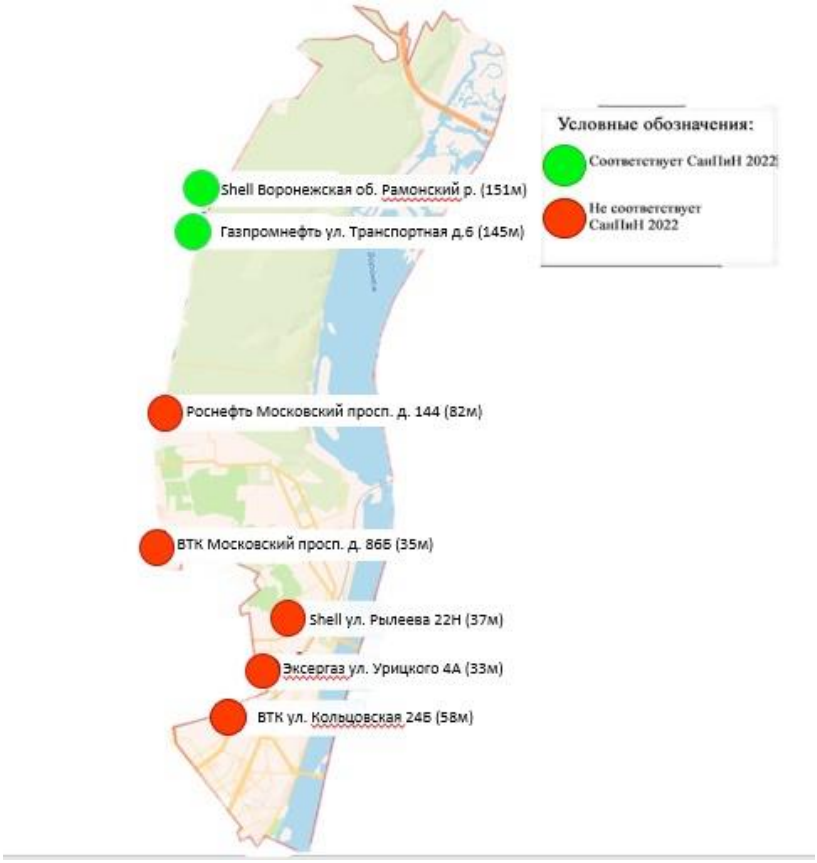


Рисунок 1 – Карты соответствия СЗЗ АЗС в Центральном районе Воронежа [составлено авторами]

На примере рисунка 1 видно, что в Центральном районе только две АЗС соответствует нормативам по расстоянию СЗЗ.

Таким образом, на базе ГАНОУ ВО Региональный центр «Орион» г. Воронеж были применены геоинформационные интернет-технологии, как в рамках учебного занятия по дополнительной образовательной программе, так и в качестве учебно-исследовательской работы. Технологии открытых геоинформационных систем предоставляют возможность проводить геоэкологический мониторинг без надобности полевого выхода в любых условиях, т. к. находятся в свободном доступе в сети интернет. Технологии позволяют выявлять степени озеленения селитебных зон и других антропогенных ландшафтов, анализировать соответствие санитарно-защитных зон установленным нормативам в любых населенных пунктах. Применение данных методов работы с обучающимися не требует специального оборудования, поэтому их можно использовать во всех учебных заведениях при изучении антропогенного воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023). Статья 71. Противопожарные расстояния от зданий и сооружений автозаправочных станций до граничащих с ними объектов защиты. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/a0ffe5ca04e359a720dab014df87729a64238e69// (дата обращения: 20.04.2023).

D. S. PODOROZHNY, L. A. MEZHOVA, I. M. PADALKIN, V. A. PODOROZHNAYA, K. M. SHESTAKOVA

METHODS OF GEO-ECOLOGICAL MONITORING USING GEOINFORMATION INTERNET TECHNOLOGIES WITH STUDENTS

Voronezh State Pedagogical University,
Voronezh, Russian Federation,
podorozhniy.dima@mail.ru

This article presents the results of the application of geoinformation Internet technologies in the framework of geo-ecological monitoring of the area in the system of additional education for schoolchildren. The paper provides an example of a lesson within the framework of a project educational and research activity on the topic "Analysis of sanitary protection zones of gas stations in Voronezh".

Key words: geoinformation systems, monitoring, gas stations, sanitary protection zones.

УДК 582.28:502

А. А. ПУЧКОВА

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ МЕТОДИКИ УТИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИЦЕЛИЯ ГРИБОВ *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.) P. KUMM

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»,
г. Волгоград, Российская Федерация,
bb-211_941563@volsu.ru

В статье представлен начальный этап разработки методики утилизации органических отходов на растительной основе с использованием мицелия грибов Pleurotus ostreatus (jacq.) P. Kumm. В ходе исследования был разработан регламент условий благоприятного прорастания и развития гриба на выбранном субстрате, с целью дальнейшего его разложения.

Ключевые слова: органические отходы, мицелий грибов Pleurotus ostreatus, субстрат, утилизация.

Введение. В настоящее время остро стоит проблема загрязнения окружающей среды разнообразными видами отходов, являющимися результатом производственной деятельности человека. Одними из наиболее распространенных стали органические отходы. Существует множество способов утилизации органических отходов, однако многие из них, например, сжигание, имеют вредоносный результат. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью разработки эффективных и экологически безопасных методов утилизации органических отходов в условиях увеличения объема мусора и проблемы загрязнения окружающей среды. Промышленное грибоводство, основанное на утилизации различных органических отходов, одно из перспективных направлений биотехнологии и сельского хозяйства. Такие органические отходы, такие как пищевые остатки, садовые отходы и другие биоразлагаемые материалы, могут быть превращены в ценный ресурс с помощью мицелия грибов *Pleurotus ostreatus*.

Целью нашего исследования является разработка методики утилизации органических отходов посредствам мицелия грибов *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Выявить способность и активность развития мицелия грибов *Pleurotus ostreatus* на различных типах органических отходов.

2. Подобрать параметры для ускорения развития мицелия грибов *Pleurotus ostreatus* на органических отходах.

3. Составить регламент экстенсивного метода выращивания грибов *Pleurotus ostreatus* на органических отходах.

Объектом исследования данной работы является мицелий грибов *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.

Предметом исследования является разработка методики по применению мицелия грибов *Pleurotus ostreatus* в качестве утилизаторов органических отходов.

Материалы и методы исследования. Методика исследования состояла из нескольких этапов, первым из которых стал полевой метод. Сбор биоматериала проходил в Волгоградской области, г. Волгограде, Дзержинском районе. После сбора материал был перемещен в исследовательскую лабораторию корпуса Т Волгоградского государственного университета. На территории лаборатории было применено микроскопирование для определения объекта при помощи бинокулярного микроскопа Микмед-5 и бинокуляра ОГМЭ-ПЗ.

Для определения был использован справочник – «Mushrooms & Toadstools: The Definitive Guide to Fungi» Томаса Лессе [5].

После определения мицелий *Pleurotus ostreatus* был применён при постановке эксперимента по проращиванию представленного гриба на субстрате из выбранных органических отходов.

Результаты и обсуждение. Макро- и микроскопический анализ *Pleurotus ostreatus*; Шляпка диаметром 5–20 (30) см, мясистая, округлая, с тонким краем; форма почти круглая. У молодых грибов шляпка выпуклая и с завёрнутым краем, позднее - плоская или широковоронковидная с волнистым или лопастным краем. Поверхность шляпки гладкая, глянцевая, часто волнистая. Цвет шляпки от тёмно-серого или буроватого у молодых грибов до пепельно-серого с фиолетовым оттенком у зрелых грибов. Ножка короткая (иногда практически незаметная), плотная, сплошная, суженная к основанию, часто изогнутая, 2–5 см длиной и 0,8–3 см толщиной. Поверхность ножки белая, гладкая; у основания буроватая и слегка войлочная.

Пластинки средней частоты и редкие, 3–15 мм шириной, тонкие, нисходящие по ножке, около ножки с анастомозами (перемычками). Споровый порошок белый или розоватый. Споры 8–13 × 3–4 мкм, гладкие, цилиндрические, удлинённо-яйцевидные, бесцветные. Мякоть белая, плотная, у молодых грибов мягкая и сочная, позднее жёсткая и волокнистая, без выраженного запаха [6]. Гриб съедобен, четвёртой категории. Внешний вид молодого гриба представлен на рисунке 1.

Рисунок 1 – Пример культивирования вешенки на соломе. Фото Ивана Абатурова, сделано на выставке-форуме «Экология. Человек. Здоровье» в ДИВСе Екатеринбурга 23 марта 2017 года

Далее проходила постановка эксперимента. В ходе представленной исследовательской работы по выращиванию вешенок на органических отходах был применен культивационный метод выращивания грибов в пакетах, считаемый наиболее оптимальным в массовых производствах грибов. Эксперимент по утилизации органических отходов был разделен нами на два этапа; 1 этап – проращивание мицелия на субстрате, 2 этап – разложение и утилизация субстрата под влиянием гриба. В данной работе будет представлен 1 этап.

Сначала были определены состав и тип органических отходов, которые будут подвергнуты утилизации. Грибы могут расти на любых отходах подсобного хозяйства. Для данной цели используют солому, капустные, кукурузные стебли, шелуху подсолнечных семечек, риса, древесные отходы. В нашем случае были выбраны отходы на растительной основе, такие как хлопковая ткань, картон, пакля и опилки (рисунки 2, 3).

Рисунок 2 – Отходы на растительной основе, используемые в работе – картонные коробки, хлопковая ткань и опилки

Рисунок 3 – Отходы на растительной основе, используемые в работе – картонные коробки, хлопковая ткань и пакля (измельченные)

Затем проводилась подготовка субстрата для выращивания грибов, включая обработку и предварительную подготовку органических материалов. Выбранные материалы были измельчены и подвержены кипячению в течении 40–60 минут на лабораторной электроплите с закрытой спиралью (рисунок 4).

Рисунок 4 – Кипячение органических отходов на лабораторной электроплите с закрытой спиралью

После термической обработки вода была слита, а субстрат оставлен остывать. После остывания до 25–28 °С субстратом были наполнены две трети плотного полиэтиленового пакета для выращивания грибов, объем которого составлял 60 л.

Далее следовала инокуляция мицелием грибов *Pleurotus ostreatus* подготовленного субстрата из органических отходов и создание оптимальных условий для роста и размножения грибов. Пакет был помещён в темноте прохладное место с температурой воздуха 20–30 °С и влажностью 60–80 %. на 3 месяца. В ходе эксперимента мы наблюдали довольно быстрое развитие мицелия *Pleurotus ostreatus* (рисунок 5). На 15–20 день мицелий полностью окутал субстрат.

Итоги культивационного метода выращивания грибов в пакетах; наиболее сильно мицелий разросся на хлопковой ткани и опилках. Картон и пакля также были достаточно сильно окутаны мицелием, но в меньшей степени. Причиной этому вероятно послужили химические вещества в составе этого сырья.

Рисунок 5 – Разросшийся по субстрату мицелий гриба *Pleurotus ostreatus* в пакете

Заключение. В ходе первого этапа эксперимента по утилизации было выяснено, что выбранные нами органические отходы являются благоприятным субстратом для произрастания мицелия грибов *Pleurotus ostreatus*. После постановки эксперимента по проращиванию *Pleurotus ostreatus* культивационным методом был разработан следующий регламент условий благоприятного прорастания и развития гриба на выбранном субстрате:

1. Выбранный субстрат необходимо измельчить и простерилизовать при помощи кипячения 40–60 минут при температуре 90–100 °С.
2. После кипячения субстрат должен остыть до 25–28 °С.
3. Наполняемость субстратом пакета для выращивания грибов не должна превышать 50 % от всего объёма пакета.
4. Инокуляция мицелием должна происходить в стерильных условиях во избежание попадания конкурирующих организмов.
5. Пакет с грибом должен храниться в темном помещении с высокой влажностью 60–90 %.
6. Температура воздуха в помещении хранения должна быть 20–30 °С.

В дальнейших исследовательских работах будут представлены результаты второго этапа эксперимента по утилизации органических отходов посредствам мицелия *Pleurotus ostreatus*. Можно предположить, что далее будет происходить процесс разрушения элементов органических отходов под действием мицелия грибов, что в дальнейшем приведет к разложению материала и образованию компостов.

Список литературы

1. Алексеенко, Е. Н. Особенности выращивания мицелия грибов Plearotus ostreatus / Е. Н. Алексеенко, Т. М. Полишко, А. И. Винников // Вестник Днепропетровского университета. Биология. Медицина.: сб. ст. / Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара: сост.: В. В. Скалозуб (гл. ред.) [и др.]. – Днепр, 2010. – С. 9–15.
2. Глазунова, А. В. Утилизация зерновой пивной дробины - отхода пивного производства с помощью гриба Pleurotus ostreatus / А. В. Глазунова, Г. В. Песцов // Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции «Экология родного края: проблемы и пути их решения» / ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»; сост.: Н. Е. Суксин, В. Г. Петров. – Киров, 2021. – С. 349–352.
3. Песцов, Г. В. Экологически безопасная утилизация органических отходов и технология производства гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенки обыкновенной) / Г. В. Песцов, А. В. Третьякова // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – Vol. 13. – No. 5. – С. 26–40.
4. Кудря, А. М. Биоконверсия растительных отходов при промышленном производстве грибов рода Pleurotus: дисс… канд. биол. наук / Кубан. гос. агр. ун-т; 03.00.23. – Краснодар, 2007. – 155 с.
5. Laessoe, T. Mushrooms & Toadstools: The Definitive Guide to Fungi / T. Laessoe – London; Dorling Kindersley, 2013. – 360 p.
6. Beltran-Garcia, M. J. Volatile compounds secreted by the oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) and their antibacterial activities. / Beltran-Garcia, M. J. [et al.]. – Journal Agricultural and Food Chemistry. – 1997. – Vol. 45 – 10 p.

A. A. PUCHKOVA

DEVELOPMENT OF AN ENVIRONMENTALLY SAFE METHOD FOR THE DISPOSAL OF ORGANIC WASTE USING MYCELIUM OF FUNGI *PLEUROTUS OSTREATUS* (JACQ.) P. KUMM

Volgograd State University State University of Volgograd,
Volgograd, Russian Federation,
bb-211_941563@volsu.ru

The article presents the initial stage of the development of a method for the disposal of plant-based organic waste using the mycelium of the fungi pleurotus ostreatus (jacq.) P. Kumm. In the course of the study, a regulation was developed for the conditions of favorable germination and development of the fungus on the selected substrate, in order to further decompose it.

Key words: organic waste, mycelium of fungi Pleurotus ostreatus, substrate, disposal.

УДК 502/504

А. А. ПУЩЕНКО

К ВОПРОСУ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ВИДОВ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ ОЗЕРА ТИБЕРКУЛЬ: ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ

МАУ «Красноярский парк флоры и фауны «Роев ручей»,
МАОУ «Лицей № 3»,
г. Красноярск, Российская Федерация,
schipura@yandex.ru

В статье представлены данные учетов видов растений и животных, внесенных в Красную книгу Красноярского края, России и в международный аннотированный список. Проведена видовая сравнительная оценка внесенных ранее видов, отмеченных в ходе экспедиции и выявленных впервые на территории ООПТ - памятника природы краевого значения озера Тиберкуль, расположенного в труднодоступном месте отрогов Восточного Саяна. Автором проведена сравнительная характеристика за 2015 г и 2022 г. антропогенного воздействия на экосистему озера в связи с развитием внутреннего туризма и открытием территории для группового посещения.

Ключевые слова: внутренний туризм, инвентаризация видов растений и животных, антропогенное воздействие, ООПТ, экологическое состояние прибрежных биоценозов.

Озеро Тиберкуль является памятником природы, удаленным от основных транспортных магистралей, но популярным и интенсивно посещаемым местом отдыха туристами из близлежащих территорий Красноярского края (походы выходного дня) и туристами России (одно-двухдневные туры). Для получения объективной информации, необходимой для принятия оперативных решений и долгосрочных программ по сохранению биоразнообразия, проведения мониторинга в целях предупреждения и ликвидации негативных последствий рекреационного природопользования, для сохранения эколого-туристической привлекательности прибрежной территории озера Тиберкуль должна осуществляться периодическая инвентаризация и систематические наблюдения за состоянием природных комплексов и объектов.

Практическая и научная значимость. Работа по инвентаризации видов, занесенных в Красную книгу, оценка состояния прибрежных экосистем озера Тиберкуль проводились по заданию КГБУ «Дирекция по ООПТ Красноярского края». Данные работы могут быть использованы в мониторинговой оценке современного состояния озера Тиберкуль.

Цель: Инвентаризация видового состава редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных на ООПТ краевого значения - озере Тиберкуль.

Задачи:

1. Сбор и обработка первичного полевого материала: определение и регистрация видового состава растений, животных прибрежной зоны и сопредельных участков озера Тиберкуль, находящихся под угрозой исчезновения.

2. Сравнительная характеристика видового состава растений и животных за 2015 год и 2022 год.

3. Определение степени антропогенного воздействия на экосистему озера Тиберкуль.

На территории Красноярского края выделены 3 экологических региона, приоритетных для сохранения мирового биологического разнообразия и включенных в список Global 200: Таймырская и Сибирская прибрежные тундры, Восточно-Сибирская тайга и горные леса Саян [8].

По состоянию на 01.01.2022 г. в Красноярском крае функционирует 3 государственных природных биосферных заповедника, 3 государственных природных заповедника, 2 национальных парка, 3 государственных природных заказника, 115 особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения на общей площади 3 232,6 тыс. га, в том числе 111 ООПТ регионального (краевого) значения на площади 3 211,9 тыс. га и 4 ООПТ местного значения на площади 20,7 тыс. га. [4]

Дата создания памятника природы регионального значения 28 декабря 1987 года. Профиль памятника природы – гидрологический. Цель создания памятника природы - сохранение природного комплекса, представляющего научную, культурно-эстетическую и оздоровительную ценность. Озеро Тиберкуль расположено в 70 км. от пгт. Курагино и 28 км. от дер. Гуляевка по грунтовой дороге [6] (рисунок 1).

Материал и методы. Заброска на территорию исследования проходила на 2-х машинах УАЗ от базового лагеря, размещенного на Гуляевской поляне (выше Гуляевских порогов) до туристического павильона «Обитель рассвета», далее пеший переход 5 км. к чаше озера с юго- западной стороны с пересечением р. Тюхтяты (рисунок 2).

Рисунок – 1 Акватория озера Тиберкуль.
Вид с вершины колокольни «Обители рассвета» (фото С. В. Блашкина, 2022)

Работа по регистрации, определению и описанию проводилась с 4 июля по 6 июля 2022 года в прибрежной зоне озера Тиберкуль на расстоянии 0,5 км. от уреза воды по периметру чаши озера. Фитоценологические площадки по оценке видового состава и фиксации видов, находящихся под угрозой исчезновения, были заложены по западной и южной части береговой линии. Площадь одной фитоценологической площадки 10х10 метров. Всего заложено 10 площадок.

На фитоценологических площадках описывали только встречи редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений, проводилось описание местообитания, типа фитоценоза, проективное покрытие (обилие), фаза жизненного цикла (для высших сосудистых растений).

При визуальном фиксировании животных отмечался вид, количество особей, расстояние, место встречи и действия животного в момент обнаружения, при обнаружении следов животных отмечалась видовая принадлежность и место обнаружения. Для определения видов растений использовался электронный определитель растений PlantNeto, для фиксирования встреч с животными использовали бинокль, следы, помет, задиры.

Выходы на маршрут для учета птиц и животных производились в раннее утреннее время (с 4.00 до 6.00), в дневное время с 13.00 до 14.00, в вечернее время с 19.00 до 20.00. Всего проведено 6 радиальных выходов общей протяженностью 27 км.

Рисунок 2 – Карта – схема озера Тиберкуль

Оценка состояния площадок южной и юго-западной береговой линии озера проводилась с использованием ботанических и механических критериев нарушенности природных комплексов по И. Н. Ротановой и В. В. Гайда [7], по пяти категориям: условно ненарушенная (фоновая), слабо нарушенная, средне нарушенная, сильно нарушенная и полная (разрушенная) на основе визуальной оценки флористического состава, «этажной» структуры растительности, целостности почвенного покрова. Оценка механической нарушенности проводилась с учетом основных изменений в почвенном покрове (вытоптанность, обнажение корневых систем, наличие костровых очагов).

Результаты. Подробный анализ и описание биоразнообразия, экологического состояния озера Тиберкуль проведен впервые в 1987 году. В течение 30 лет мониторинг состояния проводился достаточно регулярно, в период с 1991 по 2000 год отмечено отсутствие данных по наблюдениям на данной территории. Последние данные наблюдений датируются 2015 годом. Следовательно, в период с 2015 по 2023 гг. полные сведения о состоянии экосистемы озера отсутствуют.

Всего было зафиксирован 31 вид растений из 33 видов аннотированного списока редких и исчезающих видов растений из государственного кадастра ООПТ «Озеро Тиберкуль» (2015 г.), произрастающих на исследуемой территории. Из них зафиксировано присутствие 11 краснокнижных видов, не внесенных в государственный кадастр (отмечены впервые), а также отмечено произрастание 20 видов, ранее занесенных в Красную книгу и включенных в государственный кадастр ООПТ. Два вида растений из ранее зафиксированных не были обнаружены: Тукнерария Лаурера (*Tuckneraria laureri*) и эвринхиум узкосетчатый *(Eurhynchium angustirete).*

При анализе видового состава видов животных, внесенных в Красную книгу, использовался аннотированный список редких и исчезающих объектов животного мира из государственного кадастра ООПТ «Озеро Тиберкуль» (2015 г.) Исследования голосов, следов, визуальное наблюдение позволили выявить на исследуемой территории следующие виды, находящиеся под охраной.

Всего отмечено 17 видов животных, находящихся под угрозой исчезновения на исследуемой территории. Из них зафиксированы 4 вида, не внесенных в государственный кадастр: чешуекрылые – голубянка Киана *Plebejidea cyane* Eversmann, сенница Геро *Coenonympha hero* Linnaeus, из птиц: сибирская гориховостка *Phoenicurus auroreus*, обыкновенный зимородок *Alcedo atthis*. Отмечено присутствие 8 видов (следы, звуки, позывки), занесенных в Красную книгу и ранее включенных в государственный кадастр ООПТ. 5 видов из ранее зафиксированных, не были обнаружены.

В государственном кадастре ООПТ территория памятника природы озеро Тиберкуль (на 28.07. 2015 г.) характеризуется как слабо нарушенная. Рекреационная зона, расположенная на южной и западной части береговой линии озера и прибрежной территории, является одним из самых привлекательных мест. Здесь отдыхают местные жители, гости из районов Красноярского края, приезжают на многодневный отдых туристы из России с июня по сентябрь. Ежегодно отмечается положительная динамика роста рекреантов.

В 2022 году оценка состояния площадок южной и юго-западной береговой линии озера проводилась с использованием ботанических и механических критериев нарушенности природных комплексов по И. Н. Ротановой и В. В. Гайда [4,7] по пяти категориям: условно ненарушенная (фоновая), слабо нарушенная, средне нарушенная, сильно нарушенная и полная (разрушенная) на основе визуальной оценки флористического состава, «этажной» структуры растительности, целостности почвенного покрова.

Спуск к озеру представлен лесной тропой, с полностью нарушенным травянистым покровом, обнаженными корнями крупномерных деревьев (пихта, ель, сосна сибирская), имеются боковые ответвления от основной тропы, что в свою очередь расширяет зону вытаптывания. Наибольшее негативное воздействие испытывает прибрежная зона южной части озера. Это обусловлено доступностью, комфортным спуском к воде, галечным и галечно-песчаным дном. Из объектов инфраструктуры здесь представлены костер и лавочки, беседка со столом, туалет. Присутствует бытовой мусор.

Зона постоянного пребывания у костра, стол со скамейками, туалетная зона характеризуются наибольшей проходимостью, концентрацией рекреантов и наибольшим временем нахождения, как следствие здесь выявлена сильная деградация и вытаптывание растительного покрова, разрушение верхнего слоя почвы: по механической нарушенности степень средняя, по ботаническому критерию – сильная. При этом достаточно высокий показатель общего проективного покрытия (50–55%) объясняется наличием зрелых кустарников и кустарничков, а также древесных пород.

В целом, на прибрежной территории озера нет оборудованных кемпингов, нет стационарных площадок под палатки, оборудованных деревянных троп, позволяющих сохранять травянистый покров. Эти факторы могут рассматриваться с разных позиций: с одной стороны, озеро не предполагает многодневные туры и постоянное нахождение на берегу, с другой стороны ограниченная и оборудованная территория позволила бы сократить расширение зоны антропогенного влияния.

По результатам исследования установлено, что юго-западное побережье озера характеризуется относительно высокой устойчивостью, при умеренной механической нарушенности. Однако неконтролируемое влияние рекреантов обуславливает низкие темпы восстановления фонового видового состава и общего проективного покрытия. Ландшафты других участков памятника природы характеризуются слабой механической и ботанической нарушенностью.

Выводы.

1. Статус озера Тиберкуль как особо охраняемой природной территории категории «Памятник природы» позволяет эффективно сохранять ландшафтные комплексы, представляющие ценность в научном, культурно-эстетическом и оздоровительном отношении.

2. По итогам полевых работ зафиксирован 31 вид растений, находящихся под угрозой исчезновения, произрастающих на исследуемой территории. Из них отмечено присутствие 11 видов, не внесенных в государственный кадастр, а также отмечено произрастание 20 видов, ранее занесенных в Красную книгу и включенных в государственный кадастр ООПТ. Два вида из ранее зафиксированных не были обнаружены.

3. На исследуемой территории отмечено 17 видов животных, находящихся под угрозой исчезновения, в том числе 2 вида чешуекрылых и 2 вида птиц, не внесенных в государственный кадастр. Подтверждено присутствие 8 видов (следы, звуки, позывки), занесенных в Красную книгу, включенных в государственный кадастр ООПТ, 5 видов из ранее зафиксированных не были обнаружены.

4. Достаточно интенсивные рекреационные нагрузки на данной территории обуславливают проявление изменений природных комплексов, выражающихся в деградации почвенно-растительного покрова западной и южной части прибрежной полосы озера Тиберкуль и пешеходной тропы, ведущей к чаше озера.

5. Отмечено, что на современном этапе юго-западное побережье озера характеризуется относительно высокой устойчивостью, при умеренной механической нарушенности. Однако бесконтрольное посещение территории ООПТ обуславливает риски исчезновения или снижения «краснокнижных» видов растений и животных, низкие темпы восстановления фонового видового состава и общего проективного покрытия.

6. Выявленные изменения природных комплексов западного и южного участков памятника природы озера Тиберкуль, показывают необходимость применения дополнительных управленческих и природоохранных решений по инфраструктурному обустройству территории, открытой для культурно-эстетического отдыха и оздоровления.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2021 году» — Красноярск, 2022.

2. Красная книга Красноярского края: В 2 т. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. Гл. ред. А.П. Савченко (общая редакция), отв. редакторы разделов: А.А. Баранов (классы птицы, амфибии, рептилии); В.А. Заделенов (класс костные рыбы); Ю.Н. Литвинов (класс млекопитающие); О.В. Тарасова (класс насекомые); М.П. Тиунов (млекопитающие, рукокрылые); 3-е изд., перераб. и доп.; СФУ. – Красноярск, 2011. – 205 с.

3. Красная книга Красноярского края. В 2 т. Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов / Н.В. Степанов [и др.]; Отв. ред. Н.В. Степанов; 2- изд., перераб. и доп.; Сибирский фед. ун-т. – Красноярск, 2012. – 576 с.: 499 ил.

4. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выделения зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/901797511. Дата обращения 19.07.2023.

5. Лукьянченко, Н. Ю. Особо охраняемые природные территории России / Н. Ю. Лукьянченко // Молодой ученый. – 2015. – № 24 (104). – С. 740-743. – URL: https://moluch.ru/archive/104/24460/ (дата обращения: 19.07.2023).

6. Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края. Краевое государственное бюджетное учреждение «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» http://krasecology.ru/OOPT/Object_View/32. – Дата обращения: 17.07.2023.

7. Ротанова И.Н., Гайда В.В. Оценка нарушенности ландшафтов природного парка «Предгорье Алтая» // Алтайский государственный университет. – Режим доступа: https://case.asu.ru/files/form_312-26451.pdf. – Дата обращения 25.07.2023.

8. Концепция развития и размещения особо охраняемых природных территорий краевого значения на период до 2030 года (с изменениями на 29 июня 2020 года): Утв. Распоряжением Правительства Красноярского края от 14 ноября 2017 г.№ 784-р // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/450372748. – Дата обращения 29.07.2023.

9. Красная книга Красноярского края дикорастущих растений и грибов / под ред. Н.В. Степанова; 2-е изд., перераб. и доп.; Сибирский фед. ун-т. – Красноярск, 2012. – 572 с.

A. A. PUSHCHENKO

ON THE ISSUE OF INVENTORY OF RARE AND ENDANGERED SPECIES OF PLANTS AND ANIMALS OF THE NATURAL MONUMENT OF LAKE TIBERKUL: SPECIES COMPOSITION AND ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT

Krasnoyarsk Park of Flora and Fauna "Roev ruchey",
Lyceum № 3,
Krasnoyarsk, Russian Federation,
schipura@yandex.ru

The article presents data on the records of plant and animal species included in the Red Book of the Krasnoyarsk Territory, Russia and the international annotated list. A species comparative assessment of the previously introduced species noted during the expedition and identified for the first time on the territory of the protected area – a natural monument of regional significance of Lake Tiberkul, located in a remote place of the spurs of the Eastern Sayan. The author carried out a comparative characteristic for 2015 and 2022. anthropogenic impact on the ecosystem of the lake in connection with the development of domestic tourism and the opening of the territory for group visits.

Key words: domestic tourism, inventory of plant and animal species, anthropogenic impact, protected areas, ecological status of coastal biocenoses.

УДК 502.12

Б. А. РАУ, С. А. АКСЁНОВА

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВ ПЕСТИЦИДАМИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Красноярский техникум промышленного сервиса», г. Красноярск, Российская Федерация, beatarau834@gmail.com

Статья посвящена болезням человека, возникающим при употреблении натуральных продуктов, произрастающих в почве, обработанной пестицидами или заражённой бытовой химией.

Ключевые слова: природопользование, мелиорация, рекультивация, экологическая безопасность, пестициды.

В наши дни довольно широко развиты фермерская и сельскохозяйственная деятельности, которые заключаются в выращивании натуральных растительных и животных продуктов питания для дальнейшей продажи, но к сожалению, при покупки данных товаров, люди не задумываются какой вред они могут нанести их организму. Дело в том, что в данных направлениях очень часто используется пестициды для обработки почвы, а также избавление от использованной бытовой химии, путём выливания в почву. С помощью опроса мы смогли выявить, что очень малое количество людей, проживающих в Красноярском крае, осведомлены и проинформированы на данную тему, хотя многие из них употребляют продукты фермерского происхождения, поэтому данная тема является актуальной и важной на сегодняшний день. Употребление продуктов, произрастающих в почве, обработанной пестицидами и заражённой бытовой химией может привести к различным болезням: болезней нервной системы, желудка, печени, почек, сердца, лёгких и онкологических.

Целью нашего исследования является изучение заболеваний, возникающих из-за употребления натуральных продуктов питания, произрастающих в почве, обработанной пестицидами и заражённой бытовой химией в сельскохозяйственном и фермерском направлениях, а также способов избегания заражения почвы и появления болезней.

Мы предполагаем, что исследования, проведённые на данную тему, помогут определить оказывают ли пестициды отрицательное влияние на организм человека, ведь это поможет не только сохранить жизнь людям, но и повлиять на сохранение экологии нашей планеты (ведь бытовую химию выливают не только в источники произрастания продуктов питания, но и в питьевые источники: реки, озёра и т.д.- что также может привести к различным заболеваниям человека), разрушение которой может привести к наиболее отрицательным последствиям для организма человека.

Виды пестицидов, которые применяют для обработки почвы в сельском хозяйстве:

Фунгициды – химические вещества для борьбы с грибковыми болезнями растений, а также для протравливания семян с целью освобождения их от спор паразитных грибов. Концентраты фунгицидов токсичны для человека и животных [1].

Гербициды – химические вещества, применяемые для уничтожения растительности. По характеру действия на растения делятся на гербициды сплошного действия, убивающие все виды растений, и гербициды избирательного действия, поражающие одни виды растений и не повреждающие другие [1].

Инсектициды – химические вещества, применяемые для борьбы з насекомыми. Они классифицируются на основании структуры и способа влияния. Большое количество инсектицидов влияет на нервную систему насекомых или выполняет функцию регуляторов роста или эндотоксинов [1].

Адъюванты – вспомогательные вещества, используемые в пестицидах, улучшающие их эксплуатационные свойства. Растения, как и грибы, имеют восковую поверхность, что усложняет проникновение пестицидов к месту их целевого влияния. Для облегчения преодоления воскового барьера собственно и добавляются адъюванты [1].

Виды заболеваний, возникающих из-за употребления продуктов питания, выращенных на почве, обработанной пестицидами и заражённой бытовой химией:

Болезнь Альцгеймера – наиболее распространенный тип деменции, состояния, при котором головной мозг перестает выполнять свои функции должным образом. Болезнь Альцгеймера вызывает проблемы с памятью, мышлением и поведением. На ранней стадии симптомы деменции могут быть минимальными, но по мере того, как болезнь оказывает все большее влияние на мозг, симптомы ухудшаются. Скорость, с которой болезнь прогрессирует, индивидуальна для каждого, но средняя продолжительность жизни после установления диагноза составляет восемь лет [3].

Болезнь Паркинсона – заболевание головного мозга, которое затрудняет двигательную активность и вызывает психические нарушения, расстройства сна, боли и другие проблемы со здоровьем. Симптомы заболевания имеют тенденцию усиливаться с течением времени. Заболевание неизлечимо, но его симптомы можно ослабить при помощи различных видов терапии и лекарственных средств. Наиболее распространенные симптомы болезни Паркинсона включают тремор, болезненные непроизвольные сокращения мышц и речевые нарушения [3].

Бесплодие – расстройство мужской или женской репродуктивной системы, определяемое как неспособность добиться беременности после регулярных незащищенных половых актов на протяжении 12 или более месяцев. Бесплодие может быть вызвано состоянием репродуктивной системы мужчины или женщины либо необъяснимыми факторами. Некоторые причины бесплодия можно предотвратить. Для решения проблемы бесплодия часто применяется метод экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) и другие вспомогательные репродуктивные технологии [3].

Альтернативные методы применения пестицидов в сельскохозяйственной деятельности:

1. **Биологические** – использование хищников, паразитов и бактерий для уничтожения вредителей, применение биологических веществ, таких как бактерии, вирусы или грибы [4].

2. **Физические** – использование высоких или низких температур для уничтожения вредителей, использование ультразвука или света для отпугивания или уничтожения насекомых.

3. **Сельскохозяйственные** – перемещение посевов для снижения распространения вредителей, создание среды, отталкивающей вредителей [6].

4. **Генетические** – разработка растений, устойчивых к вредителям.

5. **Экологические** – поддержание разнообразия в экосистеме для естественного контроля вредителей.

Наше исследование направлено на определение влияния пестицидов на организм человека при употреблении продуктов фермерского происхождения.

Для проведения исследования мы составили опрос, который позже распространили среди жителей города Красноярска, употребляющих натуральные продукты питания.

С помощью данного опроса было выявлено, что из 460 людей, прошедших анкетирование:

1. 340 знают, что такое пестициды, а оставшиеся 120 не знают и никогда не слышали о них.

2. 220 редко употребляют в своём рационе питания продукты фермерского происхождения, 140 часто употребляют в своём рационе питания продукты фермерского происхождения, 100 вообще не употребляют в своём рационе питания продукты фермерского происхождения (рисунок 1).

3. 400 не испытывают дискомфорта после употребления продуктов фермерского происхождения, а 60 испытывают дискомфорт после употребления продуктов фермерского происхождения (рисунок 1).

4. 400 человек не страдают заболеваниями нервной, мочевыделительной, пищеварительной, дыхательной, сердечно-сосудистой систем, а 30 страдают заболеваниями нервной и пищеварительной систем.

5. 240 считают, что обработка почвы пестицидами отрицательно влияет на выращивание продуктов фермерского происхождения, а 220 считают, что обработка почвы пестицидами положительно влияет на выращивание продуктов фермерского происхождения.

6. 320 считают, что пестициды влияют на состояние их организма, а 140 считают, что пестициды никак не влияют на состояние их организма.

Красноярский россельхозцентр подвёл итоги применения пестицидов в 2022 году. Большая доля от общего объёма применяемых пестицидов приходится на гербициды – 65,6 %. Всего гербицидная обработка в 2022 году проведена на площади – 920,73 тыс. га в физическом исчислении, однократная составила – 1 535,91 тыс. га. Из них обработано против злаковых сорняков – 618,65 тыс. га, широколистных – 917,25 тыс. га.Фунгицидные препараты составили – 14,1 % от общего объёма пестицидов, применялись на площади 274,67 тыс. га. Обработки проводились против корневых гнилей – 16,9 тыс. га, листовых болезней зерновых культур – 222,31 тыс. га, альтернариоз рапса – 23,8 тыс. га.

Инсектицидные препараты составили 5,2 % от общего объёма пестицидов, обработки проводились на физической площади 319,18 тыс. га, (однократно 342,66 тыс. га).

Основные внешние признаки плодов, перенасыщенных пестицидами:

– неестественно крупный размер [2];

– идеально ровные формы [2];

– яркий, выраженный цвет [5].

В естественных условиях ничего из перечисленного быть не может. Такие признаки говорят о том, что плоды «нашпигованы» солями азотной кислоты. Они созревают водянистыми и практически безвкусными. Количество химикатов в них просто зашкаливает.

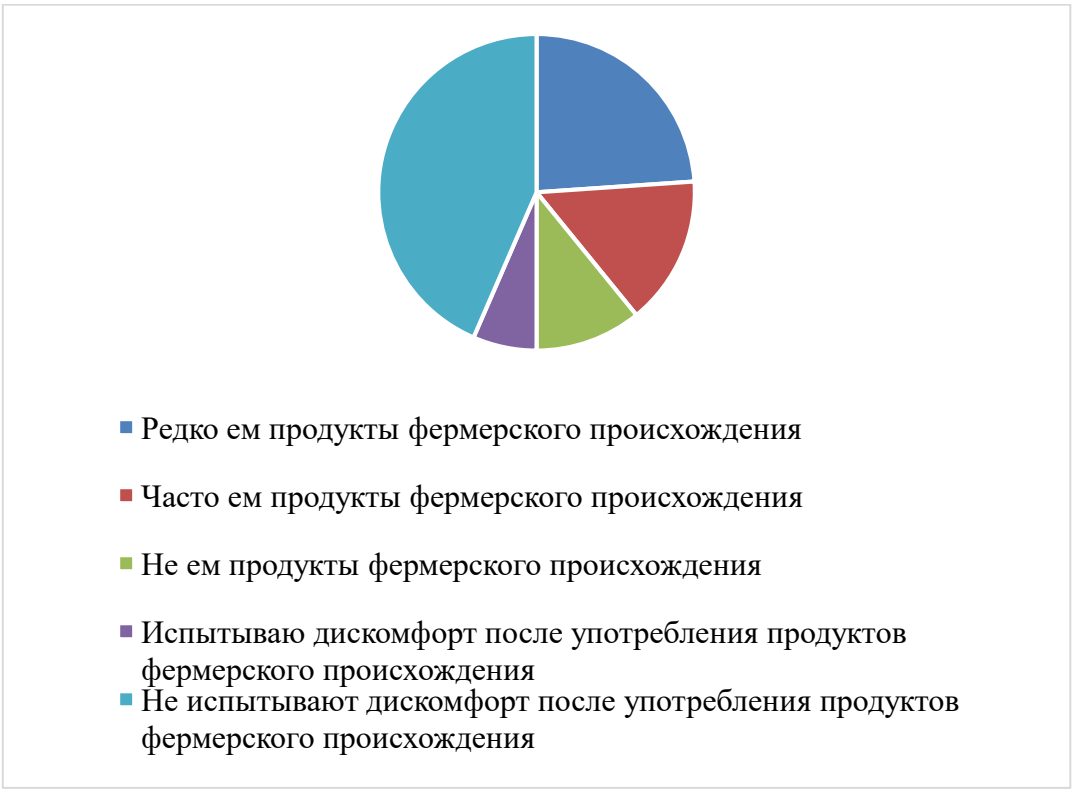


Рисунок 1 – Результаты опроса жителей города Красноярска

Способ проверки наличия пестицидов в продуктах фермерского происхождения, в домашних условиях

Смешайте одну столовую ложку пищевой соды и литр питьевой воды, поместите в полученный раствор предварительно помытые овощи. Оценить результат можно будет через 10 минут. Если вода стала мутной, пожелтела или покрылась пленкой – значит, производитель переусердствовал с химикатами.

Нами был проведён данный эксперимент, в котором проверялись яблоки, купленные в магазине «Магнит», поставщиками овощей и фруктов которых является АО «Тандер». После проведённого нами эксперимента, было обнаружено отсутствие пестицидов в яблоках, поставщиками которых является АО «Тандер».

После всех проведённых нами исследований можно сделать вывод, что почва, на которой выращиваются продукты фермерского происхождения требует альтернативных способов избавления от паразитов, а использование пестицидов в данном случае нужно исключить, ведь как мы выяснили это может привести к пагубным последствиям организма людей, многие из которых даже не догадываются, что вместе с данными продуктами употребляют пестициды и тем самым отравляют свой организм.

Если фермерские и сельскохозяйственные сферы не заменят пестициды на менее безопасные способы, то в нашей статье вы можете видеть выявленные нами факторы и способы обнаружения пестицидов в натуральных продуктах. Состояние нашего организма зависит от того, что мы потребляем, а для того, чтобы понять правильную ли пищу мы используем для этого нужно интересоваться её составом.

Список литературы

1. Богатырев Ю. Н. О нитратах и пестицидах в продуктах. – Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 1991. – 77 с.
2. Кобриц Г. А. Меры безопасности при работе с пестицидами. – М.: Агропромиздат, 1992. – 125 с.
3. Курдюков В. В. Последействие пестицидов на растительные и животные организмы. – М.: Колос, 1982. – 128 с.
4. Лагунов А. Г. Пестициды в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1985. – 142 с.
5. Мельников Н. Н. Химические средства защиты растений (пестициды): справочник. – Москва, 1980. – 287 с.
6. Применение пестицидов и их воздействие на сельскохозяйственные культуры и сорные растения при интенсивной химизации сельского хозяйства: сб. науч. тр. – М.: Москов. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева, 1986. – 75 с.

B. A. RAU, S. A. AKSYONOVA

THE IMPACT OF PESTICIDE SOIL TREATMENT ON HUMAN ORGANISM

Krasnoyarsk Technical School of Industrial Service,
Krasnoyarsk, Russian Federation,
beatarau834@gmail.com

The article is dedicated to human diseases arising from the consumption of natural products grown in soil treated with pesticides or contaminated with household chemicals.

Key words: nature management, melioration, reclamation, environmental safety, pesticides.

УДК 574.24:599.32

А. Д. РЕВНИВЦЕВА, А. В. АНДРЕЙЧЕВ

МОРФОЛОГИЯ ОБЫКНОВЕННОГО СЛЕПЫША (*SPALAX MICROPHTHALMUS*) В МОРДОВИИ, ОБИТАЮЩЕГО В ГРАНИЦАХ ЗОНЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, alexandrakarshaeva@gmail.com, andreychev1@rambler.ru

Проведены исследования по морфологии обыкновенного слепыша в Мордовии, обитающего в реликтовой локальной популяции в границах зоны радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС. Изучены следующие параметры: длина тела, длина ступни, расстояние между половым и анальным отверстиями, вес тела, масса сердца, легких, печени, селезенки, почки, желудка, семенника.

Ключевые слова: слепыш, Spalax, локальная популяция, морфология, внутренние органы, длина тела, Мордовия.

Обыкновенный слепыш (*Spalax microphthalmus*) в Мордовии обитает в реликтовой локальной популяции в окрестностях п. Ялга и ближайших населенных пунктах и длительное время находится под постоянным мониторингом (2007–2024 гг.) [1, 10–12]. Территория п. Ялга расположена в 8 км к юго-западу от центра Саранска, на левобережье реки Инсар. Этот населенный пункт входит в границы зоны радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС, поэтому обитающие здесь животные представляют определенную ценность в качестве объектов мониторинга состояния окружающей среды. Ранее в регионе изучались разные вопросы биологии и экологии слепыша, однако статус редкости этого вида грызуна для региона [13, 14] не позволял изучить его морфологию. Но с течением времени исследований нецеленаправленно в ходе основных работ по другим аспектам жизни зверька накоплен материал, позволяющий определить важные ценные данные в научном плане. А именно получены зверьки, у которых изучены следующие параметры: длина тела, длина ступни, расстояние между половым и анальным отверстиями, вес тела, масса сердца, легких, печени, селезенки, почки, желудка, семенника. Данные значения параметров представляют важную информацию не только в сравнительном аспекте с другими слепышами, обитающими на территориях, не подвергшихся экологическим катастрофам, но и в общей биологии видов из семейства Слепышовые. Поскольку в доступной нам литературе не удалось найти данных по некоторым параметрам. Даже в известной книге В.А. Топачевского по Слепышовым СССР [9], где подробным образом представлены разные особенности строения (прежде всего, краниальные и посткраниальные особенности) и экологии, не указано информации об индексах внутренних органов слепышей. По морфофизиологическим показателям обыкновенного слепыша данных также немного, они либо ограничиваются пищеварительным трактом, либо приурочены к определенным территориям [2-4].

Безусловно все исследователи прежде всего сосредотачивались на таких параметрах как длина тела, вес тела, длина ступни, расстояние между половым и анальным отверстиями. В частности, по В.А. Топачевскому длина тела варьировала от 197 до 290 мм, длина ступни от 23 до 30 мм [9], по С. И. Огневу длина тела самцов 203–267 мм, самок – 197–227 мм, длина задней ступни 23,8–30 и 24,1–27,3 мм, соответственно [6].

По Л. С. Овчинниковой для слепышей Воронежской области длина тела взрослых особей варьировала от 260 до 315 мм (в среднем 287 мм), длина ступни составляла 26–33 (в среднем 29,4 мм), вес тела варьировал от 406 до 818 г. (в среднем 537 г.) [5]. По А. Ю. Пузаченко для слепышей Курской области известно, что самки в возрасте от 3-х лет и старше имели длину тела 190–247 мм (в среднем 214,4 мм), ступни – 21,5–30,2 мм (в среднем 27,1 мм), вес тела – 120–500 г. (в среднем 359 г.), самцы имели длину тела 200–280 мм (в среднем 234 мм), ступни – 26,4–30,8 мм (в среднем 28,6 мм), вес тела – 243–780 г. (в среднем 488,6 г.) [7, 8].

По результатам изучения основных параметров по морфологии обыкновенных слепышей из Республики Мордовия (таблица 1) удалось выяснить в сравнении с известными данными других исследователей по длине тела, ступни и весу тела, что незначительная выборка входит в пределы варьирования признаков для вида и не имеет отклонений. По предыдущим данным по Мордовии за 1971 г. по девяти добытым самцам слепышей известно, что вес тела варьировал от 250 до 400 г. (в среднем 327,9 г.) [1]. С учетом этих данных для Мордовии по 12 особям можно считать пределы варьирования по весу тела зверьков от 225 до 400 г. Однако по длине ступни самцов слепышей Мордовии можно констатировать высокие значения, которые находятся на верхней границе варьирования признака для вида и укладываются лишь в пределы, указанные для зверьков из Воронежской области [5]. В отношении массы внутренних органов считаем важным привести индексы внутренних органов (отношение массы внутреннего органа к массе тела) для обыкновенного слепыша в Мордовии: индекс сердца ♂♂ – 0,7–1,1%, индекс легких ♂♂ – 0,9–1,5 %, индекс печени ♂♂ – 3,9–4,8 %, индекс селезенки ♂♂ – 0,08–0,09 %, индекс почки ♂♂ – 0,4 %, индекс желудка ♂♂ – 1,7–2,2 %, индекс семенника ♂♂ – 0,05–0,06 %; индекс сердца ♀ – 1,3 %, индекс легких ♀ – 1,7 %, индекс печени ♀ – 5,6 %, индекс селезенки ♀ – 0,13 %, индекс почки ♀ – 0,7 %, индекс желудка ♀ – 2,6 %. Ограниченность выборки (3 особи) не позволяет статистически интерпретировать индексы внутренних органов обыкновенного слепыша, однако следует отметить, что у самки индексы внутренних органов были несколько выше по сравнению с самцами.

Таблица 1 – Значение основных параметров по морфологии обыкновенных слепышей из Республики Мордовия

Параметр	№ особи, пол		
	1 ♂	2 ♂	3 ♀
Длина тела (мм)	231	245	225
Длина ступни (мм)	31	31	29
Расстояние между половым и анальным отверстиями (мм)	5	5	2
Вес тела (г)	503	418	222
Масса сердца (г)	5,6	2,8	2,8
Масса легких (г)	4,7	6,1	3,8
Масса печени (г)	19,4	20,1	12,4
Масса селезенки (г)	0,4	0,4	0,3
Масса почки (г)	1,9	1,8	1,5
Масса желудка (г)	10,9	7,2	5,9
Масса семенника (г)	0,3	0,2	–

При этом вес самки составлял от 44–53 % от веса самцов, при относительно сопоставимой длине тела в ряду 225-231-245 мм. Таким образом, полученные результаты по морфологии слепышей Мордовии дополняют базу данных для дальнейших сравнений по региону и не только, при этом важно для реликтовых локальных популяций по возможности использовать для изучения всех возможных особей, даже случайно обнаруженных погибшими.

Список литературы

1. Астрадамов, В. И., Вечканов, В. С., Мачинский, А. П., Задальский, С. В. Слепыш обыкновенный в Мордовии и его гельминтофауна // Экологические исследования наземных и водных животных в Мордовии. – Саранск. 1976. – С. 61–69.

2. Барагунова, Е. А., Гудова, М. С. Сравнительная характеристика эколого-физиологических показателей двух популяций обыкновенного слепыша (*Spalax microphtalmus* Guld., 1770) на Центральном Кавказе // Млекопитающие в меняющемся мире: актуальные проблемы териологии (XI Съезд Териологического общества при РАН). – 2022. – С. 28.

3. Варшавский, А. А., Пузаченко, А. Ю., Наумова, Е. И., Костина, Н. В. Ферментативная активность микрофлоры пищеварительного тракта обыкновенного слепыша *Spalax microphtalmus* (Spalacidea, Rodentia) // Доклады Академии наук. – 2003. – Т. 392. №. 4. – С. 564–567.

4. Дзуев, Р. И., Чепракова, А. А., Барагунова, Е. А., Канукова, В. Н., Дзуев, А. Р. Эколого-географические особенности морфофизиологических показателей обыкновенного слепыша в условиях северного макросклона Центрального Кавказа // Естественные и технические науки. – 2019. – № 11 (137). – С. 118–125.

5. Овчинникова, Л. С. Распространение обыкновенного слепыша (*Spalax microphthalmus* Güld.) в юго-восточной части Черноземного центра // Тр. Воронеж, ун-та. – 1971. – Вып. 93. – С. 80–83.

6. Огнев, С. И. Звери СССР и прилежащих стран. Т. 5. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. – С. 558–641.

7. Пузаченко, А. Ю. Внутрипопуляционная изменчивость черепа обыкновенного слепыша *Spalax microphthalmus* (Spalacidae, Rodentia). 1. Методика анализа данных, невозрастная изменчивость самцов // Зоологический журнал. – 2001. – Т. 80. Вып. 3. – С. 1–15.

8. Пузаченко А. Ю. Обыкновенный слепыш (Электронный проект) // Центр охраны дикой природы // 2024. (https://biodiversity.ru/programs/rodent/species/spalax_microphthalmus.html).

9. Топачевский, В. А. Слепышовые. Фауна СССР. Млекопитающие. Т. 3. № 3. – Л.: Наука. 1969. – С. 1–248.

10. Andreychev, A. V. A new methodology for studying the activity of underground mammals / A. V. Andreychev // Biology Bulletin. – 2018. – V. 45. – P. 937–943.

11. Andreychev, A. V. Daily and seasonal feeding activity of the greater mole-rat (*Spalax microphthalmus*, Rodentia, Spalacidae) // Biology Bulletin. – 2019. – V. 46. № 9. – P. 1172–1181.

12. Andreychev, A. The greater mole-rat (*Spalax microphthalmus*) and humans: facets of interaction in the Middle Volga region // Theriologia Ukrainica. – 2020. – № 19. – P. 108–114.

13. Andreychev, A., Kuznetsov, V. Checklist of rodents and insectivores of the Mordovia, Russia // ZooKeys. – 2020. – № 1004. – P. 129–139.

14. Andreychev, A., Lapshin, A. Density and distribution of the greater mole rat (*Spalax microphthalmus*) on the northern border of the area in a region of European Russia // Ecological Questions. – 2021. – V. 32. № 2. – P. 71–80.

A. D. REVNIVTSEVA, A. V. ANDREYCHEV

MORPHOLOGY OF THE GREATER MOLE-RAT (*SPALAX MICROPHTHALMUS*) IN MORDOVIA, LIVING WITHIN THE BORDERS OF THE ZONE OF RADIOACTIVE CONTAMINATION DUE TO THE DISASTER AT THE CHERNOBYL NPP

National Research Mordovian State National Research
Mordovian State University named after N. P. Ogaryov,
Saransk, Mordovia, Russian Federation,
alexandrakarshaeva@gmail.com, andreychev1@rambler.ru

Research has been carried out on the morphology of the greater mole-rat in Mordovia, living in a relict local population within the boundaries of the zone of radioactive contamination due to the disaster at the Chernobyl NPP, was studied. The following parameters were studied: body length, foot length, distance between the genital and anal openings, body weight, weight of the heart, lungs, liver, spleen, kidney, stomach, testis.

Key words. greater mole-rat, Spalax, local population, morphology, internal organs, body length, Mordovia.

УДК 504

С. Р. РОМАНОВА

СНЕГ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 2
имени Героя Советского Союза В. И. Урукова»,
г. Чебоксары, Российская Федерация,
boriskrajnov@yandex.ru

Снежный покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу, в связи с этим он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды.

Ключевые слова: снег, атмосферные осадки, загрязнение, индикатор, реагенты, биотестирование, выхлопные газы.

Атмосфера, являясь одним из основных компонентов биосферы, оказывает интенсивное и разностороннее воздействие на гидросферу, геологическую среду, почвенный покров, здания, сооружения, другие техногенные объекты, а также на биосферу в целом и на человека в частности. Поэтому охрана атмосферного воздуха представляет собой приоритетную экологическую проблему, которой уделяется пристальное внимание во всех развитых странах. Активное воздействие атмосферы на наземные экосистемы и гидросферу проявляется через атмосферные осадки в виде дождя и снега. Поверхностные и подземные воды суши имеют главным образом атмосферное питание и их химический состав в значительной степени зависит от состояния атмосферы.

Данную тему я выбрала потому, что в настоящее время остро стоит проблема загрязнения окружающей среды, в частности воздуха. Состояние среды обитания человека сильно влияет на его здоровье и на живые организмы.

Снежный покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды.

В снежном покрове могут накапливаться ионы кальция, меди, хрома, железа, хлора, свинца, сульфаты, сульфиты, ионы водорода.

По-прежнему, основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят предприятия и транспорт. В 2023 г., в Чувашии, выбросы в атмосферу составили почти 45 тыс. тонн загрязняющих веществ. Наиболее напряженная обстановка складывается в больших городах Республики, где сосредоточенно наибольшее количество транспортных средств. Так, в Чебоксарах на 2023 г. зарегистрировано почти 160 тыс. единиц личного транспорта.

Ситуация выглядит благополучно, в пересчете количества загрязняющих веществ на одного жителя Чувашии получается около 26,5 кг. Для сравнения, на каждого россиянина в среднем приходится 152,6 кг. вредных веществ.

Самые распространенные твердые реагенты, которыми в России посыпают дороги, – это хлорид натрия и хлорид кальция (NaCl и $CaCl_2$). Жидкие реагенты – это растворы твердых, а комбинированные – смесь химикатов с так называемой фрикционной частью (например, щебнем или мраморной крошкой).

Хлорид натрия – это обычная поваренная соль, которую все мы употребляем в пищу. На улицах используется хлорид натрия с низкой степенью очистки, который может содержать примеси песка или других солей – так называемая техническая соль. проникание смеси реагентов с прочими веществами в почву приводит к ее засолению. Структура

под действием хлоридов уплотняется – ее частицы слепляются друг с другом, и возникает своеобразная «соляная корка». Это угрожает жизни почвенных микро- и макроорганизмов (червей, грибов, низших растений) и приводит к общей деградации почвы.

Промышленные выбросы наносят большой вред растительности, сельскохозяйственным культурам и лесам, зеленым насаждениям городов и их окрестностей. Особенно токсичными являются газообразные ингредиенты промышленных отходов: сернистый газ, фтор и его соединения, оксиды азота, хлор, этилен, окись магния и др.

При остром поражении сернистым газом (более 2 мг/м^3) уже через 1–2 ч. происходят побурение и гибель листьев, чаще отдельных их участков в виде пятнышек с четко очерченной границей между живыми и отмершими клетками и тканями.

Окислы азота или азотной кислоты в концентрации более 2 мг/м^3 вызывают глубокие повреждения листьев. Отличительной особенностью их являются буровато-черные участки, чаще всего у вершины и периферии листовой пластинки.

Фтор и его соединения в невысоких концентрациях (менее 0,01 мг/м^3) вызывают появление узких некротических сине-желтых полос.

Древесные породы очень чувствительны к этилену. Содержание даже одной стомиллионной доли может вызвать серьезные сдвиги физиологии растения и значительные повреждения: на листьях появляются красноватые и коричневые пятна, затем листья опадают, что чаще всего приводит к гибели растений.

Химический завод в городе Новочебоксарск начал работу в 1960 году и продолжает производство до настоящего времени. Завод выпускал следующие вещества: неорганический, органический, хлорорганический, фосфорорганический, кремнийорганический, резинохимикаты, поверхностно активные вещества, а также реагенты для теплоэнергетики, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

Отходы попадают в снег, а потом в почву, что оказывает пагубное влияние на растения.

Мною было собрано 6 проб снега с разных участков: Лес (№ 1), автодорога (№ 2), около предприятия ОАО «Химпром» (№ 3), Чебоксарский речной порт (№ 4), монумент Матери – покровительнице (№ 5), парк Победы (№ 6). Я рассмотрела цвет снега и определила запах. Затем снег растаял при комнатной температуре. Воду я профильтровала и определила загрязненность участков по оставшимся на ней следам, так же определила pH. Рассмотрела под микроскопом пробы воды под № 1 и № 2 (рисунок 1).

Рисунок 1 – Пробы воды № 1 и № 2 под микроскопом

Таким образом, наиболее загрязненными пробами являются пробы, взятые с мест вблизи оживленных дорог. В этих местах основным источником загрязнения снега является автотранспорт и обработка дорог антигололедными материалами. Темная окраска снега на обочинах дорог и соответственно талой воды обусловлена несколькими причинами. Это вынос частиц (сажи, частиц каучука, кремния и др.), содержащихся в выхлопных газах, также из состава автопокрышек, истираемость которых в зимнее время резко возрастает. Ещё одним источником темной окраски служит химический и механический вынос битумных, масляных и других минерально-органических соединений с днищ автомобилей (таблица 1).

Таблица 1 – Общие показатели проб снега

Показатели	Лес (1)	Автодорога (2)	Хим. завод (3)	Речной порт (4)	Монумент (5)	Парк Победы (6)
Цвет	Белый	Серо-белый	Серо-белый	Белый	Белый	Белый
Запах	Нет	Бензина	Химический	Нет	Нет	Нет
Загрязненность фильтра	Нет	Да, сильная	Да, сильная	Да, слабая	Нет	Да, очень слабая
Прозрачность	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да

Профильтрованную талую воду я использовала для проведения биотестирования. Биотестирование состоит в том, что можно проверить токсичность снега с помощью живых организмов. В качестве организма-индикатора я выбрала кресс-салат. Семена этих растений быстро прорастают. Даже если, в комнате недостаточно света, непостоянная температура воздуха и пониженная влажность, все равно, через несколько недель после всходов салат вырастет и его можно уже срезать. В качестве показателей учитывала всхожесть семян и скорость роста корней проростков. Сравнительная оценка показателей их роста и развития позволяет оценивать степень воздействия токсичности снега.

Оборудование и реактивы: семена кресс-салата (одинаковые по размеру, одного урожая), вазочки, пробы снега, ватные диски.

Налила на дно каждой чашки талую воду, положила по 10 семян кресс-салата. Пометила их номерами, согласно местам сбора снега. Наблюдала прорастание семян и рост корешков растений в течение 10 дней, добавляя, по мере высыхания, талую воду, полученную из снега с тех же участков (в одинаковых объемах).

Результаты исследования (рисунок 2):

В пробе номер 1 проросло 8 семян ростки длинные, толстые, крепкие и ровные.

В пробе номер 2 проросло 1 семя, росток слабый, тонкий не ровный.

В пробе номер 3 проросло 2 семени, росток маленький и не крепкий.

В пробе номер 4 проросло 3 семени средние по длине, не крепкие и тонкие.

В пробе номер 5 проросло 4 семени ростки средние, ровные.

В пробе номер 6 проросло 3 семени ростки длинные, толстые, крепкие и ровные.

Анализируя данные, я сделала вывод о наибольшей токсичности снега на дорогах и около химического завода. Меньшей степенью химической токсичности отличаются пробы снега под номером 1, 5 и 6. Таким образом, я проследила влияние общей токсичности снега, вызванной присутствием загрязнителей на рост и развитие проростков кресс-салата.

Рисунок 2 – Прорастание проростков кресс-салата

Полученные результаты доказывают, что снег загрязняется вредными веществами, выбрасываемыми автотранспортом и степень загрязнения очень высокая, так как проросло только 25 % семян. Используя метод биотестирования (испытания действия вещества или комплекса веществ на живые организмы), я выяснила, что снег действительно является индикатором загрязнения окружающей среды.

Выхлопные газы оказывают пагубное влияние на жизнь растений. Через снег вещества проникают в почву, а потом и в сами растения. Это тормозит их развитие и в них могут начать накапливаться различные яды. Из-за этого не стоит сажать растения рядом с дорогами и у обочин.

Основываясь на результатах химического анализа и биотестирования, можно утверждать, что атмосфера в моем городе благоприятна. Но, наибольшее загрязнение наблюдается на дорогах города и у химического завода. Достаточно благоприятная атмосфера и чистый воздух наблюдаются в парке и лесу.

Люди не могут отказаться от автомобилей, но должны заботиться об экологии города. Нужно привлекать людей к деятельности, которая будет способствовать улучшению экологии. Например, можно создать проект, который будет направлен на восстановление древесно-кустарниковой растительности города, а для его реализации привлечь школьников, их родителей и желающих людей. Так же можно регулярно проводить санитарные мероприятия, которые будут направлены на уборку территории города от мусора и своевременный вывоз грязного снега.

Любой человек может внести свой вклад в спасение планеты, достаточно только начать.

Список литературы

1. Артемов А.В. Сравнительный анализ антропогенного загрязнения снежного покрова и гидросферы урбанизированных ландшафтов // Экология человека. – 2003 г. – № 4. – С. 35.
2. Боголюбов А.С. Изучение снегового покрова на профиле: метод. пособие. – М.: Экосистема, 2011. – 8 с.
3. Вронский В.А. Антропогенные загрязнения атмосферы и растения. – М.: Аванта, 2022. – 56 с.
4. Мансурова С.Е., Кокуева Г.Н. Следим за окружающей средой. – М.: Академия, 2014. – 187 с.
5. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие / Под ред. А.Г. Муравьева. – СПб.: Крисмас+, 2003. – 176 с.
6. Почекаева Е.И. Окружающая среда и человек. – М.: Академия, 2012. – 532 с.

S. R. ROMANOVA

SNOW AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Secondary school № 2 named after Hero of the Soviet Union V. I. Urukov,
Cheboksary, Russian Federation,
boriskrajnov@yandex.ru

Snow cover accumulates in its composition almost all substances entering the atmosphere, in this regard, it has a number of properties that make it a convenient indicator of pollution not only of precipitation itself, but also of atmospheric air, as well as subsequent pollution of soil and water.

Key words: snow, precipitation, pollution, indicator, reagents, bioassay, exhaust gases.

УДК 504.06

Э. Г. РЯБОВА

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКРОПЛАСТИКОМ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПОСЁЛКА СОЛОВЕЦКИЙ БОЛЬШОГО СОЛОВЕЦКОГО ОСТРОВА

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»,
г. Москва, Российская Федерация,
ryabova_elhana@mail.ru

Статья посвящена оценке загрязнения снежного покрова пос. Соловецкий микропластиком. В ходе зимней экспедиции 2023 г. было отобрано 33 пробы снега для последующего лабораторного анализа. Установлено, что ключевым источником загрязнения МП является полигон ТКО. Также проведены расчёты потенциальной опасности микропластикового загрязнения по индексам PLI, PHI и PERI.

Ключевые слова: микропластик, снежный покров, экологическое состояние Большой Соловецкий остров, частицы МП, индексы загрязнения.

Введение. В статье нами будут представлены результаты исследований снежного покрова на территории пос. Соловецкий, расположенного на Большом Соловецком острове в акватории Белого моря. Данная тема является актуальной поскольку северные экосистемы являются крайне уязвимыми для любой антропогенной деятельности, и их защита прописана в действующих в настоящее время международной Стратегии защиты окружающей среды Арктики (с 1991 г.) [4] и национальной Стратегии развития Арктической зоны РФ до 2035 г. (с 2020 г.) [5]. Кроме того, исследуемая территория относится к островам Соловецкого архипелага, включённого в 1992 г. в Список всемирного наследия ЮНЕСКО под № 632 [9], что дополнительно повышает актуальность и значимость оценки экологического состояния территории.

Целью работы является анализ снежного покрова на территории пос. Соловецкий на наличие частиц микропластика для установления общего уровня антропогенного прессинга и оценки потенциального негативного воздействия данного поллютанта на экосистемы и здоровье местного населения.

Актуальность исследования снежного покрова на загрязнение микропластиком заключается в том, что по типу питания большинство озёр острова относятся к атмосферному типу, т.е. питание осуществляется за счёт дождевых и снеговых осадков, причем последние имеют преобладающее значение. При этом острова Соловецкого архипелага характеризуется высокой степенью озёрности и заболоченности территории. На территории Большого Соловецкого острова насчитывается порядка 337 озёр [2], которые занимают около 11 % общей площади острова [1]. Водоснабжение посёлка осуществляется напрямую из водных объектов, без предварительной очистки, поскольку станция водоподготовки на острове отсутствует. Таким образом, есть значительный риск миграции частиц микропластика из снежного покрова в водные объекты острова, в т.ч. использующиеся для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить, освоить и апробировать методы полевого отбора и лабораторного анализа проб для определения частиц МП в снежном покрове в ходе зимней экспедиций 2023 г.

2. Определить количество частиц МП и их формы в снежном покрове на территории посёлка Соловецкий Большого Соловецкого острова.

3. Провести оценку негативного воздействия микропластика в снежном покрове при помощи индексов PLI, PHI и PERI и составить карто-схемы микропластикового загрязнения.

Материалы и методы исследования. Исследования загрязнения поселка Соловецкий микропластиком проводились в рамках договора о сотрудничестве между Географическим факультетом МПГУ и Томским государственным университетом (ТГУ) и Соглашения о вступлении в Консорциум по исследованию присутствия МП в окружающей среде, организованный ТГУ [3].

Отбор проб снежного покрова проводился в 11 точках на территории Большого Соловецкого острова (рисунок 1): в самом поселке Соловецкий, возле полигона ТКО и на фоновом участке в районе верхового болота. В каждой точке отбиралось по три пробы снега (суммарно – 33 пробы) при помощи весового снегомера с известной площадью сечения и нанесённой шкалой высоты – для определения объёма отобранного снега.

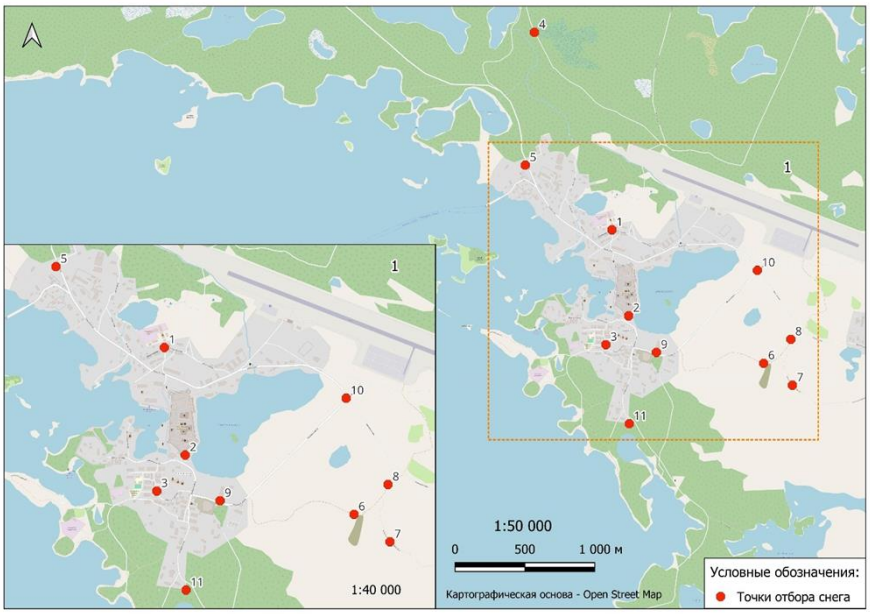


Рисунок 1 – Карта-схема точек отбора проб снега в ходе зимней Соловецкой экспедиции, февраль 2023 г. (составлена В. В. Литвиненко)

Пробы снега отбирались в полиэтиленовые пакеты с замком zip-lock, и затем растапливались в течение суток при комнатной температуре, после чего переливались в предварительно подготовленные (промытые дистиллированной водой и высушенные) пластиковые бутылки объёмом 0,25 л.

Одновременно с первыми пробами снега была подготовлена «холостая проба», представляющая собой дистиллированную воду, залитую в пластиковую бутылку аналогичного объёма, для выявления потенциального загрязнения МП, исходящего от тары. В дальнейшем отобранные и запакованные пробы транспортировались в лабораторию для количественного определения МП в снежном покрове.

Немаловажным здесь будет отметить потенциальные «горячие точки» посёлка и его окрестностей, связанные с повышенным риском загрязнения микропластиком. К таким «горячим точкам» относятся полигон ТКО, расположенный к юго-востоку от территории посёлка, а также площадки временного складирования бытовых отходов (мусорные баки), расположенные возле жилых домов и кафе.

Полигоны ТКО в упрощённом виде можно представить как анаэробные реакторы, которые за счёт благоприятных условий (достаточное количество влаги, недостаток кислорода и т. д.), характеризуются широким спектром микробных сообществ, способных биологически разлагать пластиковые отходы, присутствующие на полигонах. Немаловажное значение имеет и фильтрат полигона, также участвующий в деградации крупного

пластика на микрочастицы, мигрирующие затем с тела полигона в окрестные территории и акватории с дождевыми и талыми водами, фильтратом, ветровым переносом и даже – с живыми организмами [10].

Анализ проб снежного покрова проводился по единой методике, предложенной ТГУ в рамках Консорциума, для возможности сравнения полученных данных. Основными применяющимися реактивами были хлорид цинка (для разделения проб по плотности) и пероксид водорода с добавлением реактива Фентона для разложения органики (рисунок 2). Анализ каждой повторности и смыва с тары (суммарно 6 образцов: три повторности пробы + три смыва) проводился одновременно.

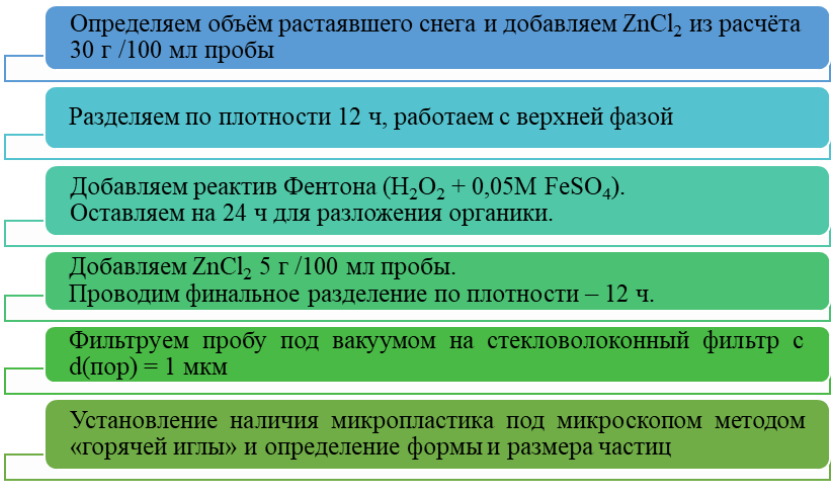


Рисунок 2 – Методика определения содержания микропластика в снежном покрове с $ZnCl_2$ и реактивом Фентона

Результаты и обсуждение. В ходе анализа было установлено, что загрязненность снежного покрова частицами МП изменялась от 0 до 440 шт/л. Наиболее загрязнённой на территории посёлка оказалась точка 1 (пос. Соловецкий, возле мусорных баков), а за селитебной зоной – точки 6–7 (полигон ТКО и окрестности) – от 170 до 440 шт/л, соответственно, при средних значениях 127 – 336 шт/л (рисунок 3).

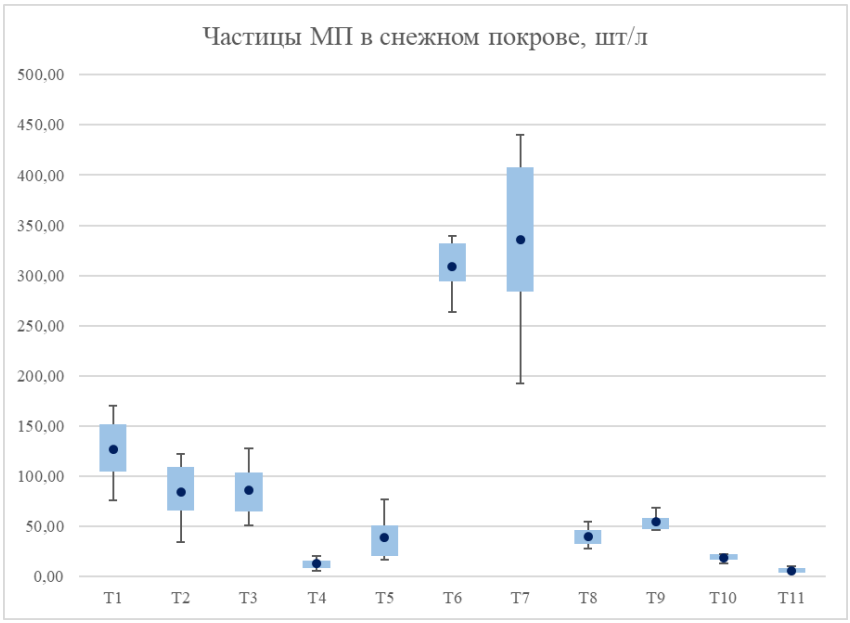


Рисунок 3 – Распределение значений МП в отобранных пробах. Точками показаны средние значения, «усами» – 25 % и 75 %-ные квартили

По данным рисунка 3 видно, что Т1-Т3 (центральная часть посёлка) близки между собой, хотя значения в точке 1 выше за счет наличия площадки для ТКО. Резко выбиваются значения Т6-Т7, соответствующие территории возле полигона ТКО. При этом стоит отметить, что Т8, расположенная также вблизи полигона, но экранированная плотно растущим участком леса, характеризуется невысокими значениями микропластика, что, очевидно связано со снижением миграционной активности частиц за счёт ветрового переноса.

Если говорить о классификации МП по форме частиц, то в снежном покрове, особенно вблизи источников загрязнения, преобладающим типом оказались фрагменты (обломки) (66 %), затем шли волокна (нитки) – 30 % и плёнки – 4 %, что согласуется с данными исследования [7].

Кроме оценки количественного состава и форм частиц, нами также были проведены расчёты потенциальной опасности микропластикового загрязнения по индексам PLI, PHI и PERI, суть которых изложена в работе [8]. Индекс загрязнения МП (Pollution load index, PLI) представляет собой по сути, аналог коэффициент концентрации и рассчитывается как отношение фактической концентрации частиц МП в каждой точке к условно «фоновому» значению, за которое принимается наименьшее значение концентрации МП, обнаруженное в пробах. Таким образом, этот индекс учитывает количественное значение микропластика на исследуемой территории.

Следующий показатель – индекс опасности полимеров (PHI) представляет собой показатель, учитывающий два параметра: долю полимера каждого типа и степень его опасности. А индекс потенциального экологического риска (PERI) представляет собой интегральный показатель, являющийся произведением двух предыдущих индексов PLI и PHI. Поскольку качественный анализ микропластика в снежном покрове на текущий момент не проводился ввиду отсутствия необходимого лабораторного оборудования, индекс PHI рассчитывался по литературным данным исходя из осреднённого состава микропластика для урбанизированных территорий [6] и полигонов ТКО [10].

Значения индексов PLI (по фактическим данным), PHI и PERI (по литературным данным) для снежного покрова представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения индексов PLI, PHI и PERI для снежного покрова

Номер точки	Значения PLI	Значения PHI	Значения PERI
Точка 1	4,70	722,2	3 393
Точка 2	3,78	722,2	2 732
Точка 3	3,86	722,2	2 785
Точка 4	1,46	722,2	1 058
Точка 5	2,51	722,2	1 813
Точка 6	7,43	811,4	6 027
Точка 7	7,65	811,4	6 204
Точка 8	2,65	811,4	2 147
Точка 9	3,11	722,2	2 244
Точка 10	1,82	722,2	1 313
Точка 11	0,83	722,2	597
Степень риска [8]	< 10 – низкая	100–1000 – опасная	600–1 200 – опасная > 1 200 – экстремально опасная

Интерпретируя данные таблицы 1, отметим, что территория пос. Соловецкий и окрестностей характеризуется низкой стенью риска по количественному загрязнению микропластиком, однако при учёте качественного состава МП (пусть пока и осреднённого), ситуация резко ухудшается, что может свидетельствовать о необходимости как проведения дополнительных исследований, направленных на установление реального

качественного состава частиц МП на острове, так и о важности установления санитарно-гигиенических нормативов (ПДК) для частиц микропластика в различных средах, в первую очередь – в питьевой воде.

Заключение. По итогам исследования можно сделать следующие **выводы**.

1. Анализ наличия микропластика в снежном покрове показал следующее. Одним из ключевых источников частиц МП на Большом Соловецком острове является полигон ТКО, что подтверждается значительным числом МП, обнаруженного в пробах снежного покрова. Сам поселок Соловецкий характеризуется умеренным загрязнением снежного покрова МП – в пределах 54–127 шт./л, что связано с наличием мест складирования отходов и общим антропогенным воздействием на данную территорию.

Более удалённые части посёлка (выезд из посёлка, метеостанция, а также фоновая точка на болоте) характеризуются значительно меньшим числом обнаруженных частиц, вероятно, принесённых с воздушными потоками. В точках близ источников загрязнения преобладают более тяжелые по весу фрагменты МП, тогда как в удалённых точках, микропластик в основном представлен более лёгкими волокнами и плёнками.

2. По итогам проведённых расчётов было установлено, что по индексу загрязнения МП (PLI) все пробы снежного попадают в категорию PLI < 10 и оценивают степень экологического риска как «низкую». Однако расчёты двух других индексов, включающих в себя усреднённые значения основных типов полимеров, показали, что степень загрязнения окружающей среды может быть выше, вплоть до «экстремально высокой» вблизи полигона ТКО. Однако, разумеется, для установления реальной степени негативного воздействия частиц МП на Соловецких островах требуется получение данных о реальном качественном составе МП, что несомненно является задачей для дальнейших исследований.

Список литературы

1. Низовцев В.А., Постников А.В., Снытко В.А., Фролова Н.Л., Чеснов В.М., Широков Р.С., Широкова В.А. Исторические водные пути Севера России (XVII–XX вв.) и их роль в изменении экологической обстановки. Экспедиционные исследования: состояние, итоги, перспективы. – М.: Типография «Парадиз», 2009. – 298 с.
2. Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата // Под ред. Ю.Г. Шварцмана, И.Н. Болотова. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 184 с.
3. Соглашение о консорциуме организаций, участвующих в реализации проекта «Микропластик в окружающей среде» // Томский государственный университет (ТГУ), Московский педагогический государственный университет (МПГУ), 2023. – 8 с.
4. Стратегия защиты окружающей среды Арктики. Международный договор от 14 июня 1991 г. – 18 с. URL: https://docs.cntd.ru/document/1902061
5. Указ президента РФ «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечении национальной безопасности на период до 2035 года», 2020. – 42 с. URL: http://www.scrf.gov.ru/security/economic/Arctic_stratery/.
6. Hanxuan Wen, Han Xu, Yuling Ma, Chunyu Zhang, Daizhou Zhang, Xin Wang. Diverse and high pollution of microplastics in seasonal snow across Northeastern China, Science of The Total Environment, Volume 907, 2024, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167923.
7. Nava V., Chandra S., Aherne J. et al. Plastic debris in lakes and reservoirs. Nature 619, 317–322 (2023). https://doi.org/10.1038/s41586-023-06168-4.
8. Ranjani, M. & Veerasingam, S. & Venkatachalapathy, R. & Mugilarasan, M. & Bagaev, Andrei & Mukhanov, Vladimir & Vethamony, Ponnumony. (2021). Assessment of potential ecological risk of microplastics in the coastal sediments of India: A meta-analysis. Marine Pollution Bulletin. 163. 10.1016/j.marpolbul.2021.111969.
9. UNESCO World Heritage Convention. Cultural and Historic Ensemble of the Solovetsky Islands, 1992. URL: https://whc.unesco.org/en/list/632/.

10. Upadhyay, Kshitij & Bajpai, Samir. (2021). Microplastics in Landfills: A Comprehensive Review on Occurrence, Characteristics and Pathways to the Aquatic Environment. Nature Environment and Pollution Technology. – 20 p. 10.46488/NEPT.2021.v20i05.009.

E. G. RIABOVA

MICROPLASTIC POLLUTION ASSESSMENT OF SNOW IN THE SOLOVETSKY VILLAGE ON THE BOLSHOY SOLOVETSKY ISLAND

Moscow Pedagogical State University,
Moscow, Russian Federation,
ryabova_elhana@mail.ru

The article is about to assessing the microplastic pollution of snow in the Solovetsky village. During the winter expedition in 2023, we took the 33 snow samples for the laboratory analysis. The key source of MP pollution is the waste landfill. Also, we calculate the potential danger of microplastic pollution using the PLI, PHI and PERI indexes.

Key words: microplastics, snow, ecological state, Bolshoy Solovetsky Island, MP particles, pollution indexes.

УДК 631.1

Л. А. САДИГОВА

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА В ГОРНО-ШИРВАНСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ

«Институт географии имени академика Г. А. Алиева НАНА»
г. Баку, Азербайджанская Республика,
sadiqovalmn@gmail.com

Статья посвящена изучению современного состояния растениеводства в Горно-Ширванском экономическом районе. На основании материалов Государственного Статистического Комитета проанализированы площади посевов, сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в регионе и по административным районам за 2015–2019 и 2019–2022 годы. В конце подводятся итоги и даются предложения.

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, Горно-Ширванский экономический район, динамика развития, статистические показатели, растениеводство.

Устойчивое функционирование сельского хозяйства во многом зависит от определения научно обоснованных приоритетов и перспектив его развития, а также мер организационно-экономического и правового характера [6]. Поэтому изучение одной из двух отраслей сельского хозяйства – растениеводства на период 2015–2022 годов в Горно-Ширванском экономическом районе имеет актуальное значение для решения социально-экономических задач развития региона в целом.

Сельское хозяйство в Азербайджане было полностью реконструировано за годы Советской власти и развивалось в 2,3 раза быстрее промышленности. Одновременно в республике сформировалась мощная пищевая и легкая промышленность, занимающаяся переработкой сельскохозяйственного сырья [1]. Во времена советской власти Горно-Ширванский экономический район специализировался на виноградарстве, но с обретением независимости возросло и значение зерновых культур.

Горно-Ширванский экономический район граничит с Губа-Хачмазским экономическим районом на севере, с Шеки-Загатальским на западе, с Абшерон-Хызинским на востоке, а также с Центральным Аранским и Ширван-Сальянским на юге. Охватывая Исмаиллинский, Шамахинский, Агсунский и Гобустанский районы, экономический район имеет 6,13 тыс. км^2 площади и 317,8 тыс. чел. населения [3].

В качестве объекта исследования выбрана растениеводства в четырех административных районах – Исмаиллинском, включающего 33,8 % площади Горно-Ширванского экономического района и 27,2 % от общей численности населения региона, Агсунском, включающего 16,6 % площади Горно-Ширванского экономического района и 25,2 % от общей численности населения региона, Шамахинском, включающего 27,2 % площади Горно-Ширванского экономического района и 33,0 % от общей численности населения региона и Гобустанском, включающего 22,4 % площади Горно-Ширванского экономического района и 14,6 % от общей численности населения региона.

В Горно-Ширванском экономическом районе в 2015–2019 годах наблюдался рост площадей посевов зерна, фруктов, подсолнечника и винограда, снижение – картофеля, сахарной свеклы, бахчевых культур и овощей. В 2019–2022 годах произошло сокращение площадей посевов зерна, картофеля, подсолнечника, бахчевых культур и овощей, а также увеличение площадей посевов фруктов, сахарной свеклы и винограда. В сборе сельскохозяйственных культур в Горно-Ширванском экономическом районе в 2015–2019 годах наблюдался рост зерна, картофеля, фруктов и винограда, снижение –

сахарной свеклы, подсолнечника, бахчевых культур и овощей. В 2019–2022 годах наблюдался рост сбора сахарной свеклы, подсолнечника и фруктов, снижение – зерна, картофеля, овощей, бахчевых культур и винограда. В урожайности сельскохозяйственных культур в Горно-Ширванском экономическом районе в 2015–2019 годах наблюдалось снижение зерна, сахарной свеклы и подсолнечника, увеличение – картофеля, овощей, бахчевых культур, фруктов и винограда. В 2019–2022 годах наблюдался рост урожайности зерна, сахарной свеклы, подсолнечника, овощей, бахчевых культур и фруктов, снижение – картофеля и винограда (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика развития растениеводства в Горно-Ширванском экономическом районе (2015-2022 гг.)

Сельскохозяйственные культуры	Годы		
	2015	2019	2022
Зерно			
– посев, га	106 173	142 309	108 652
– сбор, тонн	318 979	394 940	331 176
– урожайность, ц/г	30,0	27,8	30,4
Картофель			
– посев, га	1 738	1 531	1 311
– сбор, тонн	13 300	18 685	15 114
– урожайность, ц/г	77	122	115
Овощи			
– посев, га	2 132	1 743	1 574
– сбор, тонн	17 350	16 520	15 280
– урожайность, ц/г	80	91	96
Бахчевые культуры			
– посев, га	580	331	281
– сбор, тонн	4 568	2 827	2 582
– урожайность, ц/г	79	85	92
Фрукты			
– посев, га	5 351	7 909	82 61
– сбор, тонн	21 017	24 820	26 510
– урожайность, ц/г	48,8	52,9	56,5
Виноград			
– посев, га	3 031	3 107	3 320
– сбор, тонн	12 825	21 593	19 279
– урожайность, ц/г	45,0	61,7	51,4
Сахарная свекла			
– посев, га	365	46	267
– сбор, тонн	9 125	245	20 349
– урожайность, ц/г	250	58	812
Подсолнечник			
– посев, га	404	441	292
– сбор, тонн	404	171	447
– урожайность, ц/г	10,7	4,0	9,4

В 2022 году доли сельскохозяйственных культур в общей посевной площади Горного Ширвана распределились следующим образом: зерно 87,6 %, табак 0,01 %, сахарная свекла 0,2 %, подсолнечник 0,2 %, картофель 1,09 %, овощи 1,3 %, бахчевые культуры 0,2 %. фрукты 6,7 %, виноград 2,7 % (рисунок 1). В общем сборе сельскохозяйственных культур

зерно составляет 76,9 %, табак – 0,01 %, сахарная свекла – 4,7 %, подсолнечник – 0,1 %, картофель – 3,5 %, овощи – 3,5 %, бахчевые культуры – 0,59 %, фрукты – 6,2 %, виноград – 4,5 % (рисунок 2).

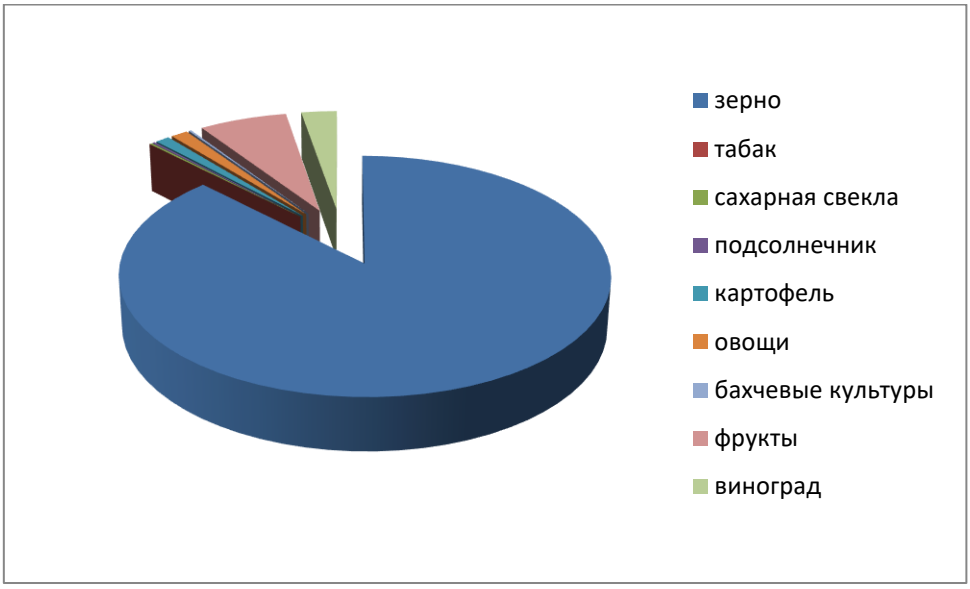


Рисунок 1 – Распределение посевных площадей сельскохозяйственных культур в Горно-Ширванском экономическом районе (2022 г.)

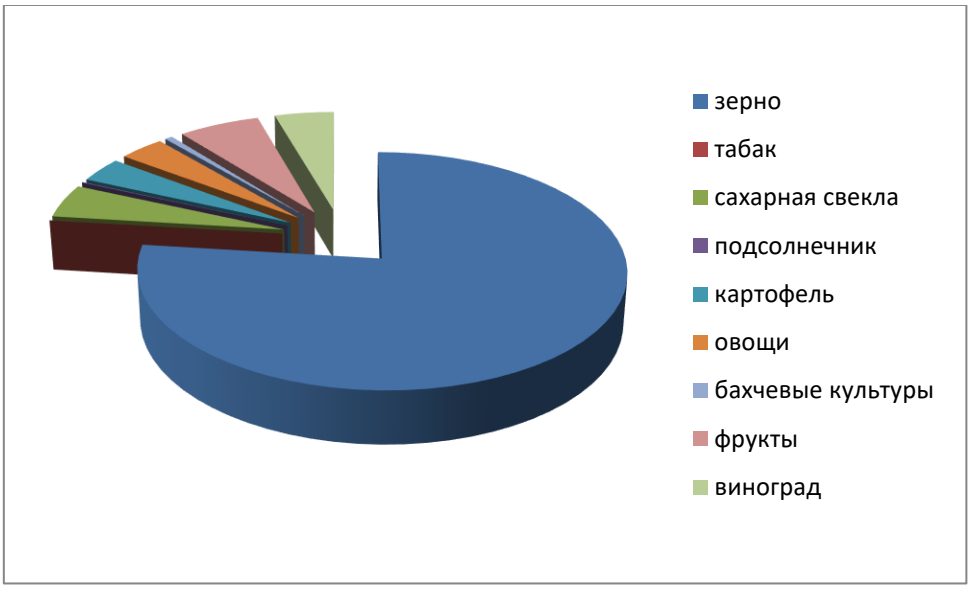


Рисунок 2 – Распределение сбора сельскохозяйственных культур в Горно-Ширванском экономическом районе (2022 г.)

Среди сельскохозяйственных культур табак выращивается только в Исмаилинском районе (посев – 15 га, сбор – 33 тонны), а сахарная свекла – в Шамахинском районе (посев – 267 га, сбор – 20 349 тонн) [4]. Также подсолнечник в основном выращивают в Исмаиллы, частично в Агсу, бахчевые культуры в основном – в Агсу, частично в –Шамахы.

В 2022 году в площади посевов сельскохозяйственных культур Агсу (32,8 %) и Исмаиллы (28,6 %) отличались по зерну, Исмаиллы по картофелю (55,4 %), Исмаиллы по овощам (47,3 %), Исмаиллы (47,6 %) и Агсу (38,1 %) по фруктам, Шамахы (62,3 %) по виноградам, Исмаиллы (82,9 %) по подсолнечникам, Агсу (94,3 %) по бахчевым культурам.

В том же году в сборе сельскохозяйственных культур Агсу (37,5 %) и Исмаиллы (33,6 %) выделялись по зерну, по картофелю – Исмаиллы (69,7 %), по овощам – Исмаиллы (48,8 %) и Агсу (39,7 %) по фруктам – Агсу (50,2 %), по виноградам – Шамахы (70,0 %), по подсолнечникам – Исмаиллы (48,5 %), по бахчевых культурам – Агсу (97,9 %). В 2022 году самые высокие цифры по показателю урожайности зерна зафиксированы в Исмаиллы (35,8 цент/га) и Агсу (34,5 цент/га), по картофелю – в Исмаиллы (145 цент/га), по овощам – в Агсу (103 цент/га) и Исмаиллы (100 цент/га), по фруктам – в Исмаиллы (101,6 цент/га), по виноградам в – Шамахы (65,1 цент/га) и Агсу (62,6 цент/га) (таблица 2).

Таблица 2 – Современное состояние растениеводства в административных районах, входящих в Горно-Ширванский экономический район (2022 г.)

Сельскохозяйственные культуры	Административные районы			
	Исмаиллинский район	Шамахинский район	Агсунский район	Гобустанский район
Зерно				
– посев, га	31 127	20 149	35 652	21 724
– сбор, тонн	111 424	38 095	124 184	57 473
– урожайность, ц/г	35,8	18,9	34,5	26,5
Картофель				
– посев, га	726	339	169	77
– сбор, тонн	10 542	2 334	1 506	732
– урожайность, ц/г	145	69	89	95
Овощи				
– посев, га	745	180	567	82
– сбор, тонн	7 462	1 334	6 071	414
– урожайность, ц/г	100	74	103	50
Фрукты				
– посев, га	3 937	880	3 147	297
– сбор, тонн	9 782	2 017	13 313	1 398
– урожайность, ц/г	101,6	34,9	45,3	65,2
Виноград				
– посев, га	1 096	2 070	114	40
– сбор, тонн	2 678	13 500	2 414	687
– урожайность, ц/г	26,1	65,1	62,6	48,5

Из статистического анализа видно, что Исмаиллинский и Агсунский районы выделяются по площади посевов, сбора и урожайности сельскохозяйственных культур среди административных районов, входящих в Горно-Ширванский экономический район. В Шамахинском районе высокий показатель только по выращиванию винограда. Даже Шамахинский район занимает одно из первых мест в Азербайджане по посадке и сбору винограда (1-е место по посадке и 3-е место по сбору (после Шамкирского, Джалилабадского и Товузского районов)). Также, благодаря Шамахинскому району Горно-Ширванский экономический район занимает первое место по посадке винограда в Азербайджане, 3-е место (после Газах-Товузского и Лянкяран-Астаринского экономических районов) по сбору винограда. Гобустанский район имеет низкие цифры по выращиванию сельскохозяйственных культур, так как имеет небольшие показатели в регионе по численности населения.

Стратегическое видение производства и переработки сельскохозяйственной продукции в Азербайджане до 2020 года предусматривает создание благоприятных условий для многоотраслевой экономики, основанной на устойчивом развитии и конкурентоспособном сельском хозяйстве, обеспечивающем продовольственную безопасность. Основная

цель долгосрочной видения на период до 2025 года – формирование конкурентоспособного агробизнеса за счет расширения перехода от традиционного земледелия к рыночно-ориентированному интенсивному земледелию [5].

Благодаря реализации Стратегической дорожной карты в регионах будет создана благоприятная бизнес-среда. Таким образом, будут созданы условия для эффективного использования природных ресурсов, развития сельскохозяйственного и пищевой промышленности, тем самым обеспечивая устойчивость продовольственной безопасности страны и регионов. Также будет достигнуто увеличение объёмов экспорта в ненефтяном секторе и улучшатся доходы работающих в аграрном секторе. Будет также расширено усиление рыночной ориентации деятельности мелких семейно-крестьянских ферм, производящих продукцию для большего личного потребительского спроса, и создание на коммерческой основе крупных агрокомплексов [2].

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы относительно сравнительного анализа и территориальной организации растениеводства в Горно-Ширванском экономическом районе:

– в Горно-Ширванском экономическом районе проанализированы показатели площадей посевов, сбора и урожайности сельскохозяйственных культур на основе статистических данных за 2015-2022 годы;

– во время исследовании определено, что по площади посевов, сбору и урожайности сельскохозяйственных культур в регионе выделяются Исмаиллинский и Агсунский районы;

– проводимые исследования показали, что Шамахинский район занимает одно из первых мест в Азербайджане по посадке и сбору винограда (1-е место по посадке и 3-е место по сбору);

– обосновано Стратегическая дорожная карта по производству и переработке сельскохозяйственной продукции в Азербайджанской Республике как законодательная база развития сельскохозяйственных культур для всех регионов страны;

– сравнитильный анализ статистических показателей по четырем районам региона определил место административных районов в Горно-Ширванском экономическом районе по площади посевов, сбору и урожайности сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Аллахвердиев, Н. Н. Экономическая и социальная география Азербайджанской Республики / Н. Н. Аллахвердиев. – Баку: Маариф, 1991. – 272 с.

2. Исмаилова, М. З. Роль в развитие виноградарства «Государственной Программы Развития Виноградарства в Азербайджанской Республике за 2012-2020 гг.» и «Стратегической Дорожной Карты по Сельскохозяйственному Производству и Обработке в Азербайджанской Республике» / М. З. Исмаилова // Материалы Республиканской научной конференции на тему «Азербайджанская Республика 1991-2021: Восстановление государственной независимости, экономическое и социально-культурное развитие». – Сумгаит (14-15 октября 2021 года). – 2021. – № 5 – С. 189–192.

3. Регионы Азербайджана. Государственный Статистический Комитет Азербайджана. Статистический сборник. – Баку, 2023. – 864 с.

4. Сельское хозяйство Азербайджана. Государственный Статистический Комитет Азербайджана. Статистический сборник. – Баку, 2023. – 708 с.

5. Стратегическая дорожная карта по производству и переработке сельскохозяйственной продукции в Азербайджанской Республике. – Баку, 2017. – 177 с.

6. Чекавинский, А. Н. Ускорение НТП – стратегическая задача развития сельского хозяйства региона / А. Н. Чекавинский // Проблемы развития территории. Вып. 2 (54), апрель-июнь. – 2011. – С. 25–33.

L. A. SADIQOVA

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF CROP PRODUCTION IN THE MOUNTAIN SHIRVAN ECONOMIC REGION

Institute of Geography
Institute of Geography named after Academician H. A. Aliyev of ANAS,
Baku, Republic of Azerbaijan,
sadiqovalmn@gmail.com

The article is devoted to the study of the current state of crop production in the Mountain Shirvan economic region. Based on materials from the State Statistical Committee, the sown area, harvest and yield of agricultural crops in the region and by administrative district for 2015–2019 and 2019–2022 were analyzed. At the end, conclusions are summed up and suggestions are given.

Key words. agricultural crops, Mountain Shirvan economic region, development dynamics, statistical indicators, crop production.

УДК 58.009

А. И. САДКОВСКАЯ[1], О. В. СОЗИНОВ[2]

УРОЖАЙНОСТЬ *CORMI VITIS IDAEAE* В ДИНАМИЧЕСКОМ РЯДУ ЕСТЕСТВЕННЫХ PINETUM PLEUROSIOZUM ЗАКАЗНИКА «ГРОДНЕНСКАЯ ПУЩА»

[1, 2]УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь,
[1, 2]Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
annet.sadkovskaya@mail.ru; ledum@list.ru

Проведены многолетние исследования урожайности побегов Vaccinium vitis-idaea в естественных Pinetum pleurosiozum разных классов возраста древостоя. Выявлено, что изменчивость урожайности V. vitis-idaea не связана напрямую с возрастом древостоя и флуктуирует во всех классах возраста древостоя. Максимальная урожайность сырья отмечена в спелых и перестойных сообществах.

Ключевые слова: Vaccinium vitis-idaea, урожайность, Pinetum pleurosiozum, динамический ряд.

Изучение биоресурсного потенциала *Vaccinium vitis-idaea* (брусника) актуально для исследователей различных направлений вследствие широкого спектра применения сырья в народном хозяйстве и медицине [3].

Большинство исследований урожайности листьев *V. vitis-idaea* проводятся в относительно оптимальных условиях ее произрастания (сосняк брусничный, чернично-брусничный и пр.), но данный лекарственный ресурсозначимый вид отличается высокой экологической пластичностью, что позволяет осуществлять заготовку лекарственного сырья в лесорастительных условиях (ТЛУ) широкого диапазона.

Ресурсоведческие исследования проводили на территории республиканского ландшафтного заказника «Гродненская Пуща» (Августовское лесничество Гродненского лесхоза) и в водоохранной зоне Августовского канала во второй-третьей декадах августа 2018–2022 г. В период исследований нами проведены мониторинговые ресурсоведческие описания в сукцессионном ряду фитоценозов Pinetum pleuroziosum (A2) естественного происхождения III–VI класса возраста древостоя (таблица 1).

Таблица 1 – Выборка пробных площадей для ресурсоведческих описаний

Класс возраста	Насаждения естественного происхождения				
	2018	2019	2020	2021	2022
III	1	1	3	3	3
IV	1	2	3	3	3
V	1	3	3	3	3
VI	2	3	3	3	3
∑	5	9	12	12	12
Примечание: I класс возраста – 1–20 лет, II класс возраста – 21–40 лет, III класс возраста – 41–60 лет, IV класс возраста – 61–80 лет, V класс возраста – 81–100 лет, VI класс возраста – 101–120 лет					

Сбор Cormi Vitis idaeae (побеги *V. vitis-idaea*) осуществляли с учётных площадок (S = 1 м^2, $\sum_n$ = 1 000) в сообществах сосняка мшистого (Pinetum pleuroziosum). Урожайность (г/м^2) Cormi Vitis idaeae определяли методом проективного покрытия [1, 3]. В учётных

площадках определяли проективное покрытие *V. vitis-idaea*, а также в 1 дм^2 (наиболее заполненном в пределах 1 м^2) срезали побеги (долю листьев в побеге принимали за 69 % [3]). Далее сырье сушили воздушно-теневым способом и определяли воздушно-сухую фитомассу на лабораторных весах НТ-220 СЕ с ±0,01. Проверку на нормальность выборок проводили по критерию Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилкса, достоверность различий выборок – по тесту Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова, а также рассчитывали среднее значение, ошибку среднего значения и коэффициент вариабельности в программе Statistica 10.

В результате анализа полученных данных с 2018 по 2022 год исследований ***естественных сосняков мшистых***, нами выявлено, что максимальная урожайность Cormi Vitis idaeae (51,07±0,82 г/м^2, возд.-сух.) характерна спелому сосняку мшистому в возрасте 82 лет. Так же высокие значения урожайности характерны перестойным сообществам (от 6,30±1,20 до 34,57±10,70 г/м^2) за пять лет исследований, что, на наш взгляд, связано с формирование устойчивого живого напочвенного покрова лесного типа.

Относительно невысокие значения урожайности характерны средневозрастным (от 0,74±0,13 до 13,77±1,83 г/м^2), части приспевающим в возрасте 67 лет (от 1,78±0,39 до 5,61±0,58 г/м^2) и спелым сообществам в возрасте 87 лет (от 0,92±0,14 до 10,12±1,55 г/м^2) (рисунок 1).

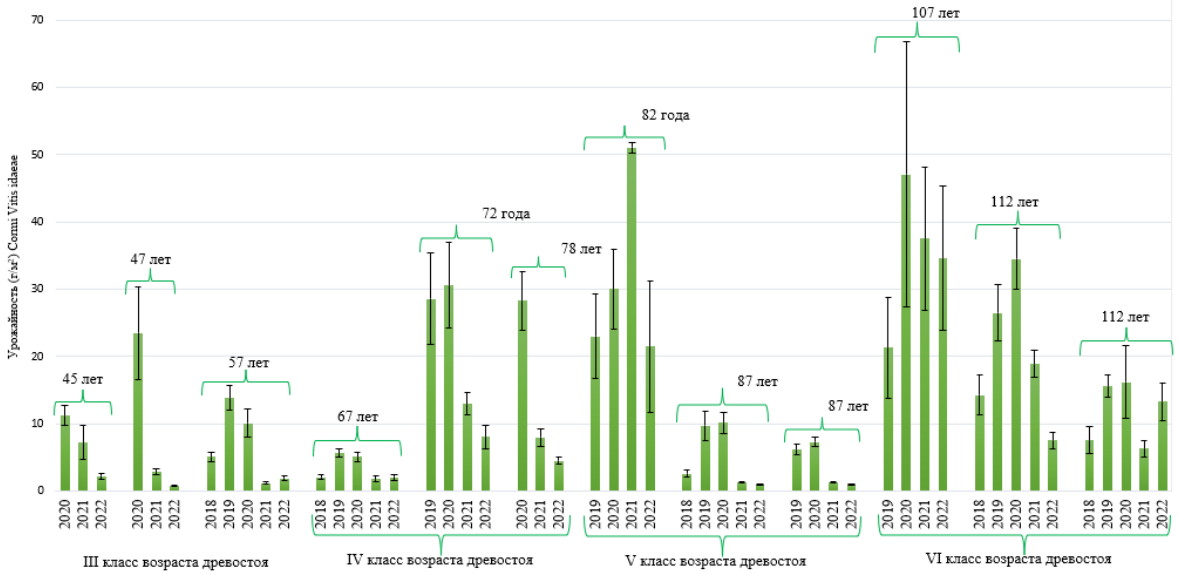


Рисунок 1 – Изменчивость урожайности Cormi Vitis idaeae в классах возраста культуры сосняков мшистых.
Примечание: 45 лет – возраст древостоя на изученной пробной площади; возраст древостоя указан на момент первого года исследований

Достоверные различия урожайностей Cormi Vitis idaeae в естественных сосняках мшистых выявлены между всеми изученными ценопопуляциями внутри каждого года исследований в период с 2018 по 2022 года ($p < 0,05$).

При попарном сравнении урожайности Cormi Vitis idaeae в средневозрастных сообществах урожайности достоверно схожи ($p > 0,05$) только в 2020 году (таблица 2), урожайностям 2021 и 2022 года характерны избранные достоверные различия. Во всех приспевающих и спелых фитоценозах выявлены достоверные различия по урожайности сырья, кроме 2020 года и 2019 (только для спелых) – частичные достоверные различия. В перестойных сосняках мшистых за пятилетний период ресурсоведческих исследований при попарном сравнении урожайностей фитоценозов ежегодно выявлены частичные достоверные различия.

Таблица 2 – Сравнение ценопопуляций *V. vitis-idaea* по урожайностям Cormi Vitis idaeae в естественных Pinetum pleuroziosum

Класс возраста															
2020 год								2022 год							
III	2021 год	*W*, лет	45	47	57		2022 год	*W*, лет	45	47	57				
		45		0,256	0,379			45		**0,011**	0,924				
		47	0,351		0,093			47			**0,001**				
		57	**0,0001**	**0,0007**				57							
IV	2018 год					2020 год						2022 год			
	2019 год	*W*, лет	67	72		2021 год	*W*, лет	67	72	78		*W*, лет	67	72	78
		67		**0,000006**			67		**0,0000007**	**0,000003**		67		**0,0000002**	**0,00002**
		72	**0,000001**				72	**0,0000007**		0,968		72			**0,0005**
							78	**0,0002**	**0,0005**			78			
V	2019 год					2021 год									
	2020 год	*W*, лет	82	87	87		*W*, лет	82	87	87					
		82		**0,0797**	**0,0337**		82		0,319	**0,000005**					
		87	**0,00028**		0,797		87	**0,0001**		**0,0009**					
		87	**0,00001**	0,229			87	**0,000002**	**0,0002**						
VI	2018 год					2020 год						2022 год			
	2019 год	*W*, лет	107	112	112		*W*, лет	107	112	112		*W*, лет	107	112	112
		107		**0,026**			107		0,060	0,561		107		**0,001**	0,211
		112	**0,045**				112	0,989		**0,0003**		112			**0,018**
		112	0,074	**0,022**			112	**0,0005**	**0,000009**			112			

Примечание:

1) полужирным выделены достоверные различия урожайностей ($p < 0,05$);

2) *W* – возраст древостоя;

3) III класс возраста древостоя – 41–60 лет, IV класс возраста древостоя – 61–80 лет, V класс возраста древостоя – 81–100 лет, VI класс возраста древостоя – 101–120 лет

Таким образом, относительно максимальная урожайность Cormi Vitis idaeae естественных сосняках мшистых характерна перестойным древостоям возраста более ста лет (51,07±0,82 г/м^2). При сравнении урожайностей сырья во всех масштабах – разногодичном внутри фитоценозов, попарном между фитоценозами внутри каждого года исследований – частичные достоверное различия мы наблюдаем за весь период исследований, что необходимо учитывать при проведении ресурсоведческих исследований и планировании заготовок побегов *V. vitis-idaea* в динамических рядах Pinetum pleuroziosum.

Список литературы

1. Буданцев, А.Л. Ресурсоведение лекарственных растений / А.Л. Буданцев, Н.П. Харитонова. – СПб, 1999. – 88 с.

2. Ботаническое ресурсоведение: классификация и оценка запасов полезных растений: учеб.-метод. пособие / А. А. Егоров [и др.]; под общ. ред. А. Л. Буданцева. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2023. – 100 с.

3. Кислицына, А.В. Ресурсный потенциал и динамика изменчивости ценопопуляционных параметров брусники в южнотаежных лесах Кировской области / А.В. Кислицина, Т.Л. Егошина, Ю.В. Гудовских // Весник ПГТУ. – №4 (52). – С. 42–52.

4. Сысой, И.П. Оценка массы сырья дикорастущих лекарственных растений по некоторым биометрическим и продукционным показателям / И.П. Сысой // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 45, Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск: Колоград, 2016. – С. 145–159.

A. I. SADKOVSKAYA[1], O. V. SOZINOV[2]

VARIABILITY OF YIELD *VACCINIUM VITIS-IDAEA* SHOOTS IN THE DYNAMIC SERIES PINETUM PLEUROSIOZUM NATURAL ORIGIN OF THE RESERVE “GRODNENSKAYA PUSHCHA”

[1,2]Yanka Kupala State University of Grodno,
Grodno, Republic of Belarus,
[1,2]Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
annet.sadkovskaya@mail.ru, ledum@list.ru

Long-term studies of the yield of shoots of Vaccinium vitis-idaea in natural Pinetum pleurosiozum of different age classes of the tree stand were carried out. It was revealed that the variability in the yield of V. vitis-idaea is not directly related to the age of the tree stand and fluctuates in all age classes of the tree stand. The maximum yield of raw materials was observed in ripe and overmature communities.

Key words: Vaccinium vitis-idaea, yield, Pinetum pleurosiozum, dynamic series.

УДК 504.53.062.4

Э. Х. САКАЕВА, Д. Р. ЮДИНА

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ

ФГАОУ «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Российская Федерация,
elya2182@mail.ru

Рассмотрено влияние углеводородов нефти на почвы при краткосрочном и длительном загрязнении. Установлена закономерность изменения численности микробиологического сообщества в зависимости от длительности загрязнения углеводородами нефти. Показана зависимость каталазной активности от времени нахождения загрязнения в почве.

Ключевые слова: микроорганизмы, углеводороды нефти, почва, торф, сапрофиты, углеводородокисляющие микроорганизмы, актиномицеты

Почва является ценным природным ресурсом и местом обитания различных живых организмов, а также осуществляет защитные функции. В почве происходят различные процессы по созданию, разрушению химических веществ органической и минеральной природы. Загрязнение почвы различными химическими веществами, в особенности трудноокисляемыми, нарушает биологический баланс и приводит к снижению плодородия и деградации земель.

В результате работы промышленных предприятий, а также в зонах нефтедобычи и переработки углеводородного сырья, загрязненные различными органическими и неорганическими веществами.

Углеводороды нефти являются распространенными загрязнителями, обнаруженными в почве в результате прошлой и текущей промышленной деятельности. Разливы нефти на суше влияют на целые экосистемы, изменяя растительность, дикую природу, микробные процессы, характеристики почвы и общее состояние почвы. Экологическое воздействие нефти на функционирование почв наиболее отчетливо проявляется в изменении активности почвенных микроорганизмов и ферментов [1, 2], что делает микробную активность почвы чувствительным биологическим и биохимическим индикатором качества почвы. В то же время способность микроорганизмов метаболизировать нефтяные углеводороды успешно используется для обеззараживания нефтезагрязненных территорий как один из наиболее экологически чистых и универсальных подходов.

Нефтяные углеводороды загрязняют почву и нарушают ее биохимические процессы, что приводит к изменению структуры почвенных экосистем. Количество и разнообразие микроорганизмов, таких как бактерии, плесени, актиномицеты, водоросли и дрожжи, являются показателями богатства почвы [3]. Уменьшение численности микроорганизмов в почве является первичным процессом поступления и распространения ксенобиотиков [4].

Микроорганизмы играют очень важную роль в поддержании функций почвенной экосистемы; они могут эффективно разлагать растительные и животные остатки; способствуют циклам углерода, азота, серы, фосфора и других питательных веществ в почве; и регулировать круговорот почвенного материала и энергии [4]. Текущие исследования микроорганизмов загрязненной нефтью почвы в основном сосредоточены на рекультивационном эффекте почвенных микроорганизмов (скрининг эффективных бактерий деградации, характеристик деградации и т. д.), в то время как структурное разнообразие местных микробных сообществ загрязненной нефтью почвы в лесных северных районах менее изучено [5].

Многочисленные исследования продемонстрировали высокую эффективность биоремедиации при очистке нефтезагрязненных почв [4–5]. Поскольку технологии ремедиации влияют не только на концентрацию масла, но и на ферментативную реакцию активность ферментов является чувствительным показателем, используемым для оценки и мониторинга процесса биоремедиации. Ферменты, которые были признаны полезными для мониторинга удаления углеводородов, включают почвенные дегидрогеназы, каталазы и уреазы [5].

Среди различных ферментов оксидоредуктаз, каталаза является лучшим для определения микробной активности почвы. Она отражает уровень физиологически активных микроорганизмов в почве и, таким образом, дает коррелятивную информацию о биологической активности и микробной популяции почвы [6].

Целью данной работы являлась оценка воздействия нефтепродуктов на биологическую активность почвы при свежем и длительном загрязнении.

Для изучения влияния процессов нефтяных углеводородов на состояние почвенных биоценозов нами были проведены экспериментальные исследования. В качестве образцов были загрязненные почвы, собранные в Республике Коми. Три пробы были отобраны на участке, подвергшемся выветриванию, и три пробы на недавно загрязненном участке. Контрольными образцами являлись торф и болотно-подзолистая почва.

Для изучения микробиологической активности были выбраны показатели: численность сапрофитов, углеводородокисляющие микроорганизмы так, как данные группы играют основную роль в биодеструкции нефтяных углеводородов.

Изучение микробиоценозов на образцах почвы со свежим и длительным загрязнение, позволит оценить степень и длительность воздействия. Выбранные группы микроорганизмов способны разлагать органические вещества, поступающие в почвы и устойчивы к факторам среды. По результатам экспериментальных исследований получено, что свежее загрязнение может оказывать как токсический, так и стимулирующий эффект на разные группы микроорганизмов микробиоценоза почв. На рисунке 1 представлена численность микроорганизмов в пробах почв.

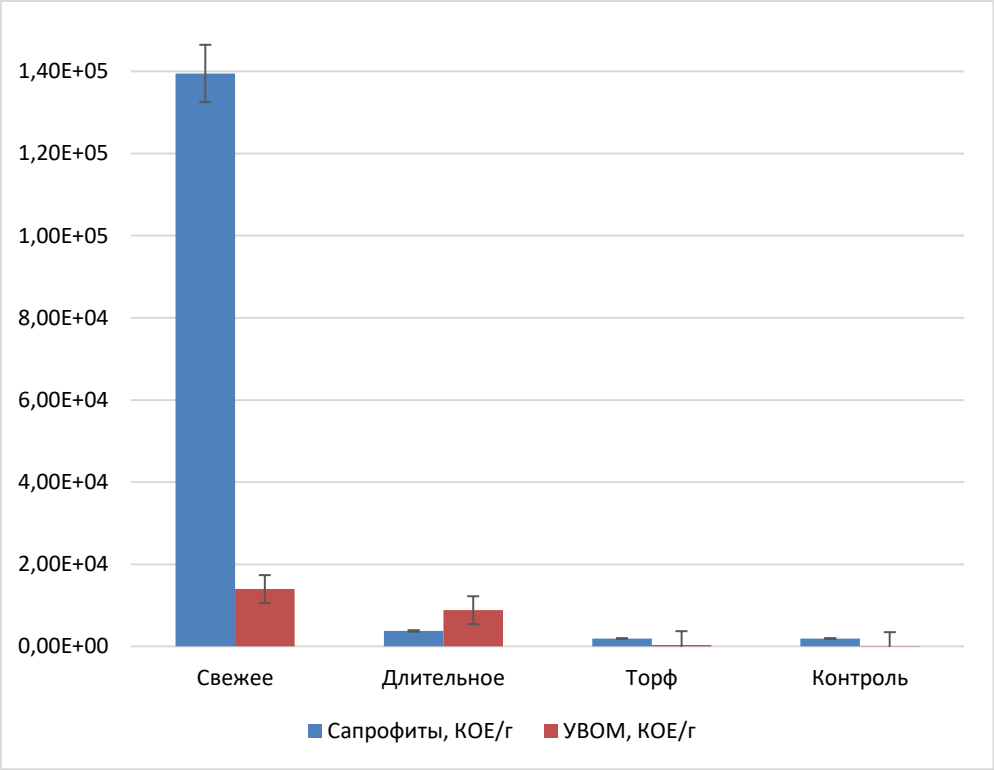


Рисунок 1 – Численность микроорганизмов в пробах почв

Свежее загрязнение углеводородами стимулирует рост сапрофитных микроорганизмов, тогда как при длительном загрязнении нефтью происходит токсическое воздействие на данную группу микроорганизмов. Наличие легких фракций нефти слабо стимулирует сапрофитные микроорганизмы по сравнению с контролем и торфом. Это может указывать на то, что легкие фракции нефти, которые не были разрушены, представляют собой основной источник питания для данной группы микроорганизмов. Среди сапрофитов основными видами были бактерии рода Bacillus и Pseudomonas, а среди углеводородокисляющих организмов – бактерии рода Rhodococcus и Pseudomonas.

При продолжительном воздействии нефтепродуктов происходит резкое снижение всех изучаемых групп микроорганизмов, что указывает на их токсическое воздействие. Однако в сравнении с контрольными образцами при длительном загрязнении почвы значения остаются выше, что свидетельствует о стимулирующем воздействии на данные группы микроорганизмов. Это объясняется тем, что при длительном воздействии нефтепродуктов в почвах остаются тяжелые фракции нефти.

На основании проведенных экспериментальных исследований по изучению влияния нефтяных углеводородов на микробиологическую активность почв можно сделать вывод, что загрязнение почв углеводородами может вызвать изменения в физическом состоянии и биологической активности почвы, и предварительное знание этих процессов считается необходимым для выбора и разработки наиболее подходящей методологии восстановления загрязненных почв. За длительные периоды времени происходит перестройка микробного сообщества, которая приводит к снижению микробиологической активности почвы. Микроорганизмы, обитающие в нефтезагрязненных почвах, могут быть адаптированы к использованию нефтепродуктов в качестве источника питания. При свежем загрязнении микробиологическая активность выше, чем при длительном так как углеводороды еще не успели деградировать и сохраняют свою биологическую доступность в качестве источника питания для микроорганизмов.

Список литературы

1. Li H, Zhang Y, Kravchenko I, Xu H, Zhang CG. Dynamic changes in microbial activity and community structure during biodegradation of petroleum compounds: a laboratory experiment / Li H, Zhang Y, Kravchenko I, Xu H, Zhang CG // Journal of Environmental Sciences. – 2007. – V. 19. – P. 1003-1013.

2. G. A. Silva-Castro, I. Ouad, A. Rodriguez-Calvo, H. Gonzalez-Lopez, S. Calvo Response of autochthonous microbiota of diesel polluted soils to land-farming treatments / G. A. Silva-Castro, I. Ouad, A. Rodriguez-Calvo, H. Gonzalez-Lopez, S. Calvo // Environmental Research. – 2015. – V. 137. – P. 49-58.

3. Биотехнология биологически активных веществ : учеб. пособие / И. А. Типисева, С. Е. Строгов [и др.] ; ред.: И. М. Грачева, П. А. Иванова. – М. : Изд-во НКО «Элевар», 2006. – 453 с.

4. Iyobosa E, Fang Z.S, Jun N.H, Jiehao S, Gang M.X Development of a robust bacterial consortium for petroleum hydrocarbon degradation / Iyobosa E, Fang Z.S, Jun N.H, Jiehao S, Gang M.X // Fresenius Environmental Bulletin. – 2021. – V. 30. – P. 2356–2367.

5. Jun-Di Wang, Cheng-Tun Qu & Shao-Fu Song Temperature-induced changes in the proteome of Pseudomonas aeruginosa during petroleum hydrocarbon degradation / Jun-Di Wang, Cheng-Tun Qu & Shao-Fu Song // Archives of Microbiology. – 2021. – V. 203. – P. 2463–2473.

6. R. Margesin, M. Hämmerle, D. Tscherko Microbial Activity and Community Composition during Bioremediation of Diesel-Oil-Contaminated Soil: Effects of Hydrocarbon Concentration, Fertilizers, and Incubation Time / R. Margesin, M. Hämmerle, D. Tscherko // Microbial ecology. – 2007. – V. 53. – P. 259–269.

E. H. SAKAEVA, D. R. YUDINA

THE EFFECT OF PETROLEUM HYDROCARBONS ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS

Perm National Research Polytechnic University,
Perm, Russian Federation,
elya2182@mail.ru

The influence of petroleum hydrocarbons on soils during short-term and long-term pollution is considered. A pattern of changes in the number of microbiological communities has been established depending on the duration of oil hydrocarbon pollution. The dependence of catalase activity on the time of contamination in the soil is shown.

Key words: microorganisms, petroleum hydrocarbons, soil, peat, saprophytes, hydrocarbon-oxidizing microorganisms, actinomycetes.

УДК 631.427

О. Ю. СЕМИНА

ЛАБИЛЬНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ПОДЗОЛОВ КРИОЛИТОЗОНЫ

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация,
sem_olga02@mail.ru

Работа посвящена изучению содержания лабильного органического вещества в подзолах, распространенных на севере Ямало-Ненецкого автономного округа. При антропогенном воздействии многие почвы криолитозоны, в том числе подзолы, теряют верхний органогенный слой, переходя в абраземы. При этом происходит изменение состава и свойств лабильного органического вещества и биологической активности в этих почвах.

Ключевые слова: криолитозона; почвы криолитозоны; подзолы; абраземы; органическое вещество почв; лабильное органическое вещество почв; ферментативная активность.

Экосистемы и почвенный покров криолитозоны уникальны из-за распространения в зонах многолетнемерзлых пород, а также воздействия суровых климатических условий, характерных для северных территорий. Это приводит к формированию определенных признаков и свойств, присущих почвам криолитозоны [1]. Продолжительный период с низкими температурами, мощный снежный покров, особенности рельефа и подстилающих пород, специфический состав растительных сообществ – все это вносит вклад в формирование и функционирование северных почв.

Несмотря на то, что северные регионы в настоящее время активно развиваются и привлекают большое количество исследователей, данных о свойствах, составе органического вещества и биологической активности почв Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) в литературе очень мало.

Для почв криолитозоны, к которым относятся объекты представленного исследования, характерно подстилкообразование и гумусообразование при низкой интенсивности деструкции органических остатков и гумификации, кислой реакции среды и фульватный тип гумуса [2].

Гуминовые кислоты (ГК) преобладающего большинства тундровых почв характеризуются низкими значениями содержания углерода – до 37 %. Для них характерно широкое соотношение H:C, пониженное содержание азота, соотношение C:N составляет от 17 до 25. Это обусловлено обедненным содержанием азота в растительном опаде. ГК тундровых почв относятся к восстановленным бурым ГК [3].

Объектами представленного исследования являются почвы, отобранные на территории ЯНАО летом 2023 г. Почвы – подзолы грубогумусированные и торфяно-подзол турбированный, представленные естественными ненарушенными вариантами и антропогенно преобразованными – абраземами.

Пробы почв были отобраны на территориях, находящихся за Северным полярным кругом, севернее (85 км) от г. Новый Уренгой; и непосредственно на территории г. Новый Уренгой.

В работе было задействовано 4 площадки, располагающихся под различными естественными растительными сообществами. Большая часть растительных ассоциаций характеризуется доминирующими мохово-лишайниковыми и травяно-кустарниковыми ярусами, однако встречается древесная растительность, представленная преимущественно разнообразными низкорослыми видами.

В работе были использованы следующие *методы*:

1. Содержание органического вещества (ОВ) и доля термостабильных и термолабильных ОВ были определены по потере при прокаливании (ППП) в муфельной печи при температуре 350 °С и 525 ºС [4, 5].

2. Содержание углерода органических соединений (Сорг) определено методом Тюрина с титриметрическим окончанием в пробах с содержанием ОВ менее 15 % [6].

3. Содержание лабильных гумусовых веществ (Слгв) было определено по Дьяконовой-Булеевой в 0,1 н растворе пирофосфата калия с pH 7,0 [7].

4. Водоэкстрагируемый Сорг (Свов) был определен по Ghani A.C. et al. (2003) [8].

5. Базальное (БД) и субстрат-индуцированное дыхание (СИД) определены по Ананьевой Н. Д., Сусьян Е. А., Гавриленко Е. Г. [9].

6. Активность каталазы в почве была определена газометрически по Звягинцеву [10].

7. Инвертаза (β-фруктофуранозидаза) была определена с учётом восстанавливающих сахаров по Бертрану [10].

Все исследованные профили почв характеризуются преобладанием углерода водорастворимых соединений (Свов), извлекаемого горячей вытяжкой, что говорит о преобладании углерода, имеющего растительное происхождение. Как в случае с Сорг, максимальное содержание Свов (как горячей, так и холодной вытяжек) наблюдается в верхних органогенных горизонтах.

Содержание углерода лабильных гумусовых веществ (Слгв) в подзолах грубогумусированных не превышает 1,47 %, а в торфяно-подзоле глеевом турбированном максимальное значение приурочено к горизонту Т2 и составляет 1,89 %. Доля углерода лабильных гуминовых кислот (Слгк) от Сорг максимальна в горизонте Оао подзола грубогумусированного (3), что связано со значительным увеличением pH (до 6,7) и с накопление лабильных гуминовых кислот (ЛГК) в этом горизонте.

Для косвенной оценки устойчивости ОВ было проведено определение термолабильного и термостабильного ОВ по потери при прокаливании при температуре 350 °С и 525 °С соответственно. В работе Соколова Д.А. с соавторами [5] отмечено, что устойчивость ОВ почв - функция многих свойств почв (физических, химических, биологических) и факторов внешней среды и одно из важнейших свойств ОВ, которое обеспечивает его продолжительное сохранение. Считается, что ОВ, деградирующее при более низких температурах, является доступным для микроорганизмов, чем ОВ, разлагающее при более высоких температурах [11,12].

В исследованных почвах отмечается значительное преобладание термолабильного ОВ над термостабильным. Максимальное содержание термолабильного ОВ характерно для верхних горизонтов почв и уменьшается с глубиной (рисунок 1). Это связано с особенностями функционирования почв, климатическими условиями, а также количеством и качественным составом поступающих растительных остатков. Доля термолабильного ОВ от общего содержания ОВ, определенного по ППП, варьирует от 60 % в минеральных горизонтах до 90 % в органогенных. Преобладание термолабильного ОВ подтверждает утверждения о крайне низкой устойчивости, «уязвимости» почв криолитозы, а также о функционировании пула почвенных микроорганизмов и источников субстратов для их питания.

Как в естественных подзолах, так и в антропогенно преобразованных абраземах происходит снижение активности каталазы и инвертазы с глубиной, что связано со снижением содержания Свов и Слгв, являющихся наиболее доступным субстратом для почвенных микроорганизмов.

Практически во всех горизонтах исследованных почв активность ферментов каталазы и инвертазы характеризуется как «очень бедная» и «бедная». Исключение составляют только два горизонта – торфяный горизонт торфяно-подзола глеевого турбированного и горизонт Оао подзола грубогумусированного (3).

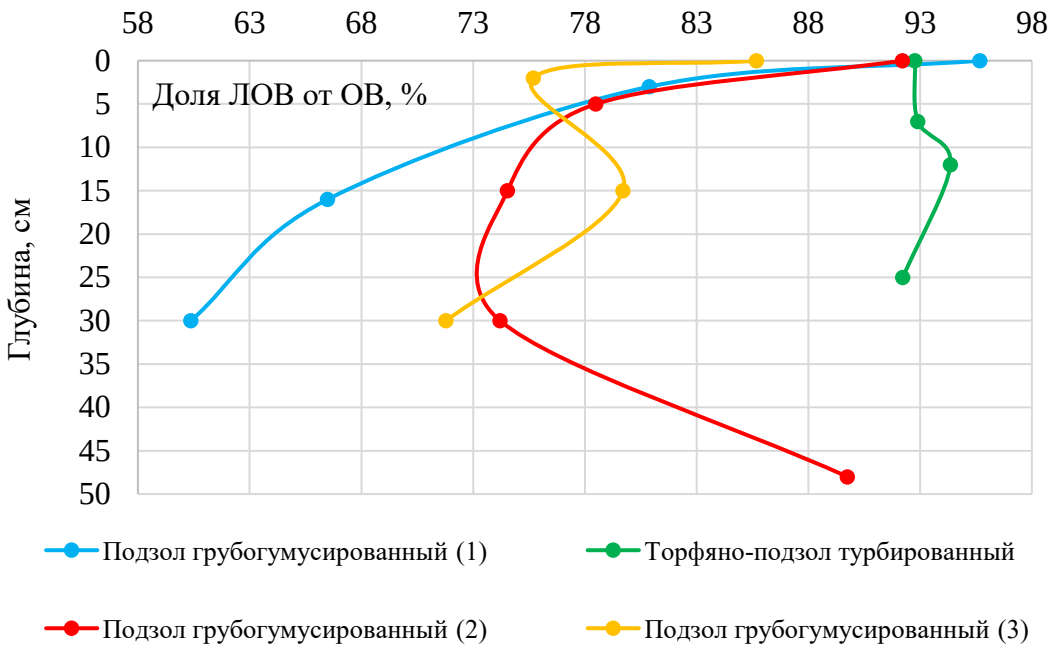


Рисунок 1 – Распределение доли термолабильного ОВ от ОВ по профилям исследованных почв

На рисунках 2 и 3 показана зависимость содержания активности каталазы от Своv в верхних и нижних горизонтах исследованных почв. В верхних горизонтах коэффициент детерминации (R^2) составляет 0,79, что говорит о тесной положительной связи между этими двумя показателями. Связь между активность каталазы и содержанием Своv в нижних горизонтах также характеризуется высоким значением коэффициента детерминации, который равен 0,70.

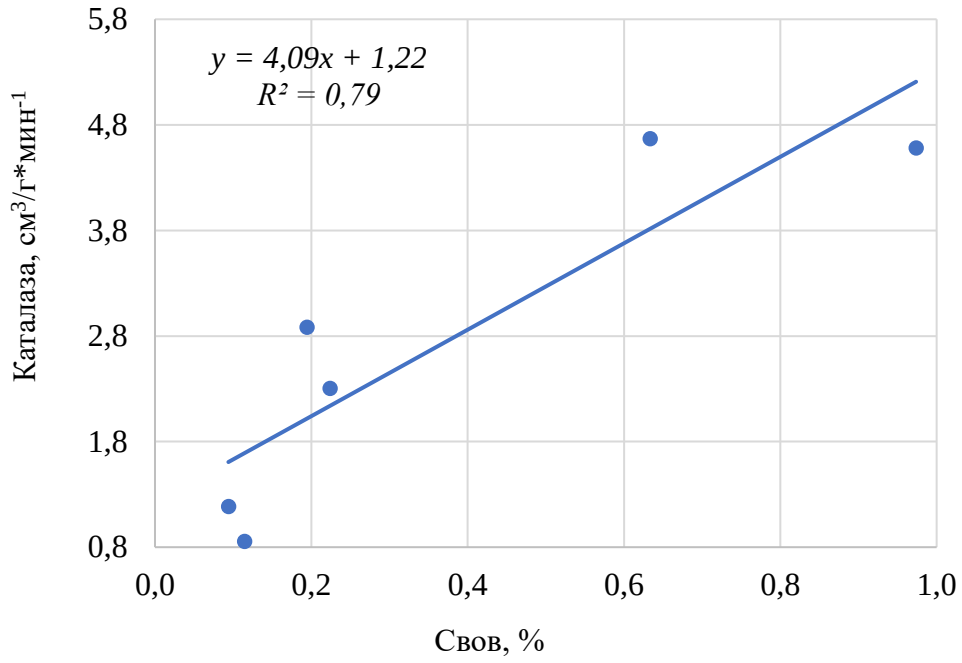


Рисунок 2 – Зависимость активности каталазы от содержания Своv в верхних горизонтах исследованных почв

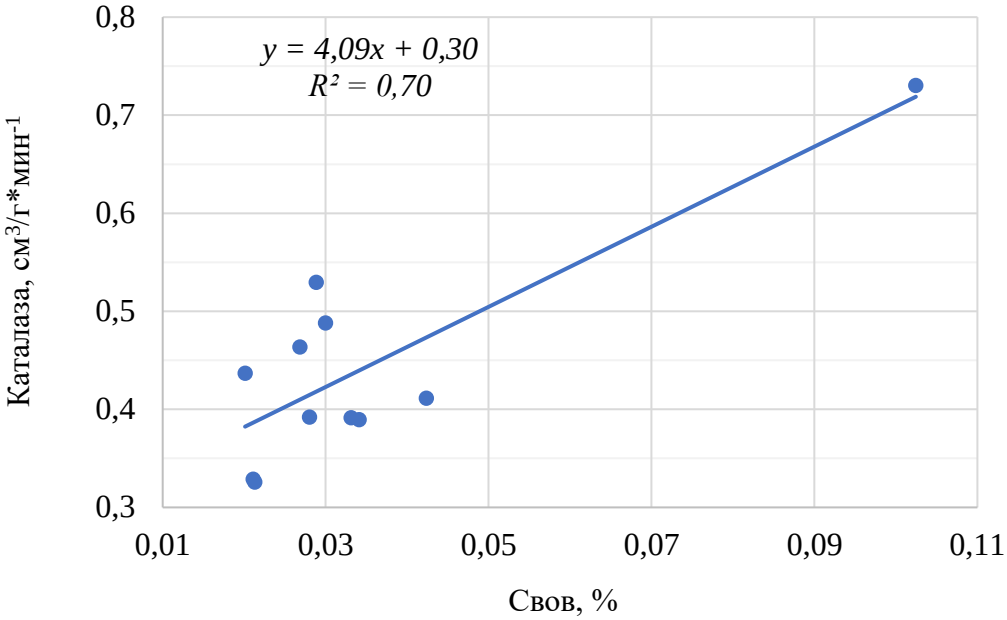


Рисунок 3 – Зависимость активности каталазы от содержания Свов в нижних горизонтах исследованных почв

В изученных почвах скорость выделения углекислого газа очень низкая. В подзолах грубогумусированных и торфяно-подзоле глеевом турбированном происходит снижение базального дыхания (БД) и углерода микробной биомассы (Смик) вниз по профилю. Максимальные значения БД и Смик приурочены к верхним горизонтам, так как именно в них было диагностировано самое высокое содержание Свов, ОВ и Слгв; в том числе, верхние горизонты характеризуются лучшим температурными и водно-воздушными условиями.

В абраземах альфегумусовых наблюдается аналогичная закономерность – снижение интенсивности БД и содержания Смик вниз по профилю. Значения, полученные для абраземов, сопоставимы со значениями, полученными в естественных подзолах. Это говорит о наличии микроорганизмов, как в активном состоянии, так и в «спящем» в абраземах.

Автор выражает глубокую благодарность сотрудникам ООО «СеверПодводСтрой» – Лыхве С.В., Горбунову Ю.Н., Чупрову В.С. за участие в подготовке и осуществлении отбора материалов для исследований, сопровождение во время проведения полевых работ на объектах газотранспортной инфраструктуры на территории ЯНАО, а также за помощь в решении всех возникавших технических и бытовых вопросов. А также сотрудникам факультета почвоведения МГУ имени М. В. Ломоносова: Дёмину В. В., Завгородней Ю. А., Белову А. А., Смирновой И. Е., Прокофьевой Т. В. за консультации и помощь в выполнении исследований.

Список литературы

1. Саввинов Д.Д. Особенности формирования и функционирования педосферы криолитозоны // Эволюция и динамика геосистем. – 2014. – № 1. – С. 18–20.

2. Безносиков В.А., Лодыгин Е.Д. Фракционно-групповой состав гумуса криогенных поверхностно-глеевых и гидроморфных почв Большеземельской тундры // Вестник СПбГУ. Сер. 3. – Вып. 1. – 2012. – С. 107–120.

3. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 244 с.

4. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.

5. Соколов Д.А., Дмитревская И.И., Паутова Н.Б., Лебедева Т.Н., Черников В.А., Семенов В.М. Исследование стабильности почвенного органического вещества методами дериватографии и длительной инкубации // Почвоведение. – 2021. – № 4. – С. 407–419.

6. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса: учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1981. – 272 с.

7. Дьяконова К.В., Александрова Л.Н., Кауричев И.С. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв. – Москва, 1984. – С. 96.

8. Ghani A., Dexter M., Perrott K.W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation // Soil Biology and Biochemistry, 2003. 35. – P. 1231–1243.

9. Ананьева Н.Д., Сусьян Е.А., Гавриленко Е.Г. Особенности определения углерода микробной биомассы методом субстрат-индуцированного дыхания // Почвоведение. – 2011. – № 11. – С. 1327–1333.

10. Белов А.А., Чепцов В.С., Лысак Л.В. Методы идентификации почвенных микроорганизмов. – Москва: МАКС-ПРЕСС, 2020. – 196 с.

11. Семенов В.М., Кравченко И.К., Иваникова Л.А., Кузнецова Т.В., Семенова Н.А., Гисперт М., Пардини Д. Экспериментальное определение активного органического вещества в некоторых почвах природных и сельскохозяйственных экосистем // Почвоведение. – 2006. – №. 3. – С. 282-292.

12. Болатов А.А., Черников В.А., Лукин С.М. Деривато-графический метод изучения гумусового состояния дерново-подзолистых супесчаных почв // Агрохимический вестник, 2010. № 3. – С. 38–40.

O. Y. SEMINA

LABILE ORGANIC MATTER AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC DISTURBED CRYOLITHOZONE PODZOLS

Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation,
sem_olga02@mail.ru

The work is devoted to the study of the content of labile organic matter in podzols distributed in the north of the Yamalo-Nenets autonomous region. Under anthropogenic influence, many cryolithozone soils, including podzols, lose the upper organogenic layer, passing into ecosystems. At the same time, the composition and properties of labile organic matter and biological activity change.

Ke ywords: cryolithozone, cryolithozone soils, podzols, abrasem, soil organic matter, labile soil organic matter, enzymatic activity.

УДК 323.11

Д. А. СОЛОДОВНИКОВ[1], А. Ю. СОЛОДОВНИКОВ[2]

РАССЕЛЕНИЕ БЕЛОРУСОВ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ: ПО ИТОГАМ ВСЕРОССИЙСКИХ ПЕРЕПИСЕЙ НАСЕЛЕНИЯ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

[1]Частное образовательное учреждение дополнительного образования «Еврошкола»,
solodovnikov-dmitriy@mail.ru,
[2]Тюменское отделение «СургутНИПИнефть»,
г. Тюмень, Российская Федерация,
sa100365@mail.ru

Статья посвящена анализу расселения белорусов в Тюменской области в начале XXI в. Приведены данные об их количестве по области и муниципальным образованиям на основании Всероссийских переписей населения 2002, 2010 и 2020 гг. Проанализированы изменения в численности и удельном весе белорусов по области и муниципальным образованиям за межпереписные периоды 2002–2010 и 2010–2020 гг. Сделаны выводы об их миграционной подвижности.

Ключевые слова: перепись, национальный состав, белорусы, Тюменская область, муниципальные образования, удельный вес.

Введение. История развития человечества показывает, что для народов свойственно такое явление, как поиск новых мест проживания. Причин тому несколько, но мотив всегда один – поиск лучшей жизни. Не исключением являются и белорусы. Длительное время основная масса белорусов проживала на той территории, которая ныне называется Республика Беларусь. Ставь частью Российской империи, а потом и Советского Союза, и получив возможность переселяться на огромные просторы без дополнительных бюрократических препонов, многие белорусы покинули места своего традиционного проживания. Часть из них оказалась в Сибири, в том числе в Тюменской области. О том, сколько их проживает в начале XXI в. в Тюменской области и её муниципальных образованиях, и пойдёт речь в данной статье.

Материалы и методы исследования. Исследование базируется на статистических материалах всероссийских переписей населения относительно к Тюменской области. Использованы пространственно-географический, статистический, картографический, описательные методы анализа расселения белорусов в Тюменской области и муниципальных образований. Приводятся сведения о количестве и доле белорусов в области и каждом муниципальном образовании и занимаемом ими месте среди проживающих народов. Выполнена прогнозно-аналитическая оценка вероятности дальнейшего проживания белорусов на «тюменской» земле.

Результаты исследования и их обсуждение. Тюменская область (здесь и далее без автономных округов) относится к числу крупных регионов Российской Федерации. Её площадь составляет 160,1 тыс. км^2, численность населения на 01.01.2023 г. – 1,6 млн чел. 2/3 населения проживает в городах и 1/3 – это жители сельской местности. В административном отношении область делится на 20 муниципальных районов и 6 городских округов (рисунок 1).

Область многонациональная: по переписи населения 2020 г. на её территории было зафиксировано проживание более чем 100 национальностей (115). Однако данные по числу национальностей не являются абсолютными, так как около 14 % населения (219,4 тыс. чел.) в переписных листах не указали свою национальность. Численность белорусов составила 2,4 тыс. чел., или 0,17 % от числа указавших свою национальность.

Белорусы проживают как в городской (1,7 тыс. чел., или 73,1 %), так и в сельской (0,7 тыс. чел., 26,9 %) местности. В 2002 г. численность белорусов составляла 6,5 тыс. чел., в 2010 г. – 4,5 тыс. чел. (таблица 1). Таким образом, с 2002 по 2020 гг. численность белорусов в Тюменской области сократилась в 2,7 раза.

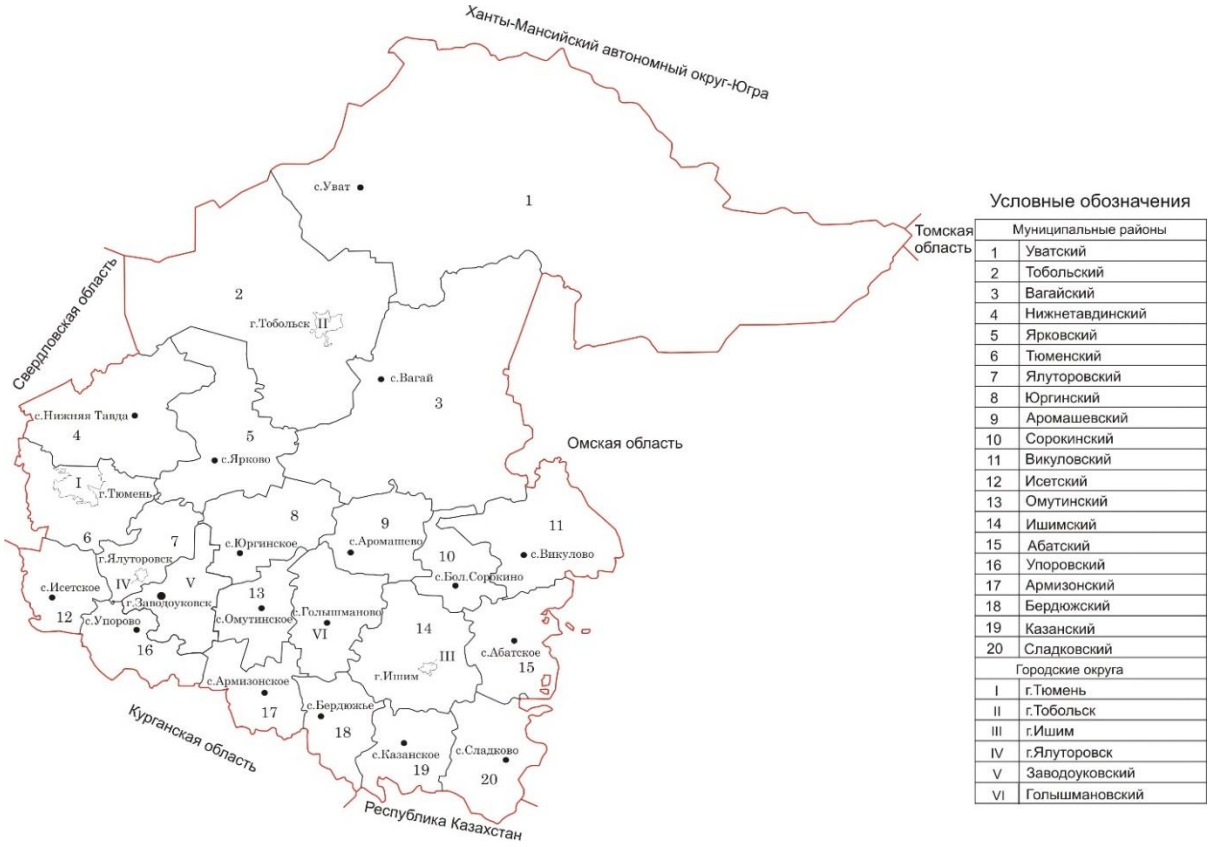


Рисунок 1 – Тюменская область и её соседи; административно-территориальное устройство [1]

Таблица 1 – Численность белорусов в Тюменской области (по итогам переписей населения)

Год	Оба пола		Мужчины		Женщины		Доля от всего населения области	Место в области
	чел.	%	чел.	%	чел.	%		
2002	6 489	100,0	3 229	49,8	3 260	50,2	0,48	9
2010	4 465	100,0	2 188	49,0	2 277	51,0	0,33	9
2020	2 386	100,0	1 179	49,4	1 207	50,6	0,14	12
Примечание: составлена по: [2–4]								

Белорусы проживают на территории всех муниципальных образований области. В подавляющем большинстве их численность не превышает 100 чел. Исключение составляют города Тюмень, Тобольск и Тюменский район (всего 3 муниципальных образования). В 2002 г. более 100 чел. проживало в 13 муниципальных образованиях (50 %), из них в 7 районах (35 %) и во всех городских округах. В 2010 г. показатели были следующие – 8 (30,8 %), 4 (20 %) и 4 (66,7 %) соответственно.

В целом за межпереписные периоды 2002–2010 и 2010–2020 гг. численность белорусов сократилась во всех муниципальных образованиях. В численном отношении

больше всего сократилась в г. Тюмени (1,6 тыс. чел.), меньше всего – в Упоровском районе (32 чел.). Практически не осталось белорусов в Армизонском и Сладковском районах (по 2 человека). Учитывая темпы сокращения белорусов в Тюменской области и особенно в сельских муниципальных образованиях, существует большая вероятность, что при следующей переписи населения, в некоторых из них их может не остаться. В области нет ни одного муниципального образования, где доля белорусов составила хотя бы 1 % (таблица 2). Также в Тюменской области нет ни одного населённого пункта с преобладанием белорусов или входящих в первую тройку.

Таблица 2 – Численность белорусов по муниципальным образованиям Тюменской области (по итогам переписей)

Муниципальные образования	2002 г.		2010 г.		2020 г.		2020/2002, %
	всего	%	всего	%	всего	%	
Районы							
Абатский	76	0,32	30	0,15	15	0,07	19,7
Армизонский	43	0,38	27	0,26	2	0,02	4,6
Аромашевский	44	0,31	33	0,27	17	0,15	38,6
Бердюжский	48	0,36	25	0,21	12	0,10	25,0
Вагайский	55	0,22	41	0,18	17	0,09	30,9
Викуловский	71	0,38	41	0,24	8	0,05	11,3
Исетский	116	0,43	79	0,30	34	0,12	29,3
Ишимский	174	0,50	109	0,35	34	0,11	19,5
Казанский	86	0,35	58	0,25	28	0,13	32,6
Нижнетавдинский	182	0,75	110	0,47	39	0,14	21,4
Омутинский	43	0,20	33	0,16	8	0,04	18,6
Сладковский	36	0,23	12	0,09	2	0,01	5,6
Сорокинский	58	0,49	31	0,30	11	0,11	18,0
Тобольский	106	0,44	68	0,30	20	0,09	18,9
Тюменский	476	0,51	362	0,33	177	0,12	37,2
Уватский	178	0,92	116	0,59	55	0,29	30,9
Упоровский	51	0,24	27	0,13	19	0,09	37,3
Юргинский	105	0,77	63	0,51	13	0,11	12,3
Ялуторовский	63	0,39	54	0,37	27	0,16	42,9
Ярковский	92	0,36	79	0,34	30	0,12	32,6
Городские округа							
Голышмановский	105	0,37	62	0,23	29	0,12	27,6
Заводоуковский	224	0,46	143	0,30	57	0,11	25,4
г. Ишим	232	0,34	141	0,21	45	0,06	19,4
г. Тобольск	650	0,60	416	0,40	177	0,17	27,2
г. Тюмень	3 061	0,54	2242	0,37	1469	0,17	48,0
г. Ялуторовск	114	0,31	63	0,17	41	0,10	36,0
Примечание: источники: составлена по: [2–4]							

Из более чем 100 народов, проживающих в Тюменской области, в 2020 г. белорусы были на 12 месте (в 2002 и 2010 гг. – 9 место) (табл. 1). В муниципальных образованиях ситуация иная. Если в 2002 и 2010 гг. белорусы чаще всего находились на 7–8 месте, то в 2020 г. – 11–13, а в некоторых и вовсе на 17–19 местах (таблица 3). Снижение численности и доли белорусов в общей численности населения обусловлено двумя основными причинами – снижением естественного прироста и миграционной активностью.

Таблица 3 – Место белорусов в численности населения муниципальных образований Тюменской области (по итогам переписей)

Муниципальные образования	2002 г.	2010 г.	2020 г.	Всего национальностей в 2020 г.[1]
Районы				
Абатский	7	8	11	29
Армизонский	7	7	18–19	27
Аромашевский	8	9	9	24
Бердюжский	6	7	12	30
Вагайский	7	7	8	34
Викуловский	7	8	11	30
Исетский	7	8	14	41
Ишимский	6	7	9	39
Казанский	5–6	6–7	9–11	32
Нижнетавдинский	6	6	12	44
Омутинский	10	10	16–18	29
Сладковский	7	7	17–19	27
Сорокинский	8	8	10	29
Тобольский	6	6	9–10	44
Тюменский	6	7	12	66
Уватский	4	6	9	39
Упоровский	9	10	14	34
Юргинский	5	6	9–10	29
Ялуторовский	8	8	12–13	35
Ярковский	8	8	11	31
Городские округа				
Голышмановский	9	10	13	34
Заводоуковский	8	8	11	47
г. Ишим	7	7	8	56
г. Тобольск	6	7	10	75
г. Тюмень	9	8	13	113
г. Ялуторовск	6	8	11	48
Примечание: приведённые данные по числу национальностей не являются абсолютными (см. пояснение в тексте); составлена по: [2–4]				

Языком межнационального общения белорусов является русский язык. Им владеют 99,2 % белорусов, а в повседневной жизни используют 99,8 %. Лишь 25 % белорусов владеют белорусским языком, из них 37,7 % используют его в повседневной жизни.

Заключение. Таким образом, как видно из приведённого исследования, можно сделать следующий основной вывод. Белорусы проживают на всей территории Тюменской области и всех муниципальных образований, но ни в одном из них они не относятся к числу крупных народов. Их доля повсеместно составляет менее 1 %. Численность белорусов снижается по всей области и во всех муниципальных образованиях. Соответственно сокращается их доля. Существует большая вероятность, что при следующей переписи населения РФ в ряде муниципальных образований белорусы могут не фиксироваться в переписных листах. В тоже время следует признать, что в категории граждан, не указавших свою национальность при проведении переписи, могут присутствовать и белорусы, но это не меняет общей тенденции снижения их числа в Тюменской области.

Список литературы

1. Солодовников, А. Ю. География Тюменской области : сельское население, поселения и населённые пункты : монография / А. Ю. Солодовников. – Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2020. – 1056 с.

2. Итоги Всероссийской переписи населения – 2002: стат. сб. в 11 ч. Ч. III. Национальный состав населения в Тюменской области / Тюменский областной комитет государственной статистики. – Тюмень, 2005. – 427 с.

3. Итоги Всероссийской переписи населения – 2010: стат. сб. в 10 ч. Ч. III. Национальный состав населения и гражданство населения в Тюменской области. Т. I. Тюменская область. Тюменская область (без автономных округов) / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тюменский области. – Тюмень, 2013. – 175 с.

4. Итоги Всероссийской переписи населения – 2020: стат. сб. в 11 ч. Ч. V. Национальный состав и владением языками в Тюменской области. Тюменская область (кроме Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и Ямало-Ненецкого автономного округа) [Электронный ресурс] // Управления Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу-Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. – Режим доступа: URL:https://72.rosstat.gov.ru/perepis_nas2020. - Дата доступа: 27.04.2024.

D. A. SOLODOVNIKOV[1], A. YU. SOLODOVNIKOV[2]

BELARUS FOLK'S SETTLEMENT IN TYUMEN REGION IN EARLY XXI CENTURY BASED ON THE POPOLATION CENSUS

[1]Private educational institution of additional education "Euroschool",
solodovnikov-dmitriy@mail.ru,
[2] "SurgutNIPIneft", Tyumen department
Tyumen, Russian Federation,
sa100365@mail.ru

This article is devoted to Belarus folk's settlement in Tyumen region in early XXI century. The data about population's numbers is presented based on the population accounting in 2002 – 2010. The changes in numbers and regions of settlement are analysed. The changes of Belarus percentage in total region's population based on population accounts of 2002, 2010 and 2020 in Tyumen region are observed. The migration ways are emphasised.

Key words: Population accounting, national composition, Belarus, Tyumen region, municipal units.

УДК 574

С. М. СТЕНИНА, С. Р. ШАРИФУЛЛИНА, А. А. ШАБАЛИНА

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ НА ТЕРРИТОРИИ ООПТ ШАРТАШСКИЙ ЛЕСНОЙ ПАРК НА АКТИВНОСТЬ БАКТЕРИЙ *AZOTOBACTER*

Специализированный учебно-научный центр ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация,
sofistenina@mail.ru, sanya.shfr@inbox.ru, shabalanna@yandex.ru

В наше время очень быстро развиваются города, растёт городское население. Например, в Екатеринбурге каждый год фиксируется прирост населения на несколько тысяч человек [7]. И это приводит к повышению антропогенной нагрузки, которая оказывает влияние на объекты природы. Шарташский лесопарк расположен в восточной части г. Екатеринбурга и является особо охраняемой природной территорией областного значения. На почвы этого участка оказывается антропогенная нагрузка: как техногенная в 20 веке здесь активно велась добыча гранита, так и рекреационная – парк ежедневно посещает множество людей. В исследовании рассматривалось, как это сказывается на активности бактерий Azotobacter.

Ключевые слова: корреляция, антропогенная нагрузка, физико-химические характеристики почвы, активность бактерий Azotobacter.

Гипотезой, положенной в основу работы является то, что в лесопарке имеются участки с разной антропогенной нагрузкой и физико-химическими показателями почв, что сказывается на активности бактерий *Azotobacter* в почвах.

Цель: выявить влияние антропогенных нагрузок и физико-химических показателей на активность бактерий Azotobacter в почвах Шарташского лесопарка.

Задачи:

1. Оценить антропогенную нагрузку в разных местах парка и отобрать почвенные образцы.
2. Провести пробоподготовку почвенных образцов и определить их физико-химические показатели.
3. Культивировать бактерии *Azotobacter* из почвенных образцов и пронаблюдать за их активностью.
4. Провести подсчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена между описанными характеристиками почв и активностью бактерий.

Отбор почвенных проб проводили в октябре 2023 года в Шарташском лесопарке, на юго-восточном берегу озера Шарташ. Отобрали 12 проб почвы (каждая проба в трех полевых повторностях) в разных биотопах в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 [4]. Описывали растительность, почвенных животных и другие наблюдения.

При отборе почв оценивали антропогенную нагрузку на местность по методу А. С. Боголюбова [1]. Двигались по маршруту и фиксировали в дневник наблюдений постройки, мусор, поврежденную растительность, синантропные организмы, антропогенные формы микрорельефа. По нашим описаниям присвоили каждой территории степень нагрузки (высокая, средняя, низкая).

Пробоподготовку почвенных образцов выполняли в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 [4]. Почву высыпали на бумагу, убрали крупные включения, оставили сохнуть на несколько дней. Высушенную почву растёрли в ступке пестиком и просеяли через сито с диаметром отверстий 1 мм.

Физико-химические свойства изучали в соответствии с ГОСТ 26423-85 [5] и методическими указаниями [2, 7]: определяли механический состав почвы, кислотность среды почвенной вытяжки, электропроводность и растворённые вещества, наличие карбонатов.

Результаты физико-химических показателй представлены на рисунке 1. Степень антропогенной нагрузки обозначена цветом: зеленый – низкая, синий – средняя, красный – высокая.

№	CO3 ^2-	механический состав	pH, ед.	Электропроводность, мС/см	растворенные вещества, ‰
1	-	тяжелосуглинистый, легкосуглинистый	6,6	57	28
2	-	тяжелосуглинистый, легкосуглинистый	6,62	57	29
3	-	супесчаный	7,04	47	24
4	-	среднесуглинистый	7,07	70	36
5	-	тяжелосуглинистый, среднесуглинистый, легкосуглинистый	8,01	167	82
6	-	тяжелосуглинистый, среднесуглинистый, легкосуглинистый	6,9	67	33
7	-	песчаный	6,77	117	60
8	-	среднесуглинистый, легкосуглинистый	6,69	76	38
9	-	супесчаный	6,73	42	21
10	-	песчаный	6,91	62	31

Рисунок 1 – Физико-химические показатели почвенных проб

На рисунке 1 видно, что механический состав почв различен даже на одном и том же участке – от тяжелосуглинистого до песчаного. Карбонаты не были обнаружены. Значение pH относительно одинаковое, практически везде среда нейтральная или слабокислая за исключением образца № 5 (костровище), где pH превышает 8 единиц.

Электропроводность и количество растворённых веществ высокое у образцов № 5 и № 7 (гора Песчаная). Считаем, что такие данные можно объяснить местом отбора почв: на костровище эти показатели повышены из-за накопления минеральных веществ при горении. А на горе Песчаная электропроводность и количество растворённых веществ могут быть повышены из-за геологического строения, наличия минералов в ионной форме.

После определения физико-химических свойств почв, мы культивировали азотфиксирующих бактерий методом почвенных комочков на безазотной среде Эшби [6]. Были выявлены обрастания почвенных комочков бактериями рода *Azotobacter* и проведены наблюдения за активностью обрастаний через 3, 7, 10 суток в двух повторностях. Получили среднее значение активности *Azotobacter* в каждом почвенном образце. Провели окрашивание фуксином Циля в присутствии черной туши и микроскопическое исследование образцов при увеличении x600 и x1000. Наблюдали клетки морфологически схожие с бактериями *Azotobacter*.

Активность бактерий в каждом почвенном образце представлена на рисунке 2.

На диаграмме можно наблюдать активность (% обрастаний почвенных комочков) *Azotobacter* каждого образца на 3/7/10 дни. В каких-то почвах с увеличением дней происходит повышение количества обрастаний комочков колониями. Наибольшую активность азотобактера наблюдаем в образцах 5, 6, 7. А в других наоборот с увеличением дней происходит спад активности, как в образцах 1, 2, 3, 4 ,8. Скорее всего это связано с ростом микромицетов вокруг комочков, которые замедляли рост и активность бактерий.

Чтобы сформулировать точный вывод о наличии/отсутствии связи разными характеристиками почвы и активностью бактерий рода *Azotobacter*, мы использовали формулу коэффициента ранговой корреляции Спирмена [3]: присвоили каждому из физико-химических показателей всех почвенных образцов средний ранг, а затем произвели расчеты.

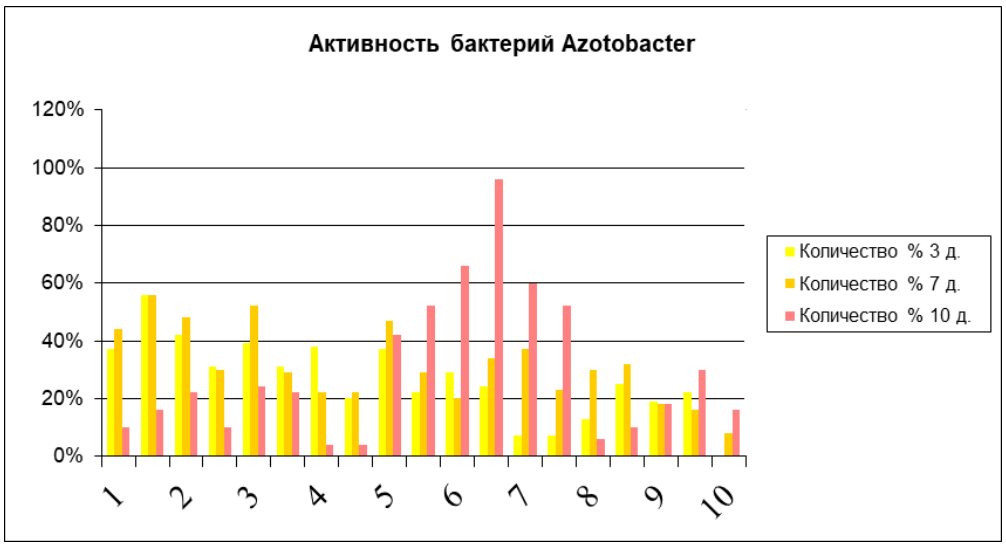


Рисунок 2 – Активность бактерий *Azotobacter*

Результаты подсчета представлены в таблице 1 – корреляция между механическим составом почвы и активностью бактерий средняя положительная. Корреляция между остальными физико-химическими характеристиками почвенных образцов и активностью бактерий слабая и очень слабая положительная.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции между разными показателями почвы и активностью бактерий

Показатель	Значение корреляции
pH	0,006
Электропроводность	0,18
Механический состав	0,62
Антропогенная нагрузка	0,14

Таким образом, в результате исследования было обнаружено, что антропогенная нагрузка, которая оказывается на почвы, на активность бактерий *Azotobacter* практически не влияет. Так же на активность бактерий не влияют такие показатели как pH и электропроводность почвенной вытяжки. А вот механический состав почвы влияет на активность бактерий – чем более глинистая почва, тем активнее происходят обрастания почвенных комочков.

Список литературы

1. Боголюбов. А.С. Методика комплексной экологической оценки антропогенных воздействий на местность. Москва: Экосистема, 2000 год - 6 с.

2. Венгерова М. В., Венгеров А. С. Учебная геологическая практика. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014 - 84 с.

3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1998. – 459 с.

4. ГОСТ 17.4.4.02-84 Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Москва, 2008 – 11 с.

5. ГОСТ 26423-85 Межгосударственный стандарт. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. Москва, 2011 – 4 с.

6. Зенова Г.М., Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н.А. Практикум по биологии почв. М.: Издательство МГУ, 2002. – 120 с.

7. Корнилов Г.Е. Население Екатеринбурга за 300 лет (1723–2023 гг.). – Екатеринбург, 2023.

8. Митянин И.О. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Почвоведение» для студентов очной формы обучения направления подготовки бакалавриат 35.03.10. Ландшафтная архитектура. Н. Новгород: ННГАСУ, 2016 – 24 с.

S. M. STENINA, S. R. SHARIFULLINA, A. A. SHABALINA

THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LOAD AND PHYSICO-CHEMICAL PARAMETERS OF THE SOIL ON THE TERRITORY PROTECTED AREA OF THE SHARTASH FOREST PARK ON THE ACTIVITY OF AZOTOBACTER BACTERIA

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russian Federation,
sofistenina@mail.ru, sanya.shfr@inbox.ru, shabalanna@yandex.ru

The Shartashsky Forest Park is located in the eastern part of Yekaterinburg and is a specially protected natural area of regional significance. The soils of this site are under anthropogenic pressure: Both man-made granite mining was actively carried out here in the 20th century, and recreational - the park is visited by many people every day. The study examined how this affects the activity of Azotobacter bacteria.

Key words: correlation, anthropogenic load, physical and chemical characteristics of soil, activity of Azotobacter bacteria.

УДК 551.5:504.3+338.2

Т. А. ТИМОФЕЕВА, И. А. ГАВРИЛЕНКО

ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПО ОСНОВНЫМ ОТРАСЛЯМ ХОЗЯЙСТВА В ГОРОДЕ ГОМЕЛЕ И ГОМЕЛЬСКОМ РАЙОНЕ

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
myshlion@mail.ru, wanja3296@gmail.com

В статье показана динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Гомеля и Гомельского района за период 2000–2022 гг. Общей тенденцией является уменьшение массы выбросов в г. Гомеле и увеличение её в Гомельском районе.

Ключевые слова: выбросы, поллютанты, атмосферный воздух, диоксид серы, диоксид азота.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся на пунктах наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, включенных в Государственный реестр пунктов наблюдений Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся в непрерывном и дискретном режимах. В Гомельской области суммарно расположено 15 пунктов мониторинга атмосферного воздуха. В настоящее время в г. Гомель расположены 5 стационарных пунктов оценки качества атмосферного воздуха. Все эти пункты совместно замеряют концентрацию диоксида азота, оксида углерода, твёрдых частиц, формальдегида, аммиака, фенола, фторида водорода, летучие органические соединения (ксилолы и т. п.) [1].

Согласно Кадастру атмосферного воздуха, суммарные выбросы загрязняющих веществ за 2022 год в г. Гомель составили 5,764 тыс. тонн, что на 2,015 тыс. тонн меньше, чем в 2021 году.

Анализируя график динамики выбросов загрязняющих веществ в г. Гомель (рисунок 1), можно наблюдать постепенное снижение выбросов загрязняющих веществ. С 1999 по 2022 годы, выбросы уменьшились на 10,636 тыс. тонн. Однако, понижение выбросов происходило «волнообразно», а также с резким ростом выбросов в 2009 году. В целом, основными причинами постепенного снижения выбросов загрязняющих веществ являются меры, направленные на улучшение экологической обстановки (такие как изменение технологических процессов, использование более экологичного сырья, улучшение методов и способов фильтрации выбросов в атмосферный воздух).

Анализ динамики выбросов загрязняющих веществ по Гомельскому району (рисунок 2), показывает ситуацию обратную, по сравнению с г. Гомель.

С 2000 по 2022 год, выбросы загрязняющих веществ увеличились на 5,2209 тыс. тонн. Резкий рост выбросов загрязняющих веществ произошёл после 2007 года, до этого рост выбросов загрязняющих веществ был незначительным. Причиной резкого роста стало увеличение хозяйственной деятельности в Гомельском районе. Рост выбросов загрязняющих веществ продолжался с 2007 по 2010 год, где был достигнут «пик». В 2011 году произошло резкое падение выбросов, однако уже в 2012 году рост возобновился, закончился он в 2013 году и после до 2020 года наблюдалось постепенное снижение выбросов. После 2020 года рост выбросов загрязняющих веществ продолжился.

Согласно ежегоднику Белгидромеда, основными стационарными источниками загрязнения атмосферного воздуха в г. Гомель и Гомельском Районе являются деревообрабатывающая, химическая и целлюлозно-бумажная промышленности, производство минеральных удобрений, теплоэнергетика, машиностроение и станкостроение [2].

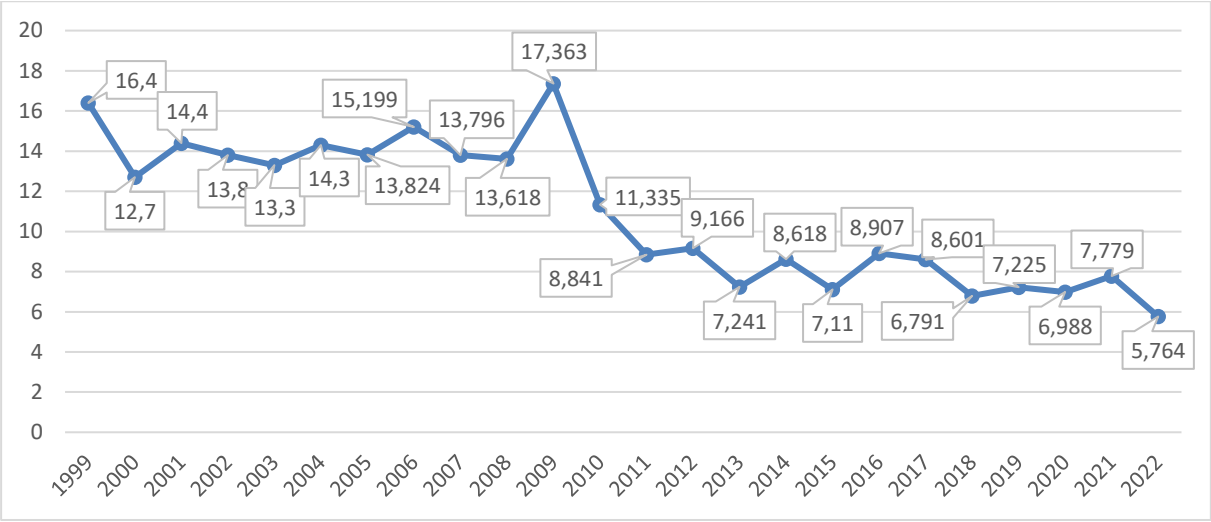


Рисунок 1 – График динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Гомеля с 1999 по 2022 гг., тыс. т. [1]

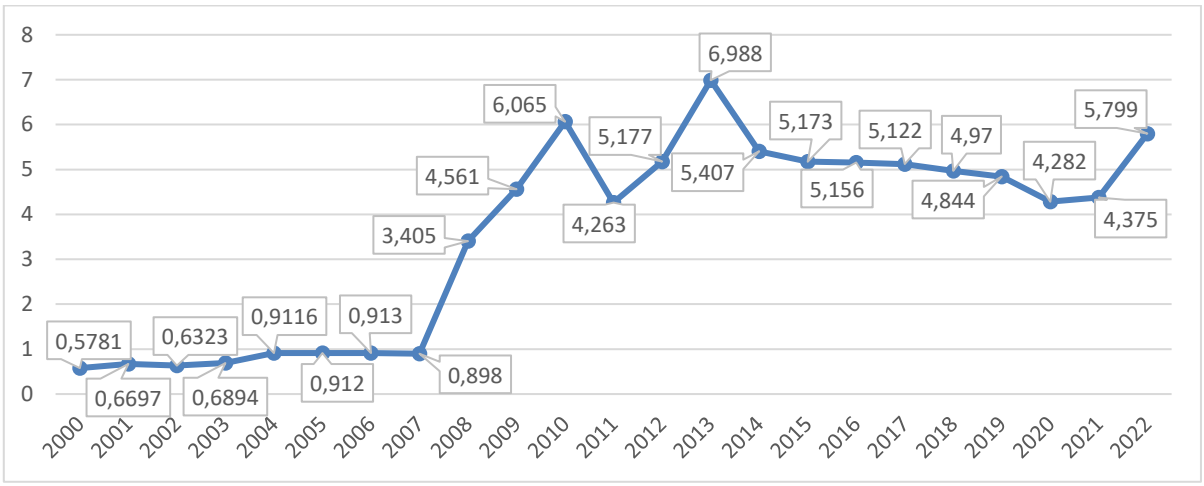


Рисунок 2 – График динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Гомельского района с 2000 по 2022 гг., тыс. т. [1]

Анализируя структуру выбросов загрязняющих веществ за 2022 год по г. Гомель и Гомельскому району, можно сделать вывод, что наибольшую долю среди выбросов в г. Гомеле занимают диоксид серы, диоксид азота и оксид углерода (он же угарный газ), наименьшую долю занимают углеводороды и оксид азота. В Гомельском районе наблюдается очень высокая доля углеводородов в структуре выбросов, на втором месте находятся прочие вещества, на третьем – оксид углерода, наименьшую долю занимает оксид азота и НМЛОМ/ЛОС (неметаллические летучие органические соединения / летучие органические соединения). В целом, если просуммировать суммы выбросов загрязняющих веществ в 2000 и 2022 годах, можно сделать вывод что в целом, за 22 года выбросы загрязняющих веществ сократились. А наибольшую долю в структуре выбросов занимает диоксид серы, диоксид азота (в г. Гомель) и НМЛОМ/ЛОС (в Гомельской области) [1–3].

Список литературы

1. Информация для размещения данных государственного кадастра атмосферного воздуха в глобальной сети Интернет на официальном сайте Минприроды, 2023: стат. сборник / Мин. прир. рес. и охраны окр. среды РБ. – Минск, 2023. – 224 с.

2. Мониторинг атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Rad.org.by. – URL: https://rad.org.by/ – Дата доступа: 22.04.2024.

3. Хрусталёва, Е.Н. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух антропогенными источниками Республики Беларусь / Е.Н. Хрусталёва // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2020. – № 2. – С 78–86.

T. A. TIMOFEEVA, I. A. GAVRILENKO

EMISSIONS OF POLLUTANTS INTO THE ATMOSPHERE FROM STATIONARY SOURCES BY MAIN INDUSTRIES OF ECONOMY IN THE CITY OF GOMEL AND GOMEL DISTRICT

Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
myshlion@mail.ru, wanja3296@gmail.com

The article shows the dynamics of emissions of pollutants into the atmosphere of the city of Gomel and Gomel district for the period 2000–2022. The general trend is a decrease in the mass of emissions in the city of Gomel and an increase in it in the Gomel region.

Key words: emissions, pollutants, atmospheric air, sulfur dioxide, nitrogen dioxide.

УДК 628.193

И. Ш. ФАТХУТДИНОВА, Л. А. КУРБАНОВА

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ В РЕКУ БЕЛАЯ В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ УФИМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА ПУТЕМ СБРОСА СТОЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,
г. Уфа, Республика Башкортостан, Российская Федерация,
irina.fatkhutdinova@yandex.ru, lava-love@mail.ru

В статье рассматривается влияние промышленных сточных вод на качество поверхностных водных объектов на примере реки Белая в пределах Уфимского промышленного узла. Проанализировано общее экологическое состояние и дана характеристика антропогенного воздействия на реку Белая в пределах территории города Уфа.

Ключевые слова: река Белая, качество воды, Уфимский промышленный узел, экологическое состояние водных объектов, антропогенное воздействие.

В настоящее время очень остро стоит проблема количественного и качественного истощения водных ресурсов. Немаловажную роль в этом играет Уфимский промышленный узел, в котором сосредоточено большое количество хозяйственных, коммунально-бытовых, промышленных объектов.

Актуальность проведения исследования по Уфимскому промышленному узлу обуславливается большим сосредоточением хозяйственных объектов на изучаемой территории, а также не малыми показателями водопотребления и водоотведения, что впоследствии приводит как к качественным, так и к количественным истощениям водных ресурсов.

Необходимо указать, что сами потоки с загрязняющими веществами до того, как попасть в водные объекты, попутно создают негативные условия и процессы. Подземный сток, загрязненный растворами серной, азотной кислоты, углекислоты активизирует процесс растворения гипсов, известняков, тем самым обостряет проблему развития карста; является агрессивной средой для подземных коммуникаций. Открытые загрязненные потоковые системы являются объектом антисанитарных условий. Сосредоточенный поверхностный сток активизирует эрозионные процессы.

Водные объекты загрязняются в основном в результате спуска в них сточных вод от промышленных предприятий. После выпуска сточных вод допускается некоторое ухудшение качества воды в водоемах, однако это не должно заметно отражаться на его жизни и на возможности дальнейшего использования водоема в качестве источника водоснабжения, для культурных и спортивных мероприятий, рыбохозяйственных целей [1].

Уфимский промышленный узел – скопление городских поселений на компактной территории вокруг города Уфы в Республике Башкортостан.

Согласно Исянбаеву М.Н. в состав Уфимского промышленного узла, помимо города Уфа входят Благовещенск, поселок Чишмы, Кудеевский, Иглино [2].

По фондовым данным ФГБВУ «Центррегионводхоз» были проанализированы данные по участку Кас/Волга/1804/177 – Белая в пределах г. Уфы и Уфимского района.

На рисунке 1 приведено содержание загрязняющих веществ в реке Белая в пределах территории Уфимского промышленного узла за период с 2009 по 2022 гг., поступающих путем сброса сточных вод в поверхностный водный объект.

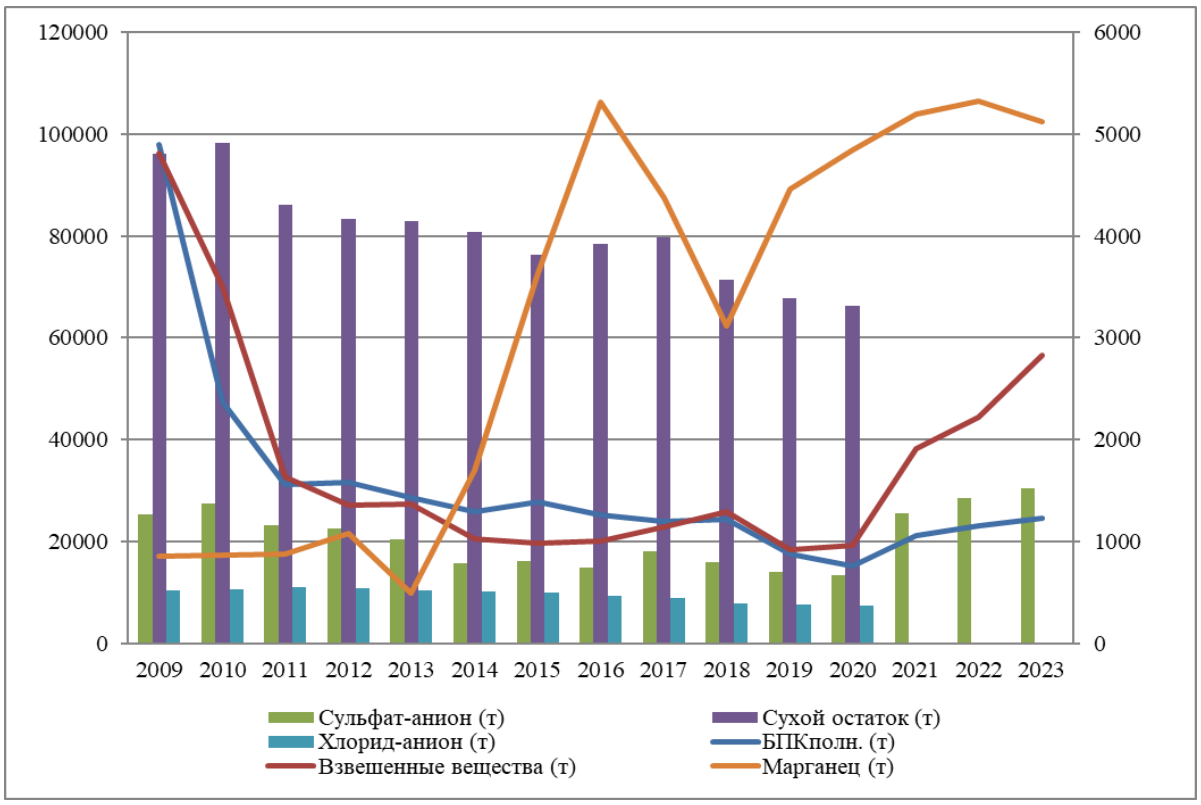


Рисунок 1 – Содержание загрязняющих веществ в р. Белая в пределах территории Уфимского промышленного узла в период с 2009 по 2023 гг., т (составлено автором по данным [3])

Можно заметить тенденцию снижения массы некоторых загрязняющих веществ. Например, произошло уменьшение содержания сухого остатка, где к 2020 году имеет наименьшие значения. Так же наименьшие значения в 2020 году имеют взвешенные вещества, хлорид анион, сульфат анион, $БПК_{полн}$.

После минимальных значений идет увеличение числа загрязняющих веществ. Например, увеличение произошло с сульфат анионом, $БПК_{полн}$, взвешенными веществами, марганцем.

Отметим, что наибольшая нагрузка сточными водами оказывается на реку Белая, а самые распространенные загрязняющие вещества, сбрасываемые предприятиями в исследуемые реки – это фосфаты (по фосфору), ХПК, хлорид анион, нитрит анион, нитрат анион и сульфат анион, так же в некоторых случаях присутствуют нефтепродукты, медь, железо общее, магний и хлорид анион.

На рисунке 2 отражено изменение массы загрязняющих веществ: ванадия, кадмия, молибдена, тетрахлорметана, фторид аниона в реке Белая в пределах города Уфы и Уфимского района в период с 2010 по 2020 гг., поступающих в поверхностный водный объект путем сброса сточных вод.

По данным, приведенным на графике, можно сделать вывод, что к 2020 году количество загрязняющих веществ, поступающих в реку Белая в пределах города Уфа, путем сброса сточных вод идет на снижение. Так, к 2020 году некоторые вещества имеют минимальные значения за период наблюдения с 2010 по 2020 гг.

Максимальные значения отмечались у ванадия в 2016 году и у тетрахлорметана (или же четыреххлористый углерод) в 2010 году.

Рассматривая вещества в общем срезе, можно заметить, что из данного перечня веществ наибольшую массу за наблюдаемый период имеет ванадий, а наименьшую молибден.

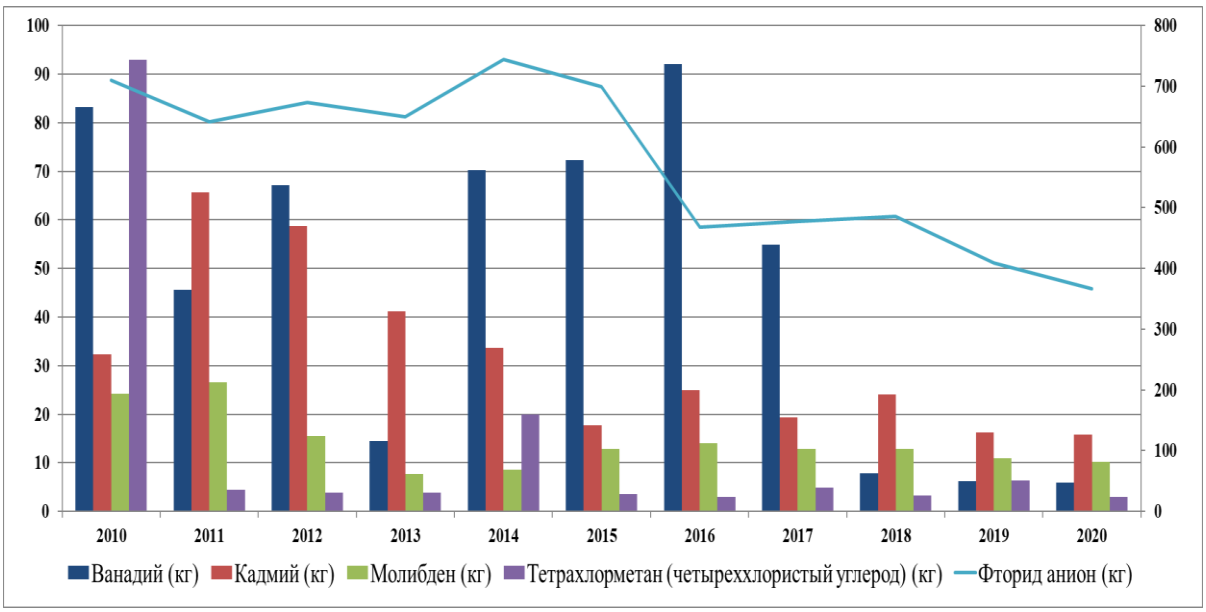


Рисунок 2 – Загрязняющие вещества (ванадий, кадмий, молибден, тетрахлорметан, фторид анион) в р. Белая в пределах г. Уфа, поступающие в водный объект путем сброса сточных вод, кг (составлено автором по данным [3])

На рисунке 3 приведено изменение массы загрязняющих веществ: алюминия, сероводорода, хрома шестивалентного, меди, фторида аниона, фенола, никеля, хрома трехвалентного, хлороформа в реке Белая в пределах города Уфа в период с 2010 по 2020 гг., поступающих в поверхностный водный объект путем сброса сточных вод.

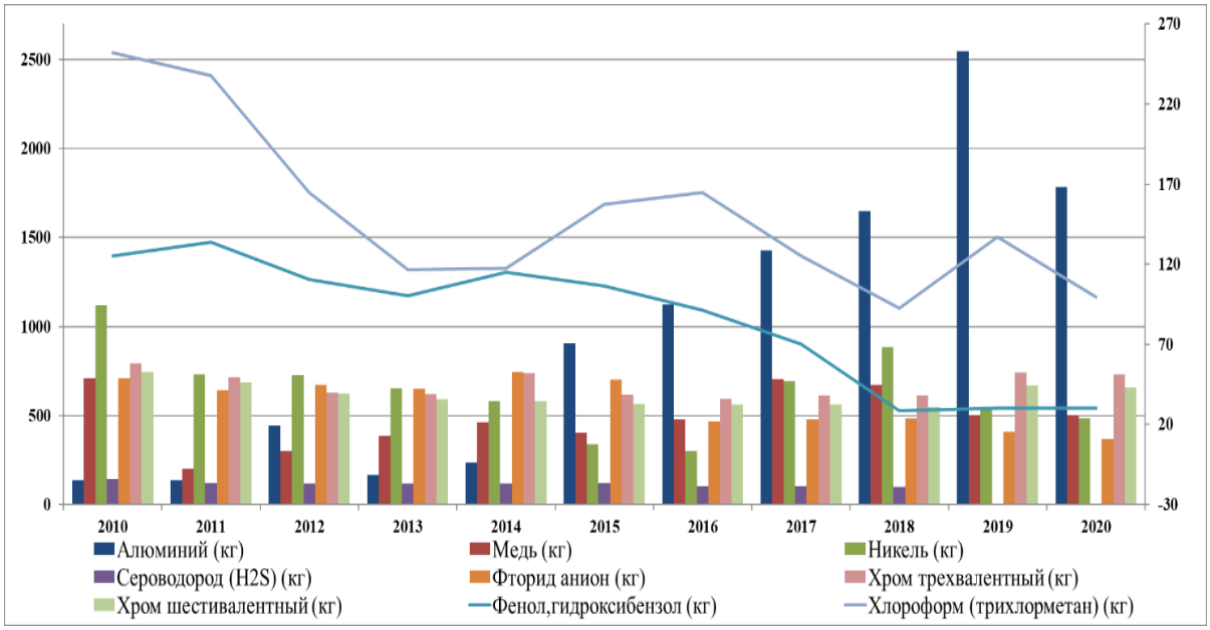


Рисунок 3 – Загрязняющие вещества (алюминий, сероводород, хром шестивалентный, медь, фторид анион, фенол, никель, хром трехвалентный, хлороформ) в р. Белая в пределах г. Уфа, поступающие в водный объект путем сброса сточных вод, кг (составлено автором по данным [3])

Можно сделать вывод, что к 2020 году количество загрязняющих веществ, поступающих в реку Белая в пределах города Уфы и Уфимского района, путем сброса сточных вод остается практически неизменным и из года в год находится в одном диапазоне значений. Практически все вещества остаются в одном пределе содержания – в районе 500 кг.

Только алюминий выделяется из общего списка высокими показателями массы. С 2015 года и до 2019 года идет резкое увеличение количества алюминия в водном объекте. В 2019 году он достигает своего максимального значения, но уже к 2020 отмечается спад.

По данным из наблюдаемого пункта в пределах города Уфы и Уфимского района, можно заметить, что в последние года влияние загрязняющих веществ значительно снижается.

Это может происходить по ряду причин, например, установка более эффективных очистных сооружений на предприятиях, уменьшение количества сброса, путем возникновения новых технологий оборотного использования воды, а также уменьшение количества респондентов, осуществляющих сброс в реки Уфимского промышленного узла.

В целях снижения негативного воздействия на водные объекты на территории Уфимского промышленного узла, оказываемого предприятиями промышленности в результате сброса неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод, предприятиями осуществляются водоохранные и водохозяйственные мероприятия. Прежде всего, это реконструкция действующих и строительство новых очистных сооружений.

Список литературы

1. Черняев А.М. Оптимальное управление водохозяйственной деятельностью в регионе. Методы планирования и управления природными ресурсами. М., 1985. 226 с.

2. Исянбаев М.Н. Экономическая эффективность отраслевых производственных комплексов в промышленных узлах. М., 1977. – 190 с.

3. Фондовые данные ФГБВУ «Центррегионводхоз».

I. SH. FATKHUTDINOVA, L. A. KURBANOVA

ANALYSIS OF THE CONTENT OF POLLUTING CHEMICALS ENTERING THE BELAYA RIVER WITHIN THE TERRITORY OF THE UFA INDUSTRIAL HUB BY DUMPING INDUSTRIAL WASTEWATER

Ufa University of Science and Technology,
Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation,
irina.fatkhutdinova@yandex.ru, lava-love@mail.ru

The article examines the influence of industrial wastewater on the quality of surface water bodies using the example of the Belaya River within the Ufa industrial hub. The general ecological condition is analyzed and the characteristic of anthropogenic impact on the Belaya River within the territory of the city of Ufa is given.

Key words: Belaya River, water quality, Ufa industrial hub, ecological condition of water bodies, anthropogenic impact.

УДК 543.31

И. Е. ЦВЕТКОВ

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ВОСКРЕСЕНСК МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва, Российская Федерация,
ivan.tsvetkov@list.ru

В данной статье представлены результаты исследований химического загрязнения водных объектов городского округа Воскресенск за сентябрь, октябрь 2023 г. и апрель 2024 г. Установлено, что по ряду химических показателей, таких как железо, фториды и фосфаты фактические концентрации превышают установленные нормативы.

Ключевые слова: городской округ Воскресенск, Воскресенский район, Московская область, загрязнение водных объектов, железо в воде, фосфаты в воде, фториды в воде.

Вода является одним из важнейших природных ресурсов, необходимых для жизни и деятельности человека. Однако в последние десятилетия наблюдается ухудшение качества водных ресурсов из-за антропогенного воздействия. Одним из наиболее загрязнённых регионов России является Московская область, в том числе городской округ Воскресенск.

Воскресенский городской округ расположен в юго-восточной части Московской области и характеризуется интенсивным промышленным развитием, что приводит к сбросу в водные объекты большого количества загрязняющих веществ. В связи с этим актуальным является изучение гидрохимического и микробиологического состояния водных объектов Воскресенского городского округа. В работе основное внимание было обращено на те водные объекты, которые используются в рекреационных целях. Таковых в районе не мало, в особенности отдыхающими ценятся озёра юго-восточной части городского округа, которые образовались на месте бывших фосфоритовых карьеров из-за песочных пляжей и общему убеждению населения об их сравнительно благоприятном экологическом состоянии.

Целью работы является проведение мониторинговых исследований качества воды в поверхностных водах Воскресенского городского округа по химическим и микробиологическим показателям для выявления возможных причин загрязнения.

Для достижения целей были поставлены следующие **задачи:**

1) отобрать пробы воды из исследуемых водных объектов и провести лабораторный анализ на наличие основных химических загрязняющих веществ;

2) выдвинуть предположения по поводу путей загрязнения объектов рассматриваемыми химическими веществами.

Материалы и методы исследования. Пробы отбирались 10-11 сентября, 8-го октября и 7-го апреля 2023 и 2024 гг. из приповерхностного слоя в чистую пластиковую тару 0,5 мл, согласно ГОСТ 31861-2012 [1]. До проведения лабораторного анализа вода хранилась в холодильнике.

Химический анализ отобранных проб воды проводился в лабораторных условиях на спектрофотометре Unico-1201 по следующим методикам: ГОСТ 4011-72 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа»; ГОСТ 33045-2014 «Вода. Методы определения азотсодержащих веществ»; ПНД Ф 14.1:2:4.112-97 «Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония»; ГОСТ 4386-89 «Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов»; ГОСТ 4245-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов».

В настоящее время одновременно действуют нормативы СанПиН-21 [6] (для воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения; водоисточников хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования), а также более строгие нормативы качества воды для водных объектов рыбохозяйственного значения [5]. Нами было принято решение использовать для оценки нормативы качества воды для водоёмов рыбохозяйственного назначения, поскольку именно они применяются при подготовке «Ежегодников качества поверхностных вод Российской Федерации», выпускаемых Росгидрометом.

Объектами исследования являются семь водоёмов и один родник, расположенные на территории Воскресенского городского округа вблизи с посёлком Фосфоритный (рисунок 1).

Рисунок 1 – Расположение исследуемых водных объектов с указанием точек отбора проб воды (*составлено автором*)

Точки 1 и 2 (оз. Новочеркасское) и точки 5–8 (оз. Б. и М. Дельфин) относятся к двум разным системам карьеров, что хорошо видно по сети грунтовых дорог и во врезке. Точки 3, 4, 9, 10 находятся в тех карьерах, с которых, предположительно, началась добыча фосфоритовых руд.

Все обозначенные водоёмы, кроме озера Солянка (Т9, Т10) активно используются в рекреационных целях, как местными жителями. Березовское водохранилище (Т11, Т12) не было местом добычи фосфоритной руды, оно было создано для нужд местного производства по её переработке. Ближе к центру водохранилища на обоих противоположных берегах стоят действующие базы отдыха. Т14 – вспомогательная точка, призванная объяснить повышенное содержание железа общего в Берёзовском водохранилище, о чём будет написано ниже.

Результаты и обсуждение. Железо общее. Железо относится к микроэлементам, участвующим в процессе фотосинтеза [3]. Его недостаток или избыток в почве и грунтовой воде негативно влияет на условия роста и развития растений. В целом, наличие железа характерно для многих природных вод, как подземных, так и поверхностных.

Как можно наблюдать из рисунка 2, содержание железа общего превышает или проходит по верней границе ПДК практически во всех исследуемых объектов, за исключением родника. В ходе натурных наблюдений было установлено наличие ожелезнённых песчаников возле каждого из озёр, кроме Берёзовского водохранилища, что приводит к увеличению содержания железа в грунтовых водах с близким залеганием к поверхности [2].

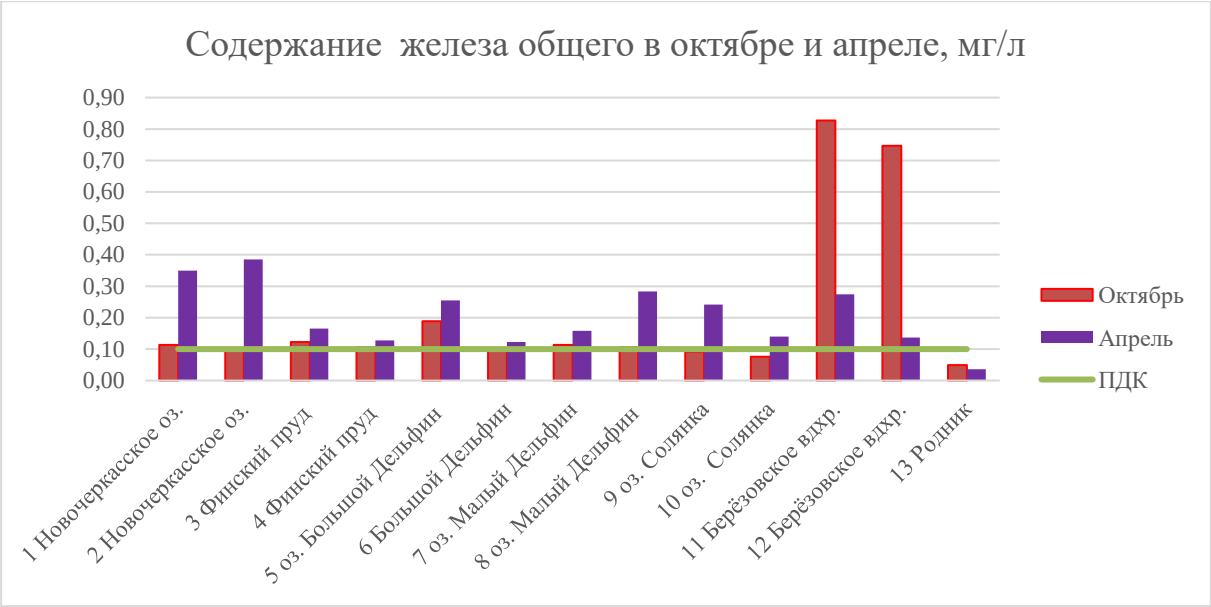


Рисунок 2 – Содержание железа общего в водных объектах городского округа Воскресенск. Зелёной линией дано значение ПДК, составляющее $Fe_{общ}$ = 0,1 мг/л

Из всех точек сильно выделяется высокий уровень железа общего в октябре в Берёзовском водохранилище, где он превысил ПДК в 8 раз.

Проведённый анализ проб из объекта Т14 (технический пруд на вершине отвала химического комбината посёлка Фосфоритный) выявил высокую концентрацию железа в 12,39 мг/л, что превышает ПДК в 124 раза. Предполагается, что повышенная концентрация железа в водохранилище в октябре связана с поступлением воды из технического пруда после весеннего таяния снега.

Анализ апрельских показателей железа может говорить о том, что попадание воды из технического пруда, насыщенной железом, отсрочивается прохождением через отвал, что приведёт к её попаданию в водохранилище не сразу, а только в последующие месяцы. Для подтверждения этой гипотезы необходимо провести дальнейший мониторинг концентрации железа.

Нитрит-анион. Нитриты – это соли азотистой кислоты (HNO_2), в растворе также диссоциируют на катион металла и анион NO_2. Наличие большого количества нитритов указывает на частично разложившиеся органические отходы в анализируемой воде [4].

Единственным водоёмом, в котором было зафиксировано превышение ПДК в сентябре и октябре является Финский пруд (рисунок 3). Как было написано выше, данный объект находятся в черте посёлка, в непосредственной близости к индивидуальному жилищному строительству. В данной части посёлка не проведена централизованная канализация, вместо которых жильцы пользуются выгребными ямами. Обильные осадки могли размыть их и, впадая далее в водоём, загрязнить его, что резко отразилось на содержании нитритов.

Появление нитратов в озере Малый Дельфин объяснить сложнее. Озеро находится в лесу, где вне летнего сезона антропогенная нагрузка минимальна. В связи с этим, вероятным становиться естественное попадание нитритов в водоём по тем или иным причинам. Вероятно, это связано с разложением органических веществ, оттаивающих после зимних заморозков и попадающих в озеро со стоком или происходящим непосредственно в нём.

Фосфат-ионы. Фосфаты являются неорганическими соединениями элемента фосфора, а именно солями, образующимися при вступлении в реакции ортофосфорной кислоты H_3PO с различными металлами, к примеру железом, алюминием, калием. Молекулы фосфорной кислоты имеют особую структуру, благодаря которой образуются разнообразные фосфаты [7].

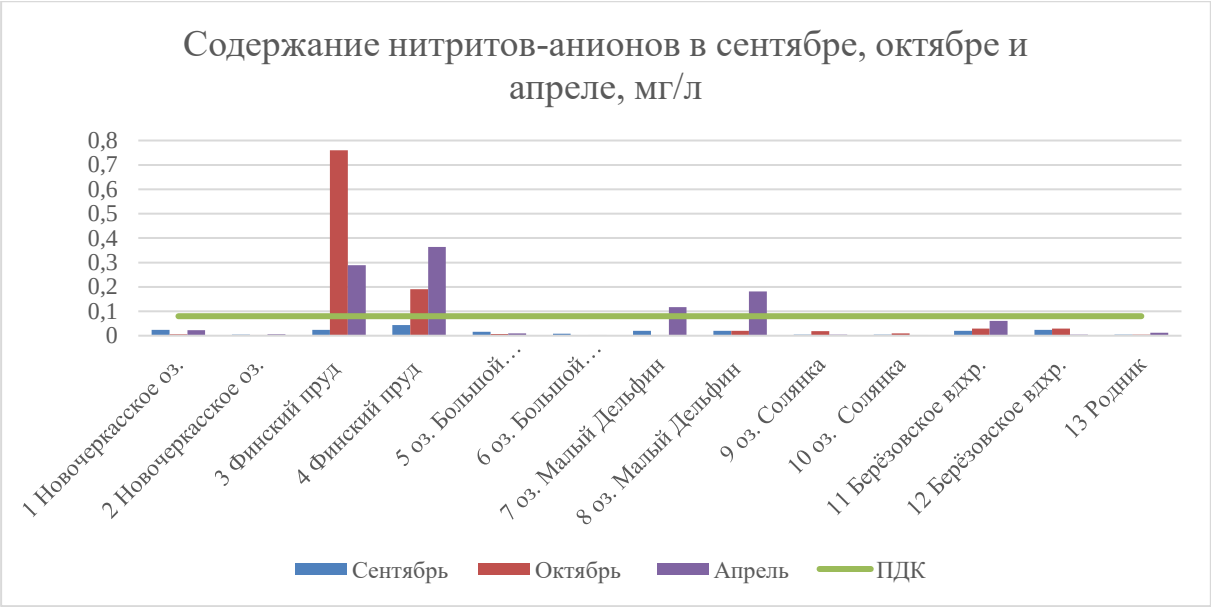


Рисунок 3 – Содержание нитрит-анионов в водных объектах городского округа Воскресенск. Зелёной линией дано значение ПДК, составляющее NO_2 = 0,08 мг/л

Как видно из рисунка 4, содержание фосфат-ионов в сентябре и октябре в исследуемых водоёмах за исключением некоторых объектов, находиться на низком уровне, тогда как в Финском пруду и Берёзовском водохранилище ПДК по этому элементу было выявлено превышение.

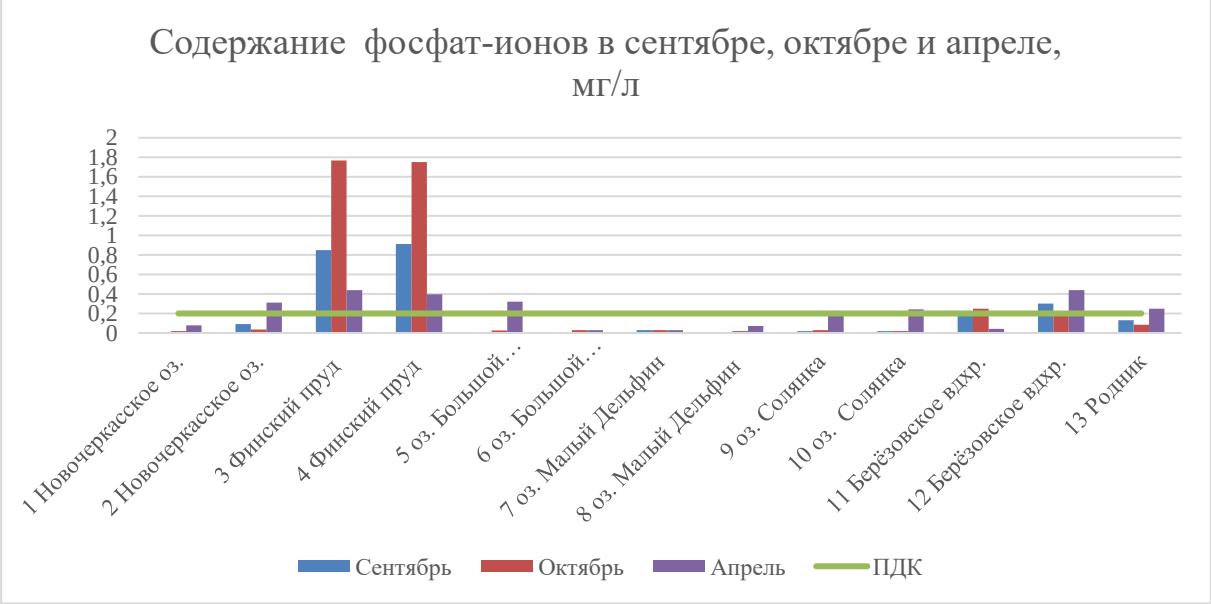


Рисунок 4 – Содержание фосфат-ионов в водных объектах городского округа Воскресенск. Зелёной линией дано значение ПДК, составляющее PO_4^{3-} = 0,2 мг/л

Особенно сильно им загрязнён Финский пруд, что ярче всего проявилось в октябре. Предположительно, это связано с бытовыми отходами с прилегающих участков. Известно, что моющие средства, в особенности это касается стиральных порошков и средств для мытья посуды, содержат большое количество фторидов, которые со сточными водами попадают в пруд.

Однако в апреле мы можем наблюдать совсем другие показатели, фосфат-ионы стали наблюдаться в количествах выше нормы практически во всех озёрах и роднике. Это можно было бы списать на разложение органики, которая размораживается по весне, что может насыщать сточные воды фосфатными соединениями.

Фторид-ионы. Фториды представляют собой химические соединения фтора с другими элементами. Они имеют натуральное происхождение, образуясь в земной коре естественным путём.

Как видно из данных на рисунке 5, фактические концентрации фторида в исследуемых водоёмов за сентябрь и октябрь находятся либо по верхней границе ПДК, либо превышают её. Это может быть связано с тем, что исследуемые водные объекты являются бывшими карьерами по добыче фосфоритов и, соответственно, после выработки были затоплены с использованием подземных вод. Таким образом, превышения допустимой концентрации фторидов может быть связано с природными факторами, а именно – с повышенным содержанием фторидов в подземных водах Московского региона, о чем уже было сказано выше.

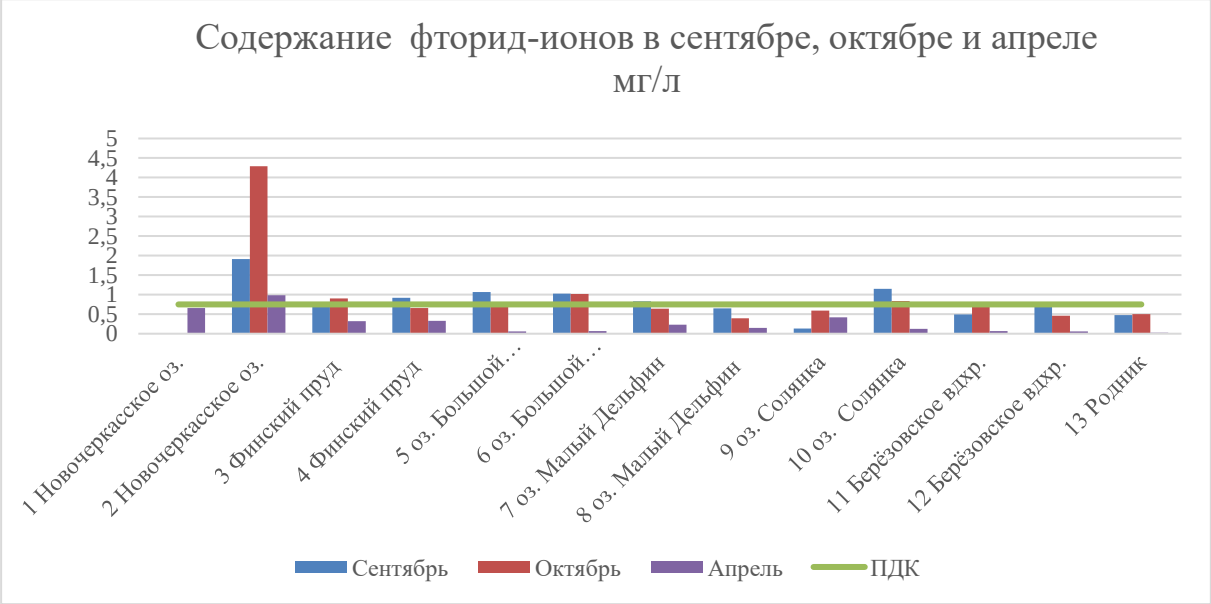


Рисунок 5 – Содержание фторид-ионов в водных объектах городского округа Воскресенск. Зелёной линией дано значение ПДК, составляющее F = 0,75 мг/л

Заключение. Химический состав воды в исследуемых водоёмах обусловлен как воздействием внешних антропогенных факторов, например, наличием отводных каналов, так и естественным влиянием подстилающих пород и подземных вод. Это проявляется, в частности, в повышенных концентрациях железа и фтора в воде, что обусловлено расположением водных объектов в зоне геохимических провинций по данным элементам. Концентрации фосфатов в ряде водоёмов могут объяснятся как естественными, так и антропогенными причинами. По остальным веществам превышений установленных предельно-допустимых концентраций не наблюдается.

Список литературы

1. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. Межгосударственный стандарт. Протокол от 15 ноября 2012 г. N 42. – 36 с. Электронный ресурс, URL: https://docs.cntd.ru/document/1200097520 (дата обращения: 30.06.2024)

2. Зонн С. В. Железо в почвах (генетические и географические аспекты). – М.: Наука, 1982. 208 с.

3. Иванищев В. В.ч Роль железа в биохимии растений // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2019. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zheleza-v-biohimii-rasteniy (дата обращения: 30.06.2024).

4. Нитраты и нитриты в воде // AquaAnalytics URL: https://aquaanalytics-tekhnika.ru/articles/nitraty-i-nitrity/ (дата обращения: 30.06.2024)

5. Приказ «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» от 13 декабря 2016 года N 552 (с изменениями на 10 марта 2020 года) // Министерство сельского хозяйства РФ, 2016. – 115 с. Электронный ресурс, URL: https://docs.cntd.ru/document/420389120 (дата обращения: 30.06.2024).

6. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // Часть III. Нормативы качества и безопасности воды. Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2, 2021. – 469 с. Электронный ресурс, URL: https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=7D20K3&section=text (дата обращения: 30.06.2024).

7. Фосфаты в воде // WT-Filter URL: https://wt-filter.ru/blog/fosfaty-v-vode/#:~:text=Фосфаты%20являются%20неорганическими%20соединениями%20элемента,растворимости%20в%20воде%2C%20термической%20стабильности (дата обращения: 30.06.2024).

I. E. TSVETKOV

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF WATER BODIES IN THE VOSKRESENSK CITY DISTRICT OF THE MOSCOW REGION BY CHEMICAL INDICATORS

Moscow Pedagogical State University,
Moscow, Russian Federation,
ivan.tsvetkov@list.ru

This article presents the research results of chemical pollution of water bodies in the Voskresensky district during September and October 2023, and April 2024. For several chemical indicators, such as iron, fluorides and phosphates, the actual concentrations exceed the established standards.

Key words: Voskresensk town, Voskresensky district, Moscow region, pollution of water bodies, iron, phosphates, fluorides.

УДК 334.021:620.9:65.011.46

А. В. ЦЕДРИК

ГОРЮЧИЕ СЛАНЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВИД ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

ГНУ «Институт экономики НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,
aleksandr.cedrik.90@mail.ru

В данной статье представлена авторская оценка эффективности вовлечения горючих сланцев в топливно-энергетический баланс Республики Беларусь, группа факторов, способных провести такого рода подробную стратегическую оценку. Представлен SWOT-анализ эколого-экономической целесообразности введения горючих сланцев Беларуси в народнохозяйственный оборот. Отдельное внимание уделено экологическому фактору, как одному из важнейших, с целью принятия решения по введению в народнохозяйственный комплекс Беларуси месторождений в промышленную эксплуатацию.

Ключевые слова: горючие сланцы, фактор, инновации, эколого-экономический механизм, компании-недропользователи, SWOT-анализ, гидроразрыв пласта.

Горючие сланцы в Беларуси были выявлены в 1963 г. во время поисково-разведочных работ на другие виды полезных ископаемых, а в результате целенаправленных геологоразведочных работ (далее – ГРР), начатых в 1965 г., был выявлены два данных месторождения. Разработка их возможна только шахтным способом. Сланцы, расположенные на территории Республики Беларусь, относятся к недостаточно эффективному виду твердого топлива. Кроме того, по причине малой мощности пластов (в среднем 1,1–1,5 м) они трудно извлекаемы. Возможны значительные потери органического вещества и увеличение отходов техногенного характера (более 50 %).

В горной промышленности развитие комплексов по производству и выпуску сырья тесной взаимосвязано с развитием инноваций и является постоянно действующим фактором. Инновационное развитие, в отличие от геологических условий, нахождения ресурсов углеводородного сырья, которые представлены их структурой, является управляемой системой. Иными словами, научно-технический прогресс представляет собой управляемую систему. Ее управление сводится к тому, чтобы, во-первых, установить перспективные области развития и перечень необходимых направлений научно-технического прогресса, а, во-вторых, выбрать среди них приоритетные.

В мировой экономической литературе «инновация» понимается как «превращение потенциального научно-технического прогресса в реальный, воплощающийся в новых продуктах и технологиях» [1, с. 9].

Применительно к сланцедобывающему комплексу инновации включают в себя комплекс мер для их создания и воплощения в хозяйственной практике с последующей целью применения и оценки результатов исследований и разработок методов и технологий освоения сланцевого УВС, выявления новых форм организации и управления, в том числе со смежными сферами экономики, новых подходов к социальным услугам, позволяющих повысить эффективность производства.

Экономические интересы при освоении сланцевого углеводородного сырья определяются: на государственном уровне. Они отражаются в стремлении к снижению внутренних цен на энергоносители; на региональном уровне – в устойчивом удовлетворении

регионального спроса на энергоресурсы и решении социального вопроса за счет формирования технологического кластера (или ряда кластеров); на уровне недропользователей – в первоочередной разработке участков, освоение которых будет эффективным с наибольшей вероятностью.

Основные факторы, определяющие конкурентоспособность продукции сланцедобывающего комплекса (СДК) предложены и структурированы в таблице 1.

При составлении и структуризации факторов, способствующих развитию СДК, автор опирался на предыдущих результатах исследований. В частности, стоит отметить научные материалы [2–5].

Предлагается в качестве основных факторов, оказывающих влияние на развитие горнопромышленного, в частности, сланцедобывающего комплекса, отнести: качественную составляющую (показатели), а также геологический, социальный, экологический и природоохранный, технический и научно-технологический, экономический факторы, фактор риска на начальных этапах.

Таблица 1 – Основные факторы, определяющие конкурентоспособность продукции сланцедобывающего комплекса (СДК)

Факторы / составляющие факторов	Значения	
	Значение индекса	Значение субиндекса
1	2	3
Качественная составялющая (качественные показатели)	**15**	
Энергетическая ценность		4
Эффективность преобразования ресурса в чистую энергию		3
Содержание вредных примесей		4
Удобство транспортировки (логистический фактор)		3
Расположение по отношению к иным источникам энергии (недорогим, чистым, наличие инфраструктуры под транспортировку энергии)		5
Геологическая	**12,5**	
Доступность, всеобъемлемость и достоверность данных		5
Общий объем месторождения		3
Объем, экономически целесообразный для добычи		4
Концентрация размещения породы		2
Возраст месторождения		2
Уровень залегания пластов относительно земной поверхности		4
Расположение месторождения(-ий) по отношению к уровню залегания артезианских и грунтовых вод		5
Дебет скважин		4
Социальный	**15**	
Кадровый потенциал, современная кадровая подготовка		5
Местообитание человека (населения)		4
Уровень влияния на здоровье человека при выбросах твердых частиц в атмосферу		5
Общее мнение на основе социологического опроса		4
Экологический и природоохранный	**15**	
Экологическая нагрузка на животный и растительный мир		5

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Размещение (географическая близость) месторождения по отношению к особо охраняемым природным территориям (ООПТ)		3
Утилизация отходов либо вторичная переработка		4
Уровень безотходности переработки		4
Наличие средств, улавливающих распространение твердых частиц в атмосферу		3
Технический и научно-технологический	**12,5**	
Способ добычи (извлечения) **		4
Наличие цифровых решений и продуктов, в % по отношению ко всем техническим решениям при добыче		3
Техническое оснащение (карьерная техника, оборудование)		4
Наличие собственных технических решений по отношению ко всему объему техники, в относительном выражении, в %		3
Экономический	**15**	
Сформированная и формирующаяся институциональная среда		5
Четкое разграничение зоны ответственности между компаниями-недропользователями, местными и национальными властями		4
Нормативная и правовая основа проблематики		5
Внедрение механизма государственно-частного партнерства (ГЧП)		3
Цена на нефть и газ на мировых рынках		4
Рынок внешнего сбыта и внутреннего потребления		4
Резервы средств на непредвиденные инвестиционные и операционные расходы, обусловленные возможными ошибками проектной организации, пересмотром проектных решений в ходе строительства, непредвиденными задержками платежей за поставленную продукцию («подушка безопасности»)		4
Риск (фактор риска) на начальных этапах	**15**	
Риск неоткрытия месторождения		5
Риск возникновения ошибок при счете количественного и качественного запасов месторождения		4
Риск ошибки при проектировании		5
Риск ошибочного определения производительности		4
Риск отсутствия необходимой технологии либо обнаружения дефекта при введении в эксплуатацию месторождения		4
Риск обвала цен на углеводродное сырье		3
Коррупционная составляющая в части выбора подрядчика и контрагентов при поставке оборудования и консультационных услуг		4
Риск загрязнения химикатами при технологии ГРП и прочие техногенные риски, сформированные человеком		5
Риск нарушения национального законодательства по охране окружающей среды		5
ИТОГ, в %	**100**	**100**

Окончание таблицы 1

1	2	3
Примечание:* Шкала оценки: 1 – не оказывает влияния; 2 – влияет в незначительной степени; 3 – «среднее» влияние; 4 – оказывает существенное влияние; 5 – играет первостепенную роль. ** Наиболее популярные способы добычи: 1. Метод вертикально-горизонтального бурения. 2. Технология “Alberta-Taciuk-Processor”. 3. Shell ICP (технология «замораживающих стен»). 4. Chevron in-situ process. 5. AMSO EGL Technology (AMSO). 6. Технология бесшахтной добычи твердых полезных ископаемых. Составлено автором на основе [1, 2, 3, 4, 5]		

Будущее нетрадиционных ресурсов в Беларуси и их конкурентоспособность на мировом энергетическом рынке во многом зависит от того, насколько эффективно будут реализованы механизмы государственного стимулирования и вовлечения в освоение сланцевого УВС. Развитие рынка сланцевого УВС, решение экономических, нормативных и технологических проблем их изучения и освоения, способствует укреплению минерально-сырьевой базы Республике Беларусь в долгосрочной перспективе.

Существующие барьеры и изъятия при формировании эффективного механизма. Одним из наиболее серьезных препятствий на пути к повсеместной добыче сланцевого газа является высокий риск причинения ущерба окружающей среде, обусловленный несколькими обстоятельствами.

Во-первых, применяемая при добыче технология гидроразрыва пласта требует использования большого количества токсичных химикатов (от 80 до 300 тонн на один разрыв). Несмотря на то, что гидроразрывы проводятся гораздо ниже уровня грунтовых вод, почвенный слой, грунтовые воды и воздух все равно заражаются токсичными веществами за счет их просачивания в поверхностные слои почвы через трещины, образовавшиеся в толще осадочных пород.

Помимо этого, частые гидроразрывы приводят к повышению проницаемости сланцевого пласта. Это является причиной утечки метана в верхние слои почвы и попаданию его в воздух и приводит к усилению парникового эффекта на планете. Общий объем потерь метана при добыче газа, по оценкам Агентства по охране окружающей среды США, составляет 3,6–7,9 %. Потери метана при добыче других видов ископаемого топлива куда ниже.

Во-вторых, наиболее успешные сланцевые месторождения относятся к палеозойской и мезозойской эре и имеют высокий уровень гамма-излучения. В результате гидроразрыва радиация неизбежно попадает в верхний слой осадочных пород. Поэтому в районах добычи сланцевого газа наблюдается значительное повышение радиационного фона.

Наконец, добыча газа из горючих сланцев требует значительных запасов воды вблизи месторождений, так как только для одного гидроразрыва используется в среднем 7 500 тонн смеси воды, песка и химикатов. В результате рядом с месторождениями часто скапливаются значительные объемы отработанной загрязненной воды, которая не утилизируется добывающими компаниями с соблюдением экологических норм.

Экологическая проблема наряду с использованием большого количества воды для осуществления гидроразрывов является наиболее существенной для развития сланцевой

добычи в густонаселенных районах. Отметим, что в США сланцевый газ добывается преимущественно в малонаселенных и пустынных районах (штаты Техас, Пенсильвания, Арканзас и др.). Исключение в данном случае составляет густонаселенная Пенсильвания, где сланцедобыча «оставила свой след» в качестве экологической катастрофы [6, с. 147]. Однако, постепенно зарождаются и технологии, требующие все меньшего количества расхода воды. К примеру, Китай в своих отчетах в последние годы заявляет о том, что при добычи сланцев они уже используют безводную технологию. По объективным причинам, свою технологию они не раскрывают на общее обозрение.

Особое отдельное внимание уделяется формированию эколого-экономического механизма. Эффективное освоение сланцевых углеводородов должно осуществляться на основе рыночных методов хозяйствования [3]. Рыночная конкуренция в условиях волатильности цен на энергоносители представляет собой разработку мер по освоению сланцевого УВС, а также создание и внедрение экологически чистых, прогрессивных, безотходных либо малоотходных технологий, что приведет к экологизации производства.

Подводя итоги сказанному, далее представлено авторское описание эколого-экономической целесообразности введения горючих сланцев в Республике Беларусь. В работе представлен SWOT-анализ (таблица 2) перспективных и слабых сторон добычи и использования горючих сланцев для народнохозяйственного комплекса Республики Беларусь, в том числе существующие вызовы и угрозы.

Таблица 2 – SWOT-анализ эколого-экономической целесообразности введения горючих сланцев Беларуси в народнохозяйственный оборот

Сильные стороны	Слабые стороны
1	2
– наличие двух хорошо изученных в геологическом, литологическом и экологическом аспектах двух месторождений на территории РБ; – возможность консервации и «заморозки» скважин на длительный (в среднем – до 10 лет) срок по причине экономической нецелесообразности в данный момент времени; – дебет (способность откачки нефтепродукта) скважины с ГС выше дебета нефтяной; – наличие в породе серы, сланцевой золы, синтез-газа, широко используемых в отраслях нефтехимии, производстве синтетических веществ, в дорожном строительстве; – прямое сжигание сланцев – на нужды конденсанционных электростанций и теплоэлектроцентралей (пример: Эстонская и Прибалтийская ГРЭС); – белорусские ГС возможно переработать самым экономичным способом воздействия – пиролизным методом в печах	– экологическая опасность, кроющаяся в выборе способа добычи месторождения (шахтный или гидроразрыв пласта), залегании подземных артезианских вод вблизи залегания бассейнов ГС; – отсутствие национального независимого опыта в процессе добычи; – логистические издержки по перемещению и транспортировке, принято считать, выше по отношению к затратам по транспортировке традиционных углеводородов; – энергетическая ценность ГС варьируется в промежутке 8–10 % от добываемой породы белорусских ГС по сравнению со сланцами Эстонии, Бразилии и США, где ценность породы доходит до 20 %. – территории, освоенные под добычу сланцев, в конце своего цикла добычи выходят из хозоборота в качестве земель под с/х; – экономическая целесообразность обуславливается отношением местных затрат на переработку, а также цен на сырую нефть и нефтепродукты, как на внутреннем

Продолжение таблицы 2

1	2
с твердым теплоносителем (для нефти); либо методом сухой перегонки в газогенераторах и туннельных печах (для извлечения газа); – вовлечение в ТЭБ сланцев не отвергает концепцию «зеленой» энергетики и концепцию безуглеродной энергетики, а лишь дополняет факт диверсификации энергоресурсов по видам генерации; – экономически более оправдан, чем импортируемый природный газ. Предварительный расчет – при замещении сланцевого газа природным экономия от использования на КЭС и ТЭС для республиканского бюджета может составить до 6 долл. За 1 МВт*ч	рынке, так и в прямой зависимости от закупочных цен на ископаемые виды топлива; – социальный аспект – вблизи ареалов распространения имеются населенные пункты и инфраструктура, не отвечающая условиям транспортировки и перемещению ГС (отсутствует дорожная инфраструктура республиканского значения); – образование хвостов (отходов) горных пород в процессе добычи и использования
Возможности	Угрозы
– согласно прогнозным предварительным расчетам, нефти и газа из ГС хватит для народнохозяйственного комплекса РБ на 35 лет непрерывного использования с учетом общегодового потребления энергоресурсов Республики Беларусь; – расширение номенклатуры предоставляемых изготавливаемых в процессе переработки сланцев продуктов: серы, тиофена, бензола, толуола, лаков, красок, синтетических материалов и пластмасс и т. д; – сокращение транзакционных и экономических издержек, – переход к управлению потоками энергии на больших территориях в режиме реального времени – переход к новым стандартам планирования развития энергетического сектора; – внедрение абсолютно новых, ранее не применявшихся на территории Республики, научно–технических разработок; – привлечение инвестиций в энергетическую сферу, в частности, в пополнении собственной энергобазы	– возможность передачи в концессию инвестору с «испорченной» или неизвестной репутационной историей (реальный пример: польский инвестор, получив в концессию на добычу горючих сланцев, в 2013 году так и не приступал к деятельности по добыче на протяжении своего договора с государством); – технологические риски, кроющиеся в неверной эксплуатации оборудования и пренебрежением экологического законодательства; – недостаточный уровень квалификации персонала (предприятие с новой специализацией требует дополнительного обучения); – залегание грунтовых артезианских вод в непосредственной близости залегания бассейна месторождений горючих сланцев; – в ландшафтном отношении земли в большинстве заняты под поля для сельского хозяйства, либо произрастает дикорастущая роща. При неправильном вовлечении в народнохозяйственный оборот или полноразмерной добычи эти земли частично выходят из состава сельскохозяйственного и/или лесного фонда;

Окончание таблицы 2

1	2
	– импортозависимость от технологий (как следствие – отсутствие оборудования для добычи и изношенность производственного фонда по ее дальнейшей переработке в полезную энергию и продукты)
Примечание: источник: составлено автором на основе [2, 3, 4, 7, 8, 9]	

В целом, можно сделать **заключение**, что использование горючих сланцев в энергетике Беларуси может быть рентабельно в зависимости от цен на традиционные топливно-энергетические ресурсы (нефть, нефтепродукты и природный газ) для страны, а также немаловажна их роль в целях обеспечения энергетической самостоятельности Беларуси. Но, по причине современных трендов в сторону экологоориентированных сдвигов и инноваций в области получения «зеленой» энергии, а также сравнительно высоких, по отношению к ВИЭ, затрат промышленной разработки данного вида ресурсов, их добыча для нужд энергетики рассматривается как резервная [10, с. 77] с высоким потенциалом применения. Особая причина, по которой сланцы способны войти в состав ТЭБ Беларуси – усиливающаяся (высокая) волатильность основных энергоресурсов, в первую очередь, нефти и природного газа за последних двадцать лет. Соответственно, экономически сложнее становится предсказать ценовую политику в отношении данного вида сырья.

Список литературы

1. Инновационный менеджмент : учебник / С. Д. Ильенкова, Л. М. Гохберг, С. Ю. Ягудин [и др.] ; под. ред. С. Д. Ильенковой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮнитиДана, 2003. – 342 с.
2. Зафарова А. М. Экономический механизм формирования регионального кластера конкурентоспособности по освоению сланцевых углеводородов // Экономика и современный менеджмент: теория и практика : сб. ст. по материалам XL междунар. науч.-практ. конф., авг. 2014 г. / СибАК. – Новосибирск, 2014. – № 8. – С. 96–109.
3. Череповицын А. Е. Стратегия инновационного развития нефтегазового комплекса Северо-Запада России : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05. – СПб., 2009. – 317 л.
4. Зафарова А. М. Экономический механизм формирования горнопромышленного комплекса по освоению сланцевого углеводородного сырья // Universum: экономика и юриспунденция : электрон. науч. журн. – 2014. – № 9. – URL: http://7universum.com/ru/economy/archive/item/1554 (дата обращения: 01.07.2024).
5. Цедрик А. В. Экономический аспект рационального использования минерально-сырьевых ресурсов в Республике Беларусь // Международная научная конференция молодых ученых «Наука и инновации», Ташкент, 26 нояб. 2020 г. : сб. науч. тр. / М-во инновац. развития Респ. Узбекистан, Центр передовых технологий. – Ташкент, 2020. – С. 451–454.
6. Урсул А. Д., Урсул Т. А. Устойчивое развитие и безопасность : учеб. пособие. – М. : [б. и.], 2013. – 515 с.
7. Перспективы развития мировой энергетики с учетом влияния технологического прогресса / Ю. В. Галкин, А. А. Галкина, Д. А. Грушевенко [и др.]. – М. : Ин-т энерг. исслед. РАН, 2020. – 320 с.
8. Айзберг Р. Е., Грибик Я. Г., Бескопыльный В. Н. Нетрадиционные источники углеводородного сырья в недрах Беларуси // Природопользование. – 2019. – № 1. – С. 171–187.

9. Нетрадиционные источники углеводородного сырья в недрах Беларуси: геологические аспекты / Р. Е. Айзберг, Я. Г. Грибик, В. Н. Бескопыльный, Е. Ф. Никуленко ; под общ. ред. Р. Е. Айзберга, Я. Г. Грибика. – Минск : Беларус. навука, 2022. – 331 с.

10. Жигальская Л. О. Пространственно-временная динамика развития электроэнергетики Республики Беларусь : дис. … канд. геогр. наук : 25.03.02. – Минск, 2020 – 337 л.

A. V. TSEDRIK

OIL SHALE IN THE REPUBLIC OF BELARUS AS A PROMISING MINERAL RESOURCE FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE MINERAL RESOURCE COMPLEX

Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
aleksandr.cedrik.90@mail.ru

This article presents the author's assessment of the effectiveness of the involvement of oil shale in the fuel and energy balance of the Republic of Belarus, a group of factors capable of conducting such a detailed strategic assessment. A SWOT analysis of the environmental and economic feasibility of introducing Belarusian oil shale into the national economy is presented. Special attention is paid to the environmental factor, as one of the most important, in order to make a decision on the introduction of deposits into the national economic complex of Belarus for commercial operation.

Key words: oil shale, factor, innovations, ecological and economic mechanism, subsoil users, SWOT-analysis, hydraulic fracturing.

УДК 581.55

Е. А. ЦЮПА, И. А. МАЛЬЦЕВА

РОЛЬ РАСТЕНИЙ КЛАДБИЩ В ПОДДЕРЖАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПРИАЗОВЬЕ

ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет»,
г. Мелитополь, Российская Федерация,
kolockolowa2014@yandex.ru, e.dekanat@mgu-mlt.ru

Статья посвящена исследованию значимости зеленых насаждений, особенно кладбищ, в сохранении благоприятных условий проживания в городах и населенных пунктах, особенно в засушливых регионах, таких как Северо-Западное Приазовье. Исследование проводилось на территории Волчанского, Бердянского нового и старого кладбищ.

Ключевые слова: сохранение, условия проживания, населенные пункты, города, зеленые насаждения, городская среда, микроклимат, эстетика, биоразнообразие, кладбища, растительность, видовое богатство, экологическая устойчивость, флора, растения, Красная книга.

Сохранение благоприятных условий проживания в населенных пунктах и городах – одна из важнейших задач современности. Большую роль в формировании городской среды имеют зеленые насаждения. Они не только являются принимают участие в организации территории, придают индивидуальность каждому городу, подчеркивают наиболее ценные сооружения, памятники, декорируют различные объекты, но создают особые более мягкие микроклиматические условия, выполняют оздоровительную, эстетическую функцию, способствуют уменьшению психологических и эмоциональных перегрузок у людей.

Особую актуальность зеленые насаждения имеют в городах и населенных пунктах регионов с засушливым и жарким климатом в том числе в Северо-Западном Приазовье, охватывающем северные и северо-западные административные районы Запорожской области Российской Федерации. Климат Северо-Западном Приазовье континентальный, с жарким летом, частыми сухими ветрами и небольшим количеством осадков (около 400 мм). Ландшафт представлен преимущественно сухими степями с преобладанием типчаково-ковыльных ассоциаций. Интенсивное сельскохозяйственное освоение территории в двадцатом веке привело к глубокой трансформации растительного покрова и опустыниванию почв.

Зеленые насаждения старых (50–150 лет) кладбищ на территории населенных пунктов региона нередко сохраняют значительное флористическое разнообразие, включая как аборигенные степные виды, так и древесные и травянистые интродуценты. Эти насаждения играют важную роль в уменьшении запыленности воздуха, регулировании газового состава воздуха, улучшают термический режим, уменьшают шум и скорость ветра, что создаёт более комфортные условия для жизни людей. Также такие насаждения имеют большую ценность с точки зрения сохранения биоразнообразия региона.

По результатам исследований 2024 года нами на территориях Волчанского кладбища, Бердянских нового и старого кладбищ отмечено преобладание многолетних травянистых растений (65 % от общего числа видов), что характерно для засушливых регионов. Доминируют злаки – *Hordeum murinum* L., *Elytrigia repens (*L.) Nevski, *Poa bulbosa* L. Из разнотравья наиболее обильны *Convolvulus arvensis* L., *Potentilla bifurca* L., *Berteroa incana* (L.) DC. Значительна доля (18%) ксерофитов – типичных ковыльно-типчаковых видов (*Stipa capillata* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult. и др.). В то же время на более увлажнённых участках кладбищ отмечены мезофиты и даже мезогигрофиты – *Matricaria recutita* L., *Lythrum salicaria* L., *Cicuta virosa* L. и др.

Древесно-кустарниковая растительность кладбищ представлена как типичными посадочными породами (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Acer negundo* L., *Ligustrum vulgare* L., *Robinia pseudoacacia* L.), так и самосевом аборигенных видов, в том числе *Spiraea* × *vanhouttei* (Briot) Carrière, *Robinia hispida* L., *Acer tataricum* L., *Crataegus ambigua* C.A. Mey. ex A.K. Becker.

В целом кладбищенская флора Северо-Западного Приазовья отличается высоким видовым богатством и уникальным сочетанием степных, лесных, луговых, сорных видов, многие из которых исчезли в окружающих ландшафтах. На Волчанском кладбище найдены растения, занесенные в Красную книгу Запорожской области, а именно *Vinca herbacea* Waldst. & Kit. и *Zygophyllum fabago* L.

Комплексный анализ функции растений кладбища показывает её весомый вклад в поддержание экологической устойчивости городских и сельских поселений Северо-Западного Приазовья:

1. Оптимизация микроклимата. Густой и разновозрастной древесно-кустарниковый полог, который особенно развит на старом Бердянском кладбище, эффективно регулирует температуру и влажность воздуха, снижает скорость ветра, аккумулирует пыль, смягчая неблагоприятные климатические условия региона.

2. Предотвращение водной и ветровой эрозии почв. Богатый травяной покров и листовой опад препятствуют смыву и выдуванию почвы, улучшают её структуру и плодородие.

3. Седиментация загрязнителей из атмосферного воздуха. Абсорбция растениями газообразных поллютантов и задержание твёрдых частиц на поверхности листвы снижает уровень химической нагрузки на городскую среду.

4. Сохранение и восстановление биоразнообразия. В условиях трансформированных ландшафтов Северо-Западного Приазовья кладбища играют роль ценных рефугиумов, мест обитания многих видов животных и птиц.

Таким образом, комплекс экосистемных функций кладбищенской растительности оказывает многостороннее положительное воздействие на окружающую среду городов и посёлков, повышая их экологическую устойчивость.

Проведённый анализ показывает высокую природоохранную ценность с кладбищ Северо-Западного Приазовья как резерватов биоразнообразия с уникальной по видовому составу растительностью. Сохранение исторических некрополей имеет важное значение для поддержания экологической стабильности населённых пунктов региона в условиях напряжённой антропогенной нагрузки. Необходимы меры по защите кладбищ от застройки, вандализма, неконтролируемых рубок и т.д. Перспективны дальнейшие исследования функций кладбищенских фитоценозов и разработка рекомендаций по оптимизации ухода за зелёными насаждениями в целях максимального использования их экосистемного потенциала.

Список литературы

1. Андреева, Е. С. Научно-методические подходы к оценке риска здоровью и экологической комфортности населения крупных городов / Е. С. Андреева, С.С. Андреев // Безопасность техногенных систем. – 2018. – № №1-2. – С. 45-56.

2. Библь Р. Цитологические основы экологии растений / Библь Р. – Москва: Мир, 1965 – 463 с.

3. Гетко Н,В, Растения в техногенной среде : Структура и функция ассимиляц. аппарата / Гетко Н,В, – Минск: Науки и техника, 1989 – 205 с.

4. Груздев Г. С. Защита зеленых насаждений в городах : Справочник / Г. С. Груздев, Л. А. Дорожкина, С. А. Петриченко. - Москва : Стройиздат, 1990. - 543,[1] с.

5. Макаренко В. П., Фетисов Д. М, Жучков Д. В. Региональные проблемы //Региональные проблемы Учредители: институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН. – 2022. – т. 25. – №. 1. – С. 3–15.

6. Одум, М. Ю. Основы экологии / М. Ю. Одум. – Москва: Мир, 1975 – 740 с.
7. Тарик, Е. П. Флористическое разнообразие сегетальной растительности агроценозов зерновых культур Северного Приазовья / Е. П. Тарик, Д. П. Купрюшкин, П. А. Дмитриев, Т. В. Вардуни // Живые и биокосные системы. – 2023. – № 3. – С. 1-20
8. Фридман В. С., Еремкин Г. С., Захарова Н. Ю. Возвратная урбанизация-последний шанс на спасение уязвимых видов птиц Европы? //Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2016. – №. 4. – С. 32-89.

E. A. TSYUPA, I. A. MALTSEVA

THE ROLE OF CEMETERY PLANTS IN MAINTAINING THE ECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF SETTLEMENTS IN THE NORTHWESTERN AZOV REGION

Melitopol State University,
Melitopol, Russian Federation,
kolockolowa2014@yandex.ru, e.dekanat@mgu-mlt.ru

The article is devoted to the study of the importance of green spaces, especially cemeteries, in maintaining favorable living conditions in cities and towns, especially in arid regions such as the Northwestern Azov Sea region. The study was conducted on the territory of the Volchansk, Berdyansk new and old cemeteries.

Key words: conservation, living conditions, settlements, cities, green spaces, urban environment, microclimate, aesthetics, biodiversity, cemeteries, vegetation, species richness, environmental sustainability, flora, plants, Red Book.

УДК 314.1

Ф. Т. ЧАН

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕМОГРАФИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова»,
г. Москва, Российская Федерация,
tranphuocthinh14072001@gmail.com

Статья посвящена демографическим проблемам в России. Рассматриваются снижение численности населения, изменение структуры и старение. Проведен анализ естественного и миграционного прироста. Предложены меры: стимулирование рождаемости, улучшение условий для миграции, поддержка демографического роста, улучшение здравоохранения и повышение занятости молодежи.

Ключевые слова: рождаемость, смертность, миграция, демографическая безопасность, трудовая миграция, структура населения, старение, иммиграция, занятость - молодежи.

Введение. Население любой страны имеет важнейшее значение и является основой для функционирования *государства*. Оно обеспечивает трудовыми и материальными ресурсами, а также выступает в роли потребителя произведённых товаров и услуг. Граждане участвуют в развитии общественных институтов, являются источником налоговых доходов и основной рабочей силой, которая необходима для экономического роста. В условиях России исследование численности и динамики населения позволяет оценить социально-экономическое развитие страны и предугадать возможные вызовы в будущем.

Российская Федерация сталкивается с рядом серьезных демографических проблем. В последние десятилетия наблюдаются негативные тенденции, такие как снижение рождаемости, увеличение смертности и сокращение численности населения. Эти проблемы оказывают значительное влияние на экономическое и социальное развитие страны. Понимание этих процессов и их взаимосвязи с экономикой необходимо для разработки эффективных стратегий и политики, направленных на стабилизацию и улучшение демографической ситуации в России.

Цель. Цель данного исследования состоит в разработке и предложении рекомендаций для совершенствования и развития стратегий решения и обеспечения демографической безопасности России в будущем. Эти рекомендации основываются на результатах идентификации основных проблем и угроз в области демографии, а также анализе и оценке динамики населения за годы.

Материалы и методы. Теоретическую и методологическую основу данной статьи составляют научные работы, учебные пособия, а также материалы периодических изданий, посвященные вопросам демографии. В работе использованы методы анализа и синтеза теоретических источников с целью выявления и представления демографических основных проблем. Применяются количественные методы исследования для анализа показателей, характеризующих состояние движения населения страны.

Результаты. В результате исследования и синтеза научных источников были определены текущие проблемы демографической безопасности России, включенные следующие факторы: снижение численности населения, изменение структуры населения и старение населения.

Первый из важнейших вопросов в области демографии в России – это снижение численности населения (рисунок 1). В первые три года анализируемого периода, с 1990 по 1992 годы, наблюдался рост численности постоянного населения в среднем за год, достигнув максимального значения в 1992 г. – 148,5 млн чел. Однако, начиная с 1993 года, численность

постоянного населения в среднем за год начала снижаться и достигла минимального уровня в 2008 г. – 142,7 млн чел. С 2009 года началось постепенное восстановление численности постоянного населения в среднем за год, и к 2019 году она достигла 147,9 млн чел. Тем не менее, с 2020 года вновь наблюдается тенденция к снижению, и на начало 2023 года численность постоянного населения в среднем за год составила 146,3 млн чел. На начало 2024 года в Российской Федерации проживали 146,2 млн чел. Согласно демографическому прогнозу Росстата, население страны продолжит сокращаться до 2045 года и составит к началу 2046-го 138,8 млн чел. В среднем сценарии. Негативный вариант прогнозирует 130,6 млн чел., а оптимистичный – 150,9 млн. В последнем случае умеренная убыль населения будет продолжаться до 2030 года, а затем возобновится рост [2].

Рисунок 1 – Динамика численности постоянного населения в среднем за год и общего прироста населения за период 1990–2023 гг., чел. [1]

Важно отметить, что в 1991 году Россия занимала 6 место в мировом рейтинге по численности населения, а к 2020 году опустилась на 9 место, и прогнозируется 14 место к 2050 году [3].

Суть изменения численности постоянного населения отражается в общем приросте населения. Тенденции этого показателя также аналогичны. В 1990 году общий прирост населения достиг максимального положительного значения в 608,7 тыс. чел. Однако уже к 1993 году наблюдается резкий спад, когда общий прирост населения стал отрицательным и составил минус 205,8 тыс. чел. В 1994 году, несмотря на тенденцию снижения численности постоянного населения в среднем за год, общий прирост снова стал положительным, достигнув 104,1 тыс. чел.

С 1995 года до 2008 года тенденция продолжила ухудшаться, и в 2002 году снижение общего прироста населения достиг максимального значения в – 685,7 тыс. чел., минимального значения в – 10,3 тыс. чел в 2008 году. Сумма снижения общего прироста населения за 1995-2008 гг составила 5,7 млн чел. С 2009 года началось постепенное улучшение ситуации, и в 2012 году прирост населения стал положительным, достигнув 415,0 тыс. чел. Сумма увеличения общего прироста за 2009–2019 гг. составила 2,7 млн чел. Однако с 2020 года снова наблюдается снижение, и в 2023 году прирост населения составил – 296,6 тыс. чел. В целом, за период с 1990 по 2023 годы наблюдаются отдельные периоды роста, однако основная тенденция показывает снижение общего прироста населения. Это можно объяснить изменениями в его компонентах: естественным приростом и миграционным приростом.

Динамика естественного прироста населения за период 1990–2023 годов показывает устойчивое снижение, что отражает серьезные демографические проблемы в России (рисунок 2). Данные показывают, что в течение всего периода наблюдений, за исключением 1990 и 1991 годов, когда естественный прирост был максимальным положительным значением и составлял 332,9 тыс. чел. и 104,0 тыс. чел. соответственно, уровень смертности превышал уровень рождаемости. Период с 2013 по 2015 годы также характеризовался положительным естественным приростом в диапазоне от 24 тыс. чел. до 32 тыс. чел.

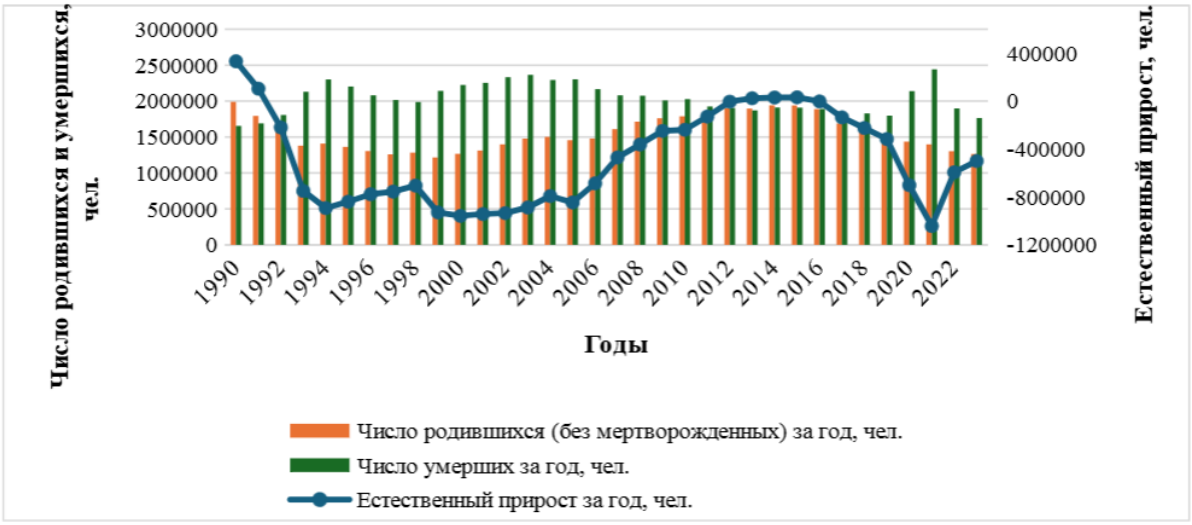


Рисунок 2 – Динамика естественного прироста населения за 1990–2023 гг., чел. [1]

Однако, с 1992 по 2012 гг. наблюдалось постоянное снижение естественного прироста, и за этот период сумма снижения естественного прироста составила 13,4 млн чел. С 2016 года по настоящее время естественный прирост вновь стал отрицательным, и общая естественная убыль за 2016-2022 гг. составила 3,5 млн чел. Это указывает на глубокие структурные проблемы в демографической сфере, связанные с высоким уровнем смертности и недостаточным уровнем рождаемости. Вероятность достижения уровня рождаемости, превышающего смертность, в ближайшем будущем кажется маловероятной.

Динамика миграционного прироста населения за период 1990-2022 годов показывает, что уровень миграционного прироста всегда был положительным, что свидетельствует о том, что число прибывающих в страну превышало число выбывающих (рисунок 3). Миграционный прирост частично компенсировал естественную убыль населения и способствовал общему росту численности населения в период с 2009 по 2019 годы. Основными странами происхождения мигрантов являются государства постсоветского пространства – Узбекистан, Киргизия и Таджикистан. Миграция из этих стран объясняется низким уровнем жизни и упрощенной миграционной процедурой, а также стремлением России сохранить влияние в регионе [4].

Однако стоит отметить, что за последние 30 лет общий миграционный обмен с зарубежными странами составил 7,9 млн человек, что указывает на высокий уровень эмиграции из России. Это приводит к утечке мозгов: многие молодые и образованные люди предпочитают переезд в другие страны, где они видят больше возможностей для самореализации и лучшего будущего. Потеря значительной части талантливых и образованных кадров ухудшает перспективы экономического развития страны [6].

Второй выявленной проблемой является изменение структуры населения между сельскими и городскими районами (рисунок 4). В 1990 году городское население составляло 109,1 млн чел., что соответствовало 73,71 %, а сельское население составляло 38,9 млн чел. или 26,29 %. Однако, спустя более 30 лет, структура населения изменилась.

Численность городского населения практически не изменилась (увеличилась незначительно) и в 2023 году составила 109,6 млн чел., однако его доля в общей численности населения увеличилась до 74,91 %. В то же время, доля сельского населения сократилась до 36,7 млн чел., уменьшившись на 2,9 млн чел. по сравнению с 1990 годом, и составляла лишь 25,09 % от общей численности населения. Изменение структуры населения может объяснить различными факторами. Очевидно, что изменение доли населения связано с уменьшением общей численности населения с годами. Однако, по мнению автора, другой важной причиной, не менее значимой, является трудовая миграция. Нехватка рабочих мест, отсутствие необходимой инфраструктуры и тяжелые условия проживания в сельских районах способствовали переезду трудоспособного населения в города [7]. Кроме того, другая причина была связана с этим изменением – урбанизация регионов России. Таким образом, динамика структуры населения отражает не только демографические изменения, но и социально- экономические процессы, происходящие в стране.

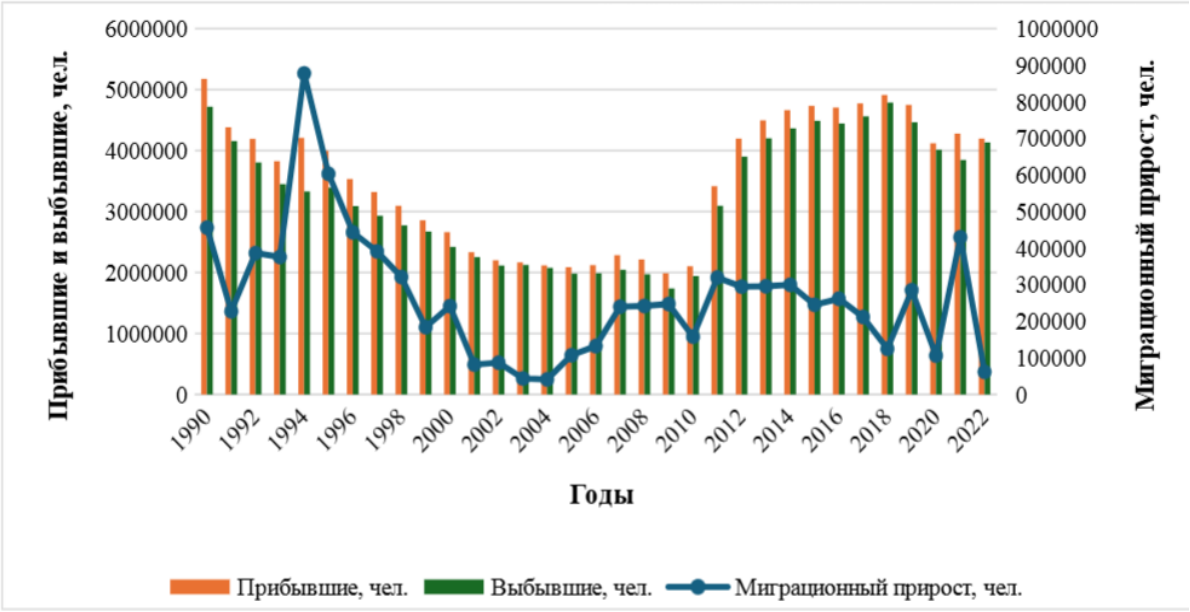


Рисунок 3 – Динамика миграционного прироста населения за 1990–2022 гг., чел. [5]

Рисунок 4 – Динамика структуры населения за периоды 1990–2023 гг., % [1]

Еще одной серьезной проблемой является старение населения. В России стареет население, что связано с тем, что уровень рождаемости снижается, а продолжительность жизни растет [4]. По среднему сценарию, численность трудоспособного населения снизится с 84,7 млн чел. до 79,8 млн к началу 2046 года. Процесс будет неравномерным: с 2026 года количество трудоспособных граждан будет расти, но с 2036 года снова начнет снижаться [2]. Демографический кризис и старение населения оказывают значительное влияние на экономику России, особенно на рынок труда. Более 80 % работодателей в 2023 году столкнулись с недостатком квалифицированного персонала [2]. По данным Росстата, ежегодное пополнение трудовых ресурсов за счет молодежи с 2000 по 2020 год сократилось на 40%. В результате сокращается численность рабочей силы и увеличивается ее средний возраст, что приводит к снижению производительности труда. В таких условиях возрастает нагрузка на экономику из-за увеличения доли пенсионеров, что требует дополнительных мер по привлечению рабочих из-за рубежа [2].

Обсуждение/Предложение. Для решения выявленных демографических проблем в России и обеспечения демографической безопасности в будущем необходимо принять следующие меры.

Стимулирование рождаемости: введение единого детского пособия и увеличение материнского капитала; субсидирование процентных ставок по ипотеке для семей с детьми; предоставление налоговых льгот семьям с детьми.

Улучшение условий жизни: разработка программ поддержки молодых семей в приобретении жилья; расширение сети бесплатных кружков, детских садов и групп продленного дня; развитие медицинской помощи и создание гибких форм занятости для женщин.

Поддержка демографического роста: реализация программ поддержки семей, направленных на улучшение экономического положения и социальных условий; введение образовательных программ и консультационных услуг для молодых семей с целью снижения числа абортов.

Улучшение условий для трудовой миграции: создание благоприятных условий для привлечения квалифицированных специалистов из-за рубежа; упрощение процедур получения разрешений на работу и проживания.

Содействие иммиграции и удержанию талантов: привлечение квалифицированных иммигрантов; создание благоприятных условий для возвращения талантливых россиян.

Улучшение здравоохранения: повышение качества и доступности медицинских услуг, особенно в сельских и удаленных районах; улучшение медицинских учреждений и услуг для увеличения продолжительности и качества жизни.

Поддержка занятости молодежи: разработка и реализация программ профессиональной подготовки и переподготовки молодежи; создание новых рабочих мест и обеспечение карьерных возможностей.

Улучшение условий для совмещения работы и семьи: введение гибких графиков работы и создание условий для удаленной работы; развитие инфраструктуры для совмещения трудовой деятельности с семейными обязанностями.

Стимулирование экономического роста: создание привлекательных условий для ведения бизнеса и привлечения зарубежных инвестиций; формирование дополнительных рабочих мест для роста доходов населения.

Заключение. Демографические проблемы в России ставят перед страной серьёзные вызовы. Снижение численности населения, обусловленное снижением рождаемости и увеличением смертности, высокий уровень миграции, приводящий к утечке мозгов, а также старение населения требуют комплексного подхода к решению. Важнейшими мерами являются стимулирование рождаемости, улучшение условий для трудовой миграции, поддержка демографического роста и улучшение системы здравоохранения. Решение этих проблем имеет решающее значение для обеспечения устойчивого развития и процветания экономики России в будущем.

Список литературы

1. Официальный сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). [Электронный ресурс] URL: https://www.fedstat.ru/ – Дата обращения: 30.06.2024.

2. Дудина Е. Как остановить предсказанные старение и вымирание России. Росбалт. [Электронный ресурс] – URL:https://www.rosbalt.ru/news/2024-01-21/kak-ostanovit-predskazannye-starenie-i-vymiranie-rossii-4986407 – Дата обращения: 30.06.2024.

3. Парешина, И. В. Актуальные проблемы в сфере демографии / И. В. Парешина, Д. С. Солодухина // Наука и Образование. – 2022. – Т. 5, No 3.

4. Салтыкова, Ю. А. Демографические проблемы новой реальности России / Ю. А. Салтыкова, О. В. Курганская // Социология. – 2023. – No 3. – С. 101-109.

5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат) (Росстат). [Электронный ресурс] URL: https://www.gks.ru – Дата обращения: 30.06.2024.

6. Семенова, Д. Ю. Национальный проект «Демография»: проблемы реализации и решения / Д. Ю. Семенова // Основные тенденции развития экономики и управления в современной России : Материалы XII Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых, Карачаевск, 20–21 октября 2023 года. – Карачаевск: Карачаево- Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева, 2023. – С. 159-163.

7. Зарецкая, В. Г. Проблемы демографии Российской Федерации: современные вызовы / В. Г. Зарецкая, В. Д. Борзенков // Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения : Сборник научных статей 12-ой Международной научно-практической конференции, Курск, 24–25 июня 2022 года. – Курск: Курский филиал федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», 2022. – С. 87-93.

P. T. TRAN

SOME DEMOGRAPHIC PROBLEMS IN THE RUSSIAN FEDERATION

G. V. Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russian Federation,
tranphuocthinh14072001@gmail.com

The article is devoted to demographic problems in Russia. It examines the decline in population, changes in its structure, and aging. An analysis of natural and migration growth is conducted. Measures are proposed: stimulation of birth rates, improvement of migration conditions, support for demographic growth, improvement of healthcare, and increased youth employment.

Key words: birth rate, mortality, migration, demographic security, labor migration, population structure, aging, immigration, youth employment.

УДК 502/504

А. С. ЧЕРДАКОВА, С. В. ГАЛЬЧЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДОВ

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина», г. Рязань, Российская Федерация,
cerdakova@yandex.ru

В статье приводятся результаты экспериментальной оценки устойчивости по отношению к свинцу декоративных цветковых растений, традиционно применяемых для озеленения городов. Среди исследованных семи видов выявлены три вида наиболее устойчивые к свинцу, которые могут рассматриваться как перспективные фиторемедиаторы городских почв, загрязненных данным металлом.

Ключевые слова: городские почвы, фиторемедиация, металлоустойчивость растений, загрязнение почв, декоративные цветковые растения

Введение. Одними из наиболее распространенных и опасных загрязнителей окружающей среды являются тяжелые металлы. Наибольшую угрозу представляет загрязнение тяжелыми металлами почв – одной из главных депонирующих сред в экосистемах. Особенно актуальна данная проблема для городских почв, где длительное и интенсивное техногенное воздействие послужило причиной формирования локальных геохимических аномалий содержания тяжелых металлов [1]. В настоящее время существует много различных способов восстановления почв, загрязненных тяжелыми металлами. Большие перспективы, как с экологической, так и с экономической точек зрения имеют фиторемедиационные методы, основанные на способности ряда видов растений активно поглощать тяжелые металлы из почвы и аккумулировать их в своих органах. Возможность применения определенного вида в качестве фиторемедиатора зависит от двух факторов: его способности накапливать тяжелые металлы в фитомассе и устойчивости к их токсическому действию [2]. В последние годы появляется все больше работ, посвященных оценке металлоуйстойчивости отдельных видов растений. Но практически не исследованными, в данном аспекте, остаются декоративные цветковые растения, используемые для озеленения городов, которые могут выступать потенциальными фиторемедиаторами [3–5].

Целью исследования являлась оценка уровня металлоустойчивости различных декоративных цветковых растений.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования выступали декоративные цветковые растения, наиболее часто используемые в озеленении городов, а именно: агератум (*Ageratum mexicanum* L.) сортотипа «Розовый слон», календула (*Calendula officinalis* L.) сортотипа «Веснушки» , бегония (*Begonia tuberhybrida gigantea* fl.pl.) сортотипа «Лососевая», астра (*Callistephus chinensis* L.) «Принцесса Рита», бархатцы отклоненные (*Tagetes patula nana* L.) «Сказочный ларец» , лаватера (*Lavatera trimestris* L.) «Новый свет», фиалка трехцветная (*Viola tricolor* L.) «Анютины глазки».

Оценка металлоустойчивости перечисленных видов растений осуществлялась в условиях лабораторного эксперимента. В рамках которого семена анализируемых культур проращивались в чашках Петри на растворах ацетата свинца ($Pb(CH_3COO)_2$) различных концентраций. Свинец является одним из наиболее распространенных и опасных загрязнителей городских почв, а также не относится к категории биофильных элементов, ввиду чего данный металл применялся для проведения исследований.

На опытных вариантах эксперимента субстратом для проращивания семян выступал раствор ацетата свинца ($Pb(CH_3COO)_2$) в концентрациях (в расчете на свинец) 50 мг/л, 100 мг/л и 200 мг/л, а на контрольных вариантах – дистиллированная вода. Проращивание осуществлялось в термостате при температуре 22°С в течение 10 суток.

Критерием оценки металлоустойчивости объектов исследования выступал индекс металлоустойчивости, который рассчитывался по следующей формуле:

$$It = \frac{n_{оп}}{n_к} 100\ \%,$$

где $n_{оп}$ – число проросших семян в опытном варианте;

$n_к$ – число проросших семян в контрольном варианте.

Чем выше индекс (It), тем выше металлоустойчивость вида и, соответственно, выше его ремедиационный потенциал.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что уровень металлоустойчивости анализируемых декоративных цветковых растений весьма различен и, вероятно, является чертой видоспецифичной (таблица 1).

Таблица 1 – Индекс металлоустойчивости декоративных цветковых растений в эксперименте

Исследуемая культура	Индекс металлоустойчивости (It), %		
	50 мг/л Pb^{2+}	100 мг/л Pb^{2+}	200 мг/л Pb^{2+}
Агератум сортотипа (*Ageratum mexicanum* L.) «Розовый слон»	80,0 ± 4,7	68,0 ± 2,3	120,0 ± 11,2
Календула (*Calendula officinalis* L.) сортотипа «Веснушки»	88,8 ± 5,1	88,8 ± 4,4	133,4 ± 14,8
Бегония (*Begonia tuberhybrida gigantea* fl.pl.) сортотипа «Лососевая»	142,9 ± 12,1	64,3 ± 2,7	121,4 ± 9,9
Астра (*Callistephus chinensis* L.) «Принцесса Рита»	333,3 ± 27,4	233,3 ± 18,5	133,3 ± 31,1
Бархатцы отклоненные (*Tagetes patula nana* L.) «Сказочный ларец»	100,0 ± 7,3	62,5 ± 3,8	100,0 ± 8,1
Лаватера (*Lavatera trimestris* L.) «Новый свет»	50,0 ± 2,2	50,0 ± 3,1	50,0 ± 3,5
Фиалка трехцветная (*Viola tricolor* L.) «Анютины глазки»	166,6 ± 15,5	133,3 ± 12,8	100,0 ± 7,9

Из всех исследуемых растений минимальный уровень металлоустойчивости отмечен у лаватеры (*Lavatera trimestris* L.) «Новый свет». Независимо от концентрации свинца значения индекса металлоустойчивости на вариантах с данной культурой не превышали 50 %.

Несколько бóльшая устойчивость к свинцу была выявлена у агератума (*Ageratum mexicanum* L.) «Розовый слон». При этом, максимальные значения индекса металлоустойчивости отмечены при наиболее высокой концентрации токсиканта – 200 мг/л.

Аналогичная закономерность установлена и в отношении календулы (*Calendula officinalis* L.) сортотипа «Веснушки». Так же, как и у агератума, максимальный индекс металлоустойчивости зафиксирован при проращивании семян на 200 мг/л свинца, где он составил более 130 %. При концентрации загрязнителя 50 мг/л и 100 мг/л индекс оставался неизменным и был около 90 %.

Прорастание семян бархатцев (*Tagetes patula nana* L.) «Сказочный ларец» в эксперименте было интенсивным и мало отличалось от контрольных вариантов эксперимента, что свидетельствует о достаточно высокой устойчивости культуры по отношению к свинцу. Ингибирование процессов прорастания отмечено только при концентрации свинца 100 мг\л.

Свинец подавлял прорастание семян бегонии (*Begonia tuberhybrida gigantea* fl.pl.) сортотипа «Лососевая» только в концентрации 100 мг/л. На других вариантах эксперимента, напротив, отмечалось увеличение числа проросших семян по сравнению с контролем, что, соответственно, выражалось в высоких значениях индекса металлоустойчивости.

В эксперименте не отмечено ингибирующего действия свинца по отношению к семенам фиалки трехцветной (*Viola tricolor* L.) «Анютины глазки». Так, на всех вариантах эксперимента с данной культурой число проросших семян было равным или же превышало таковое на контрольном варианте.

Среди изученных декоративных культур астра (*Callistephus chinensis* L.) «Принцесса Рита» продемонстрировала наиболее высокий уровень металлоустойчивости по отношению к свинцу. Значения индекса ее металлоустойчивости варьировали в диапазоне 133–333 % и были максимальными при концентрации 50 мг/л свинца.

Заключение. Таким образом, наиболее высокой металлоустойчивостью, и, следовательно, фиторемедиационным потенциалом, среди проанализированных декоративных цветковых растений обладают астра (*Callistephus chinensis* L.) «Принцесса Рита», фиалка трехцветная (*Viola tricolor* L.) «Анютины глазки» и бегония (*Begonia tuberhybrida gigantea* fl.pl.) сортотипа «Лососевая». В отношении данных культур требуется проведение дальнейших исследований с целью установления коэффициентов биологического поглощения ими тяжелых металлов и точной оценки возможности их применения в практике фиторемедиации городских почв.

Список литературы

1. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2022 году: ежегодник. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун». – 2023. – 139 с.

2. Копцик, Г.Н. Проблемы и перспективы фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) / Г.Н. Копцик // Почвоведение. – 2014. – № 9. – С. 1113–1130.

3. Phytoremediation: Biotechnological Strategies for Promoting Invigorating Environs. – Amsterdam: Elsevier Science, 2021. – 538 p.

4. Poddar, A. Phytoremediation For Greener And Cleaner Planet Eur / A. Poddar // Chem. Bull. – 2023. – № 12 (1). – P. 2254–2260.

5. Saxena, G. Bioremediation for Environmental Sustainability. Toxicity, Mechanisms of Contaminants Degradation, Detoxification, and Challenges / G. Saxena, V. Kumar, M.P. Shah. – Amsterdam: Elsevier Science, 2021. – 667 p.

A. S. CHERDAKOVA, S. V. GALCHENKO

EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF METAL RESISTANCE OF VARIOUS ORNAMENTAL FLOWERING PLANTS

Ryazan State University named after S. A. Esenin,
Ryazan, Russian Federation,
cerdakova@yandex.ru

The article presents the results of an experimental assessment of the lead resistance of ornamental flowering plants traditionally used for urban landscaping. Among the seven species studied, three species were identified as the most resistant to lead, which can be considered as promising phytoremediators of urban soils contaminated with this metal.

Key words: urban soils, phytoremediation, metal resistance of plants, soil pollution, ornamental flowering plants.

УДК 582.284.3

М. А. ШЕЛОНИК

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ВЫРАЩИВАНИЯ БАЗИДИАЛЬНЫХ ГРИБОВ В ОБЛАСТИ ЗЕЛЕНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,
maria.shelonik006@gmail.com

В статье рассматриваются функции и направления использования искусственно выращенных грибов в «зеленых технологиях». Использование не только самих грибов, но и продуктов их производства выгодно как производителям и потребителям, так и экологам.

Ключевые слова: базидиомицеты, зеленые технологии, ксенобиотики, отработанный грибной субстрат.

Практика грибоводства становится все более перспективным решением для повышения ценности сельскохозяйственных отходов во всем мире. Во многом это благодаря невосприимчивости к погодным условиям и использования в их выращивании отходов не только растениеводства и животноводства, но и лесного, целлюлозно-бумажного производства и др. В последние годы постоянно растет интерес к использованию грибов в «зеленых» технологиях, особенно в области биотехнологии, биоремедиации и энергетики. Кроме получения готовой высокобелковой продукции, отход производства грибоводства, также называемый отработанный грибной субстрат (ОГС), может использоваться как удобрение, биотопливо, кормовая добавка и т. д.

Загрязнение окружающей среды является серьезной проблемой, стоящей перед всем миром, поскольку накопление поллютантов сложной природы, таких как тяжелые металлы, пестициды, остатки фармацевтических препаратов и др. оказывает негативное влияние не только на здоровье людей, но и на природные экосистемы в целом [1]. Микоремедиация представляет собой один из методов биодеградации, когда грибы способны вырабатывать комплекс ферментов, способных нейтрализовать широкий спектр ксенобиотиков, обитающих в почве и водных объектах [2]. Наиболее выраженной особенностью большинства грибов является способность к аккумуляции различных тяжелых металлов. Известно, что накопление в плодовых телах грибов металлов в 3–5 раз выше, чем в любом другом организме [3]. Как правило, на эффективную аккумуляцию металлов грибами влияют как абиотические (pH, концентрация тяжелых металлов в почве) так и биотические (физиология организма, вид, возраст и фазы роста грибов) факторы [4]. Наибольшее значение имеют биотические факторы, из-за которых грибы способны селективно накапливать металлы в своем организме из-за чего использование их в качестве биоиндикаторов для мониторинга изменений в окружающей среде не всегда эффективно в сравнении с высшими растениями или микроорганизмами. Селективное действие связано с наличием генов, отвечающих за транспорт, накопление и детоксикацию тяжелых металлов в самом грибе [5, 6]. Например, цинк и медь наиболее активно аккумулируется семействами Болетовыми и Сыроежковыми, что связано с активностью генов семейства ZIP (для цинка) и Mac1 (для меди), которые транскрибируют белки-переносчики поглощаемых металлов [6]. Наличие неспецифических лигнин- и целлюлозорасщепляющих ферментов позволяет грибам расщеплять ПАУ, остатки нефтепродуктов, фармацевтических препаратов и других токсических веществ и применять их в качестве адсорбентов. Группой ученных было продемонстрировано как вешенка устричная (*Pleurotus ostreatus*) смогла разложить такие

загрязняющие вещества, как пирен, антрацен, флуорен и дибензотиофен из почвы [7], р-хиноны из сточных вод [8]. Одновременно с этим после поглощения грибами ксенобиотиков, те превращаются в свои малотоксичные формы.

Малоизвестным направлением можно привести использование грибов или точнее ОГС в качестве альтернативного источника энергии, который интересен в первую очередь своей низкой стоимостью, а во-вторых, поддержанием экологической безопасности окружающей среды. Высокое содержание азота и низкое содержание лигнина делает ОГС более доступным для предварительной биодеградации его микроорганизмами, а оптимальное соотношение углерод:азот (C/N), позволяет использовать его для производства биогаза [8]. Кроме биогаза, были попытки использования ОГС для производства биоэтанола, чаще рассматриваемого как замену транспортного топлива. В основе процесса лежит спиртовое брожение, которое производили дрожжи или другие микроорганизмы, вносимые в грибной субстрат. Группа исследователей вместе пытались получить биоэтанол с помощью отработанного грибного субстрата вешенки. В результате, выход этанола из отработанного субстрата P. *eryngii* от содержания моносахаров составил 67,0 %. Одновременно на практике это мало используется из-за отсутствия специального дорогого оборудования и предварительной подготовки микроорганизмов [9–11].

Использование ОГС в качестве биоудобрений и кормовых добавок как для крупных животных (жвачных животных), так и для мелких (например, аква- или вермикультура) обусловлено высоким содержанием таких биологически активных соединений как полисахариды, аминокислоты, витамины, микро- и макроэлементы (железо, цинк, магний, фосфор и т. д). Корм для жвачных животных на основе ОГС способствовал увеличению у них массы тела, улучшал перевариваемость кормов, обогащал их рацион белком и другими питательными веществами. Использование ОГС для вермикультирования помогает получить ценное удобрение – биогумус, который не уступает по своим характеристикам традиционному конскому навозу. Черви, потребляющие «грибной корм», кроме удобрения, могут помочь получить субстрат, который повторно может быть использован для получений плодовых тел таких грибов как вешенка, шампиньон и т. д. Одновременно многими учеными рассматривалась возможность применения ОГС в качестве фунгицидов из-за сильного ферментативного комплекса. Кроме биологически активных соединений, в ОГСе присутствует полезная микробита, способная не только улучшить структуру и плодородие почвы, но помочь защитить растения от различных патогенов. Группой ученных было проверено, что ОГС из P. *ostreatus* на основе рисовой соломы, вместе с грибком *Trichoderma asperellum*, проявляющим ростостимулирующие свойства, приводил к снижению тяжести заболевания, вызванного *Fusarium oxysporum,* и одновременно способствовал усилению роста томатов [12].

Подход, при котором используются грибы в биотехнологии, биоремедиации, помогает минимизировать негативные воздействия отходов сельского хозяйства на окружающую среду и создать из них ценные и экологически чистые продукты, такие как удобрения, топливо и т.д. С каждым годом исследования по теме использования грибов в «зеленых технологиях» будут продолжать развиваться, что позволит более обширно изучить их.

Список литературы

1. Barr, D. P. Pollutant degradation by white rot fungi / D.P. Barr, S. D. Aust // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. – 1994. – Vol. 138. – P. 49–57.

2. Ильина, Г.В. Изучение возможности использования отходов грибоводства в биоремедиации почв сельскохозяйственного назначения / Г.В. Ильина // Сельскохозяйственные науки. –2019. – №1. – С. 16–21.

3. Heavy metals content in edible mushrooms: A systematic review, meta-analysis and health risk assessment / M. Dowlati [and etc.] // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 109. – P. 527–535.

4. Красников А. В., Аккумуляция тяжелых металлов дикорастущими и культивируемыми грибами (обзор) / А.В. Красников, Селихова В.С., Е.С. Красникова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2021. – Вып. 1. – С. 61–66.

5. Gene expression profiling and phenotype analyses of S. cerevisiae in response to changing copper reveals six genes with new roles in copper and iron metabolism / H. Bakel [and etc.] // Physiological genomics. – 2005. – Vol. 22, № 3. – P. 356–367.

6. Heavy metals intake by cultured mushrooms growing in model system / M. M. Özcan [and etc.] // Environmental Monitoring and Assessment. – 2013. –Vol. 185. – P. 8393–8397.

7. Green potential of Pleurotus spp. in biotechnology / A. S. Sekan [and etc.] // PeerJ. – 2019. – Vol. 2. – P. 1-27.

8. Spent Mushroom substrate for a second cultivation cycle of Pleorotus mushroom sand dephenolization of agro-industrial wastewaters / C. N. Economu [and etc.] // FEMS Microbiology Letters. – 2020. – Vol. 367, №8. – P. 1-10.

9. Environmentally sustable applications of agro-based spentmushroom substract / F. Hanafi [and etc.] // Jornal of Material cycles and Waste Management. – 2018. – Vol. 20, №8. – P. 1383–1396.

10. Gangulli, N. K. Mushroom cultivation on spent biomass from biogas plants / N.K. Gangulli, H. N. Chanakya // Current Science. – 1994. – Vol. 66, №1. – P. 70-74.

11. Pérez-Chávez, A. M. Mushroom cultivation and biogas production: A sustainable reuse of organic resources / A. M. Pérez-Chávez, L. Mayer, E. Albertó // Energy for Sustainable Development. – 2019. – Vol. 50. – P. 50–60.

12. Spent mushroom substracte as biofertilizer for agriculture application / N. Zalina [and etc.] // Valorization of Agro-industrial Resides – Volume I: Biological Approaches, Springer, Switzerland, 2020. – P.37–57.

M. A. SHELONIK

ECOLOGICAL ROLE OF CULTIVATION OF BASIDIAL MUSHROOMS IN THE FIELD OF GREEN TECHNOLOGIES

Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
maria.shelonik006@gmail.com

The article discusses the functions and directions of using artificially grown mushrooms in "green technologies". The use of not only the mushrooms themselves, but also the product of their production is beneficial both to producers and consumers, and to environmentalists.

Key words: basidiomycetes, green technologies, xenobiotics, waste fungal substrate.

УДК 502.55

К. М. ШЕСТАКОВА, Ю. В. ЛЮТОВА, Л. А. МЕЖОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ШКОЛЬНИКАМИ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ СОВЕТСКОГО РАЙОНА ГОРОДА ВОРОНЕЖА)

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», г. Воронеж, Российская Федерация,
kristinkashestakova1@mail.ru, j.lyutowa@yandex.ru, lidiya09mezhova@yandex.ru

В статье выявлены геоэкологические проблемы, возникающие на урбанизированных территориях. Определены недостатки сложившейся системы экологического мониторинга на урбанизированной территории, обосновывается необходимость в комплексной геоэкологической оценке влияния объектов автосервиса и усовершенствование мониторинга. Доказывается необходимость усовершенствования геоэкологического мониторинга с нормативно-правовой и санитарно-гигиенической базой.

Ключевые слова: источники загрязнения, окружающая среда, негативное воздействие.

Современные города России являются центрами сосредоточения населения, промышленности, транспорта, коммуникаций, и этим обусловлена деградация ландшафтов и интенсивное загрязнение окружающей среды. Так и в городе Воронеж каждым годом в результате развития промышленности, транспорта и бурного роста самого города усиливается неблагоприятная геоэкологическая ситуация.

Под геоэкологической ситуацией понимают пространственно-временное сочетание природно-антропогенных условий и экологических проблем, которые влияют на жизнедеятельность человека. Геоэкологическую ситуацию можно определить по степени ее проявления.

Советский район находится в юго-западной части города, считается самым молодым, он появился на карте города в 1973 году. Площадь района составляет 15 660 га, на территории которого проживает более 200 тыс. человек.

Особенностью географического положения является то, что он на юге окружен лесом и его считают самым зеленным, расположен на междуречье рек Дон и Воронеж.

В состав района входят шесть городских микрорайонов: Придонской, Подклетное, Первое Мая, Тенистый, Малышево, Шилово, которые территориально удалены от городской черты. На основе статистической обработки данных геоэкологической ситуации в городе Воронеже было выявлено, что острую геоэкологическую ситуацию имеет Левобережный и Коминтерновский районы. Советский район находится на месте. Особенно по источникам выброса, по количеству промышленных выбросов, по влиянию автотранспорта.

На геоэкологическую ситуацию района оказывает влияние промышленные предприятия (рисунок 1).

На территории района расположено более 70 предприятий. На предприятиях района насчитывается около 1 500 источников загрязнения [1].

Наибольший вклад в загрязнение воздушной среды района вносит промышленность строительных материалов, машиностроительные и металлообрабатывающие производства, пищевая промышленность, топливная и транспорт. Основную часть выбросов составляют окись углерода, азота, серы. Транспорт является одним из главных загрязнителей воздуха, водоемов и почв района.

Изучением геоэкологического состояния почв города Воронеж занимались Л О. Середа и Л. А. Яблонская. Почвенный покров в пределах района представлен различными типами почв, при этом природных почв сохранилось мало, основными почвами являются урбоземы.

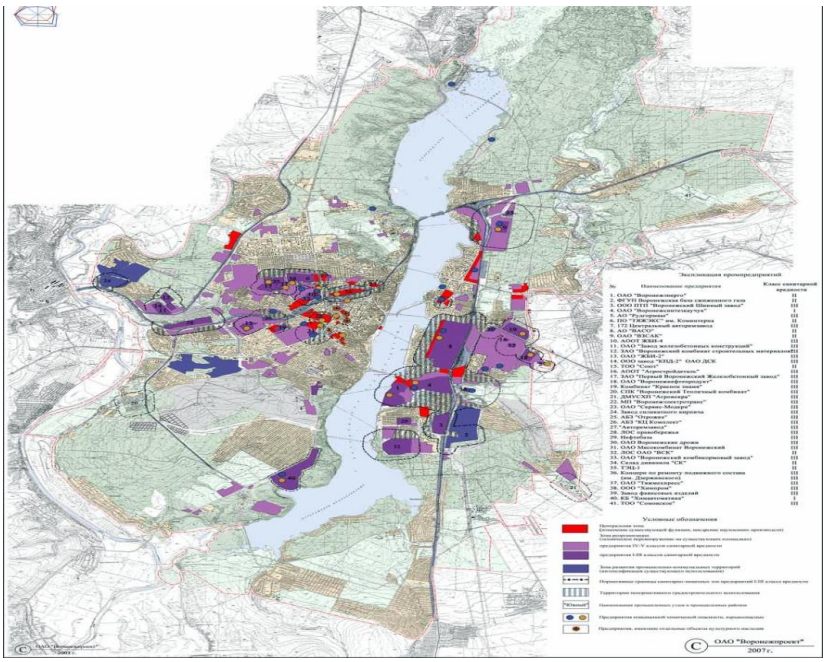


Рисунок 1 – Техногенные объекты города Воронежа

Экологический вред наносит как эксплуатация автомобиля, так и их техническое обслуживание, и ремонт. Они оказывают воздействие на все компоненты окружающей среды и в процессе своей деятельности можно выделить три основных направления воздействия: физическое, которое включает тепловое, шумовое, вибрационное, световое; химическое, на основе выбросов ингредиентов и механическое, включающее остатки деталей машин, шин [2].

Мониторинг состояния природной среды в эколого-экономической системе, должен проводиться с учетом особенностей ландшафта, предваряться ландшафтной съемкой территории. Выбор параметров, определяется целью мониторинга, в основе которого, должен лежать принцип ландшафтной индикации загрязнений. Наблюдения на территориях техногенного воздействия включают основные направления, показаны на схеме (рисунок 2).

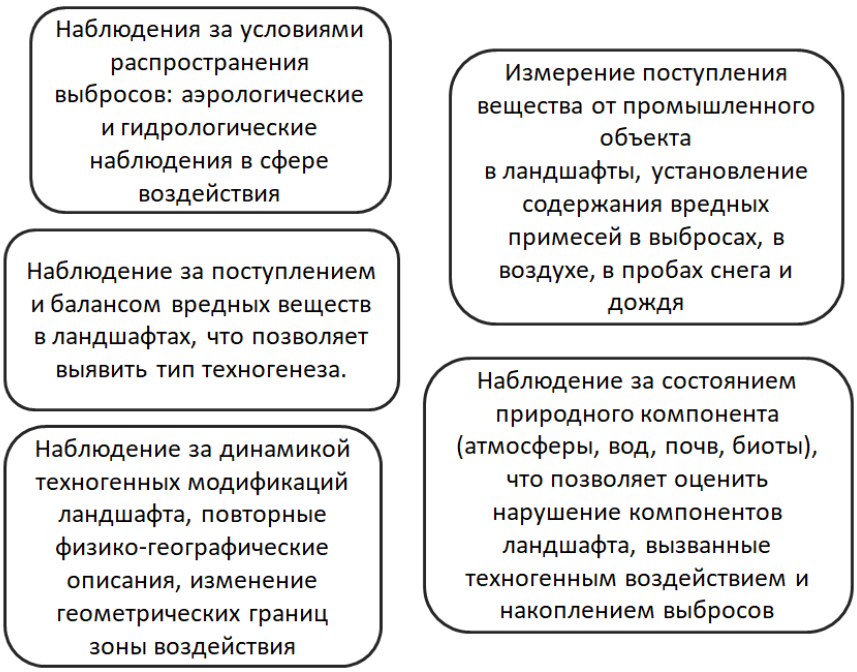


Рисунок 2 – Виды наблюдений за показателями техногенного воздействия

При обработке наблюдений, используются математические закономерности убывания, содержания загрязняющих веществ в природных средах, с удалением от источника выбросов.

Эти подходы характеризуются, как правило, сложностью получения фактических данных, и не обеспечивают, в полной мере, оценку состояния экосистем, то есть проблема разработки подходов к оцениванию и прогнозированию состояния ПТС, остается актуальной [3, 4].

Таким образом, можно сказать, что геоэкологические проблемы в настоящее время достаточно широко изучаются в школьном курсе география. Геоэкологический анализ негативного влияния объектов автосервисной деятельности выявил ряд геоэкологических проблем, на которые накладывается несовершенная система мониторинга. Необходимо усовершенствовать контроль за компонентами окружающей среды, разработать интегральные показатели, систематизировать и обновить экологическую нормативно-правовую базу для данной сферы деятельности.

Список литературы

1. Александрова, Т. Д. Геоэкологические принципы проектирования природно-техногенных геосистем / Т.Д. Александрова. – Москва, 2010. С. 31–37.

2. Шестакова К. М., Межова Л. А., Луговской А. М. Геоэкологический анализ воздействия системы автосервисной деятельности на окружающую среду урбанизированных территорий России // Геология, география и глобальная энергия. 2023. № 4 (91). С. 77–81. https://doi.org/10.54398 /20776322_2023_4_77.

3. Экологические проблемы влияния объектов автосервиса на окружающую среду города Воронежа / К.М. Шестакова, Л.А. Межова //Муниципальные образования регионов России: проблемы исследования, развития и управления: Материалы V всероссийской межведомственной научно-практической конференции с международным участием (Воронеж 10-12 ноября 2022 года) / Под редакцией Р.Е. Рогозиной. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2022. – С. 413-416.

4. Автостат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.autostat.ru/news/37240/.

K. M. SHESTAKOVA, Yu. V. LYUTOVA, L. A. MEZHOVA

THE USE OF A GEOECOLOGICAL APPROACH IN THE STUDY OF URBANIZED TERRITORIES BY SCHOOLCHILDREN (USING THE EXAMPLE OF THE SOVETSKY DISTRICT OF VORONEZH)

Voronezh State Pedagogical University,
Voronezh, Russian Federation,
kristinkashestakova1@mail.ru, j.lyutowa@yandex.ru, lidiya09mezhova@yandex.ru

The article identifies geoecological problems that arise in urbanized areas. The disadvantages of the existing environmental monitoring system in an urbanized area are identified, the need for a comprehensive geoecological assessment of the impact of car service facilities and improved monitoring is justified. The necessity of improving geoecological monitoring with a regulatory and sanitary-hygienic base is proved.

Key words: sources of pollution, environment, negative impact.

УДК 628.465

А. С. ШИЛО

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА ДУШУ НАСЕЛЕНИЯ С ПРИНЯТЫМИ НОРМАТИВАМИ

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
andrey.shilo2017@gmail.com

Исследована проблема образования коммунальных отходов на душу населения и соответствия с принятыми районными исполнительными комитетами нормативами. Данная проблема представлена посредством картографических материалов, которые показывают образование ТКО в 2023 г. на душу населения в разрезе районов Минской области. Было проведено сравнение соответствия с нормативами.

Ключевые слова: твёрдые коммунальные отходы, благоустроенные и неблагоустроенные жилые здания, норматив образования твёрдых коммунальных отходов.

В последние годы на территории Республики Беларусь наметилась устойчивая тенденция сокращения удельных показателей воздействия на окружающую среду: выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, объемов сточных вод в поверхностные водные объекты. Однако в стране наблюдается постоянный рост отходов производства и потребления, как в абсолютном выражении, так и в расчете на единицу ВВП. Объем образования отходов производства за период с 2000 по 2020 гг. возрос в 2,6 раза, а объем образования твердых коммунальных отходов увеличился, несмотря на сокращение численности населения в стране.

Нормативы образования твёрдых коммунальных отходов определяются районными исполнительными комитетами на основе постановления Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27 июня 2003 г. № 18/27 «Об утверждении Правил определения нормативов образования коммунальных отходов».

Местные исполнительные и распорядительные органы утверждают дифференцированные нормативы образования коммунальных отходов для населенного на основании натурных замеров. Определение дифференцированных нормативов образования коммунальных отходов для населенного места на основании натурных замеров производится комиссией, создаваемой по решению местных исполнительных и распорядительных органов, в состав которой включаются представители соответствующих местных исполнительных и распорядительных органов, территориальных органов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, организаций жилищно-коммунального хозяйства, осуществляющих обращение с коммунальными отходами на территории населенных мест, и другие заинтересованные. Для проведения натурных замеров выделяют следующие объекты:

– благоустроенные жилые здания – имеющие водопровод, канализацию, центральное отопление и использующие природный газ или электроэнергию для приготовления пищи (отопления);

– неблагоустроенные жилые здания – с печным отоплением и не подключенные к системе канализации населенного пункта.

Данным документом установлено, что в благоустроенных жилых зданиях ежегодно образуется 190-285 кг на душу населения, в неблагоустроенных жилых зданиях –

от 450 до 700 кг на душу населения [1]. Местные исполнительные и распорядительные органы при утверждении дифференцированных нормативов образования коммунальных отходов для населенного места учитывают установленные нормативы, однако поскольку каждый район имеет свои условия для образования ТКО, то и нормативы установлены разные – от 122,49 кг/чел в благоустроенных жилых зданиях Борисовского района до 1 042 кг/чел в неблагоустроенных жилых зданиях Стародорожского района [2, 3].

Объёмы образования ТКО на душу населения в 2023 году также были разные: от 320 кг/чел в Копыльском районе до 748 кг/чел в Мядельском районе (рисунок 1).

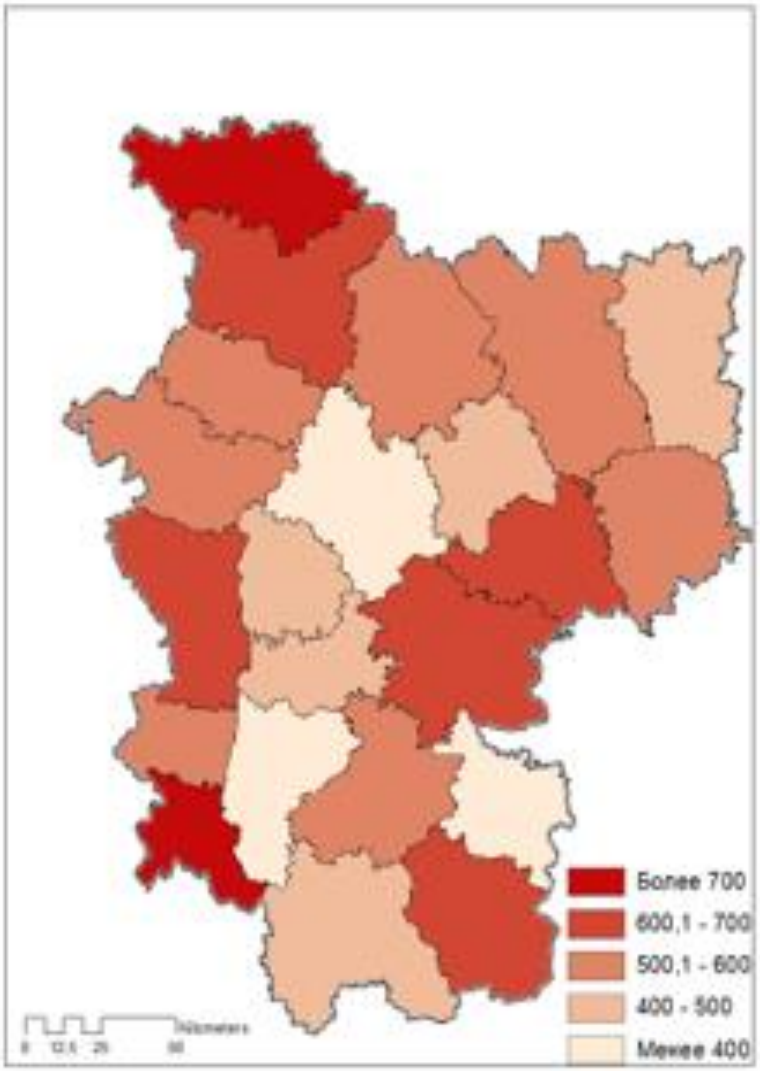


Рисунок 1 – Карта образования ТКО на душу населения (кг/чел)

При сравнении с действующими нормативами была приняты следующие степени соответствия:

– полностью отвечают нормативам – полученные цифры на душу населения ниже принятых нормативных значений в жилых зданиях района всех категорий;

– частично отвечают нормативам – полученные цифры на душу населения ниже принятых нормативных значений в неблагоустроенных жилых зданиях района, но выше нормативных значений в благоустроенных жилых зданиях района;

– не отвечают нормативам - полученные цифры на душу населения выше принятых нормативных значений в неблагоустроенных жилых зданиях района (рисунок 2).

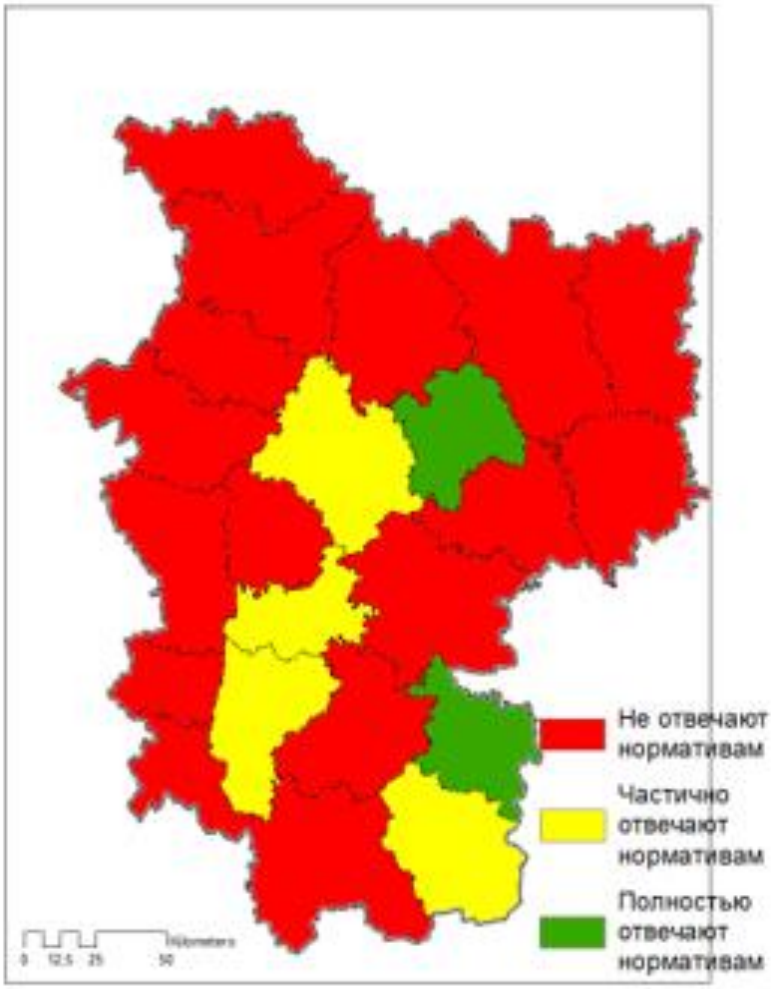


Рисунок 2 – Карта соответствия нормативам образования ТКО на душу населения

Сравнительный анализ объёмов выбросов и нормативов для района показывает, что только в 2 районах Минской области: Стародорожском и Смолевичском образование ТКО на душу населения соответствуют действующим нормативам. Частично выполняются нормативы в 4 районах: в Минском, Узденском, Копыльском и Любанском. В них объёмы образования превышают объёмы образования. Причины таких несоответствий могут быть разные: аномально высокий объём образования отходов, в том числе на душу населения; рост населения, которое и является основным производителем ТКО; устаревание существующих нормативов, так как некоторые из нормативов были приняты ещё до 2020 года, когда объёмы образования ТКО были совсем другие. Решение проблем следует искать прежде всего: в оптимизации сбора отходов, что позволит давать более точную оценку образованию ТКО на душу населения и в обновлении действующих нормативов.

Список литературы

1. Постановление Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27 июня 2003 г. № 18/27 «Об утверждении Правил определения нормативов образования коммунальных отходов».

2. Решение Борисовского районного исполнительного комитета от 31 мая 2023 г. № 1402 «Об установлении нормативов образования твердых коммунальных отходов»; URL: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=R923n0124154 (дата обращения: 13.09.2024).

3. Решение Стародорожского районного исполнительного комитета от 22 декабря 2015 г. № 1286 «Об установлении дифференцированных нормативов образования твердых коммунальных отходов»; URL: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=R916n0074447 (дата обращения: 14.09.2024).

A. S. SHYLA

ASSESSMENT OF COMPLIANCE OF MUNICIPAL WASTE GENERATION PER CAPITA WITH ACCEPTED STANDARDS

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
andrey.shilo2017@gmail.com

The problem of municipal waste generation per capita and compliance with the standards adopted by the district executive committees is investigated. This problem is presented through cartographic materials that show the formation of MSW in 2023 per capita in the context of districts of the Minsk region. A comparison of compliance with the standards was carried out.

Key words: solid municipal waste, well-maintained and unsettled residential buildings, the standard for the formation of solid municipal waste.

УДК 628.543.3/9

А. Ю. ШЛЫКОВА

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева», г. Москва, Российская Федерация,
211559@muctr.ru

В статье рассмотрен комбинированный способ очистки сточной воды полиграфического предприятия, в ходе которого эффективность очистки по ХПК достигла 91 %, по красителю – 99 %. Предложено использовать последовательную очистку, где основными методами выбраны: коагуляция, фотолиз в присутствии пероксодисерной кислоты и адсорбция на активных углях.

Ключевые слова: очистка, сточные воды, коагуляция, фотохимическая деструкция, адсорбция.

Введение. На данный момент синтетические органические красители имеют широкое использование во многих областях промышленности, таких как кожевенная, текстильная, бумажная, полиграфическая, шерстяная и косметическая [3]. Их использование приводит к загрязнению сточных вод, особенностью которых является интенсивное окрашивание [2]. Такая окраска водных ресурсов, кроме негативного влияния на уровень кислорода в водоёме, приводит к подавлению процесса естественного самоочищения из-за нарушения процессов фотосинтеза и светопроницаемости [4]. Также, содержащиеся в стоках загрязнители, способны ухудшать качество воды и её органолептические свойства.

Полиграфическая промышленность, несмотря на невысокое потребление воды, имеет высокую степень загрязнения сточных вод. Загрязнения происходят в 3 процессах: промывка емкостей хранения красок, промывка трубопроводов и печатных барабанов [2]. Такие стоки перед сбросом в гидросферу необходимо подвергать очистке.

Очистка полиграфических вод является не только экологически важной, но и экономически рентабельной задачей. Недостаток очистки таких вод может привести к последствиям, таких как загрязнение рек и озёр, ухудшение качества питьевого и хозяйственного водопользования, а также нанесение ущерба производственным предприятиям. Важно отметить, что очистка полиграфических вод должна быть регулярной и проводиться в соответствии с действующими нормативными документами и стандартами. В целом, очистка типографических вод - это важная задача, которая требует постоянного мониторинга и контроля.

Материалы и методы исследования. Цель данного исследования – разработка способа очистки сточной воды полиграфической промышленности.

В качестве объекта исследования был взят раствор реальной сточной воды полиграфического предприятия объёмом 200 мл. Сток имеет в составе акриловую смолу (остаточная концентрация составляет – 0,005 %), моноэтаноламин (остаточная концентрация – 0,003 %), биоцид (остаточная концентрация – 0,001 %), пеногаситель/деаэротор (остаточная концентрация – 0,002 %), красящий пигмент, имеющий синий цвет (остаточная концентрация 0,05 %).

На первом этапе эксперимента были определены:

– концентрация красителя составила 5431 мг/л;

– pH раствора – 8,96;

– ХПК=24937 мгО/дм^3.

Концентрация раствора красителя была определена с помощью метода прямой фотометрии (сточную воду разбавили в 625 раз) и калибровочного графика по метиленовому синему. Химическое потребление кислорода (ХПК) было определено в соответствии с ГОСТом 31859-2012 [1]. Этот метод подходит для всех типов воды (питьевых, природных, сточных) в диапазоне значений от 10 до 800 мгО/дм^3. Может использоваться для анализа проб с высокими значениями ХПК при условии разбавления, но не более чем в 100 раз. В данном эксперименте сточная вода была разбавлена в 25 раз для определения ХПК.

На втором этапе эксперимента была проведена коагуляция с помощью 5 % CaO в дозе 10 мл на 200 мл исходного раствора. Далее сточную воду фильтровали с помощью вакуума. В результате были получены данные:

– концентрация красителя составила 520 мг/л;

– pH раствора – 12,3;

– ХПК=3937 мгО/дм^3.

На третьем этапе была проведена фотоокислительная деструкция с добавлением гомогенного катализатора – 3 % раствор $H_2S_2O_8$ в дозе 1 мл на 100 мл полученного после фильтрования раствора. Фотоокисление проводили в стационарных условиях на установке производства компании Мелитта, где в качестве источника излучения выступала импульсная ксеноновая лампа (6,6 Гц). Время облучения составило 45 минут. В результате были получены данные:

– концентрация красителя составила 370 мг/л;

– pH раствора – 8,5;

– ХПК=4687 мгО/дм^3.

На четвертом этапе эксперимента была проведена адсорбция полученного раствора с помощью активного угля БАУ в дозе 0,1 гр на 50 мл. Сорбция проводилась в течение 15 минут с постоянным перемешиванием. Далее пробу фильтровали с помощью фильтра марки «синяя лента». В результате были получены данные:

– концентрация красителя составила 23 мг/л;

– pH раствора – 8,14;

– ХПК=2125 мгО/дм^3.

Результаты исследования и их обсуждение. Таким образом, общая степень очистки стока полиграфического предприятия по красителю составляет 99,6 %, по ХПК – 91 %. Следует отметить, что первая стадия – коагуляция оказалась важной, так как на ней произошло основное снижение концентрации красителя и показателя ХПК.

Заключение. Резюмируя всё вышесказанное, можно сделать вывод, что такой комбинированный способ очистки сточной воды позволяет достичь достаточно глубокой степени очистке от красителя, а также от других органических соединений.

Список литературы

1. Вода. Метод определения химического потребления кислорода: ГОСТ 31859-2012. − Введ. 01.01. 2014 Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Стандартинформ, 2014. – 7 с.

2. Павлов Д. В. Очистка сточных вод от красителей с применением мембранных технологий / Д. В. Павлов, Д. Б. Лакеев, М. С. Гречина // Экология и промышленность России. – 2013. - № 6. – С. 19-21

3. Niu, T. Fast removal of methylene blue from aqueous solution using coal-based activated carbon / Niu, T. [and others] // RSC Advances. – 2018. – Vol. 8, iss. 47. – P. 26978 – 26986.

4. Gita, S. Impact of textile Dyes Waste on Aquatic Environments and its Treatment / Gita, S. [and others] // Environment & Ecology. – 2017. – Vol. 35. – P. 2349 – 2353.

A. Y. SHLYKOVA

COMBINED METHOD OF WASTEWATER TREATMENT OF PRINTING PRODUCTION

D. I. Mendeleyev Russian University of Chemical Technology,
Moscow, Russian Federation,
211559@muctr.ru

The article considers a combined method of wastewater treatment of a printing enterprise, during which the efficiency of COD purification reached 91 % and 99 % for dye. It is proposed to use sequential purification, where the main methods are selected: coagulation, photolysis in the presence of peroxodiseric acid and adsorption on activated carbons.

Key words: purification, wastewater, coagulation, photochemical destruction, adsorption.

УДК 91

А. И. ЩИПЕЦ, Т. С. ЛИСИНА

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИРОДНЫЕ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ ГОРОДА МОГИЛЕВА

ГУО «Средняя школа № 37 г. Могилева»,
г. Могилев, Республика Беларусь,
zs-28@tut.by

В данной статье рассматривается современные природные и природно-антропогенные геоморфологические процессы в среде г. Могилева.

Ключевые слова: урбанизированные территории, геоморфологические процессы, геологическая среда.

Современные урбанизированные территории оказывают негативное воздействие на все компоненты природной среды. Даже такой относительно постоянный элемент, как геолого-геоморфологический субстрат, подвергается существенным изменениям в результате антропогенной нагрузки.

Показательным полигоном для изучения геоморфологических процессов, и, как следствие, антропогенных отложений и форм рельефа в условиях урбосистемы, представляется территория города Могилева.

Особенности климатических, физико-геологических условий, рельефа, распространение определенных комплексов горных пород и расположение тектонических структур контролируют распространение различных геологических процессов. Могилевская область находится на западе древней Восточно-Европейской платформы, в той части, которая называется Русской плитой. Территория г. Могилева и окрестностей находится в пределах Могилёвской мульды Оршанской впадины. В строении платформенного чехла участвуют отложения дальсландского, нижнебайкальского, герцинского и киммерийскоальпийского структурных комплексов. Геологическое строение территории характеризуется наличием двух различных комплексов пород, которыми сложен кристаллический фундамент и осадочный чехол. Кристаллический фундамент в основном сложен метаморфическими породами: гнейсами, различными типами сланцев, кварцитами и амфиболитами. Существенную роль играют магматические породы – различные типы гранитов, диориты и диабазы.

К основным природным геоморфологическим процессам, изменяющим геологическую среду г. Могилева и окрестностей, можно отнести следующие:

1. Оползни (до 2–3 м).

2. Эрозионные образования (оврагообразование и плоскостной смыв) в результате геологической работы временных водотоков – овраги, балки, промоины – процессы интенсивно протекают на крутых склонах оврагов.

3. Гидрогеологические условия – связаны с залеганием водоносного горизонта на глубине 1–2 м (подтопление) и залегание водоносного горизонта на глубине до 1 м (подтопление, заболачивание), особенно в пойме р. Днепр.

4. Водная эрозия – приводит к абразии руслового берега р. Днепр в период ледохода, схода паводковых вод, в результате ударной волны при судоходстве.

5. Геологическая деятельность постоянных водотоков проявляется в процессе размывающей и аккумулятивной деятельности.

6. Ветровая эрозия обусловлена воздействием ветрового потока на поверхность, не покрытую растительностью (обнаженные склоны в пределах речных долин и т. д).

7. Суффозия – эрозионный процесс вымывания водой микрочастиц из растворимых горных пород, сопровождающийся образованием полостей, что приводит к проявлению просадочных явлений в долине и пойме р. Днепр.

В настоящее время деятельность человек оказывает жесткий возрастающий прессинг на природную среду. Это порождает новые экологические, в том числе геоэкологические проблемы, в связи с чем назрела острая необходимость оценки риска опасных экзогенных геологических процессов, как в региональном, так и в локальном масштабах. Существование геологических рисков на урбанизированных территориях связано с развитием природных и техноприродных опасных процессов, резко активизирующихся с ростом городов.

Для городских территорий с преобразованным рельефом и развитием антропогенных отложений требуется разработка комплекса мер, направленных на рациональное природопользование.

Многие участки в границах г. Могилева считаются геоэкологически проблемными. Естественные и техногенные факторы находятся под взаимным влиянием, что негативно сказывается на инженерно-геологических условиях территории и, как следствие этого, отражается на состоянии инженерных сооружений. Основные мероприятия по стабилизации опасных природных процессов в городской среде сводятся к следующему:

1. Следует контролировать работы по созданию отрицательных форм рельефа. Например, при консервации карьерных разработок по добыче строительного сырья (песка), требуется проведение рекультивации. Образование котлованов при строительных работах и подсыпка склонов нарушают устойчивость, что ведет к активизации оползневых и эрозионных процессов.

2. Мониторинг развития и предотвращения склоновых процессов. С помощью терасирования возможно предотвратить сползание грунта, так как снижается крутизна уклона, ему придается более устойчивая форма. Чтобы замедлить или прекратить рост оврагов, следует перегораживать их долины, начиная от верховий, поперечными препятствиями, которые замедляли бы сток воды. Еще лучше ликвидировать в зародыше рытвины и промоины. Сохранение имеющейся растительности, высадка дополнительных деревьев и кустарников, одернение склонов помогут минимизировать риски развития эрозионных процессов. Например, фиксация склона укрепляющей конструкцией – габионом, или укрепление геосеткой для армирования склонов в целях предупреждения развития склоновых процессов.

Местные жители частной застройки по правому берегу р. Дубровенка самостоятельно ведут активную борьбу со склоновыми процессами – ограждение склона бетонной стеной, либо камнем, либо плетнем из веток, либо иным путем.

3. Для предотвращения водной эрозии в долине р. Днепр и малых рек (Дубровенка, Дебря, Струшня) и разрушения береговой линии предусматривается укрепление железобетонными плитами, каменной наброской.

В целях защиты от водной эрозии почвенного покрова городской территории выполняются мероприятия по организованному отводу и регулированию поверхностного стока, что обеспечивается развитием ливневой канализации и специальных сооружений (прокладка канав, водоотводные желобов или лотков, труб).

4. Неблагоприятные для строительства инженерно-геологические районы можно использовать в рекреационно-оздоровительных целях, формируя озелененные территории общего пользования. Например, строительство городского парка культуры и отдыха в Подниколье в пойме Днепра.

При выборе площадки для строительства на территории с неблагоприятными гидрогеологическими характеристиками строительство возможно только при проведении соответствующих инженерно-геологических мероприятий для предотвращения возможных деформаций зданий и сооружений (забивка свай, укладка железобетонных подушек и др.).

5. Рекультивация отработанных песчаных карьеров в долине р. Днепр в микрорайоне Фатина и около дер. Половинный Лог в места отдыха.

6. Сохранение в естественном состоянии лесных массивов и формирование на пойменных территориях озелененных территорий общего пользования с низкими рекреационными нагрузками и минимальным уровнем благоустройства позволит максимально сохранить биологическое и ландшафтное разнообразие природных комплексов.

Таким образом, своевременное исследование современных природных и природно-антропогенных геоморфологических процессов в г. Могилеве и окрестностях позволит минимизировать риски развития опасных геологических процессов, обеспечит устойчивое развитие городской системы и комфортное проживание населения.

Список литературы

1. Геологическая деятельность поверхностных текучих вод [Электронный ресурс] // Общая география – Режим доступа: https://bookonlime.ru/lecture/glava-6-geologicheskaya-deyatelnost-poverhnostnyh-tekuchih-vod – Дата доступа: 26.04.2024.

2. Геологическая деятельность человека [Электронный ресурс] // Общая география – Режим доступа: https://studfile.net/preview/9454928/page:2/ – Дата доступа: 25.04.2024.

A. I. SHCHIPETS, T. S. LISINA

MODERN NATURAL AND NATURAL-ANTHROPOGENIC GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES CHANGING GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF MOGILEV

Secondary School № 37 of Mogilev,
Mogilev, Republic of Belarus,
zs-28@tut.by

This article examines modern natural and natural-anthropogenic geomorphological processes in the environment of the city of Mogilev.

Key words: urbanized areas, geomorphological processes, geological environment.

УДК 911.2

В. А. ЭРЗИНА, Л. В. ГОРЕЛАЯ

ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛИНЫ МАЛОЙ РЕКИ ЧЁРНЫЙ ОВРАГ

ГКОУ МО «Хотьковская школа-интернат»,
дер. Жучки, Московская область, Российская Федерация,
verona.mkrgo@mail.ru, lyuba.mkrgo@mail.ru

Неподалеку от нашей школы в речку Ворю впадает маленькая река. Мы впервые посетили еще в прошлом году, весной и узнали, что местные жители называют её Черный Овраг, потому что там в XVI веке прятались разбойники. На современных картах река значится как безымянный водоток, в интернете отсутствуют данные о длине реки, месте истока, расходе воды и т.д.

Ключевые слова: малая река, речная долина, школьное исследование.

В рамках проводимого нами исследования мы поставили своей целью исследовать реку Чёрный овраг.

В соответствии с целью нами были поставлены следующие задачи:

– обследовать русло реки Чёрный овраг;
– установить исток реки;
– расчистить русло реки от валежника;
– провести гидрологические исследования;
– построить карту долины реки Чёрный Овраг.

Объект исследования: река Чёрный Овраг

Предмет исследования: строение речной долины реки Чёрный Овраг.

Методы исследования: метод анализа литературных источников, наблюдение, полевые методы, методы камеральной обработки статистических данных, экспедиция.

Территория исследования (долина реки Чёрный Овраг, рисунок 1) расположена на территории Сергиево-Посадского городского округа Московской области, на землях лесного фонда, исток (предположительно) в болоте близ Пенькового озера (местный топоним), расположен близ посёлка железнодорожной станции Жёлтиково (БМО). Река протекает в юго-западном направлении, восточнее деревни Стройково, впадает в реку Ворю после села Ахтырка. Расстояние по карте по прямой составляет 4,5 км. Река сильно меандрирует на всем пути, территория густо разбита овражно-балочной сетью.

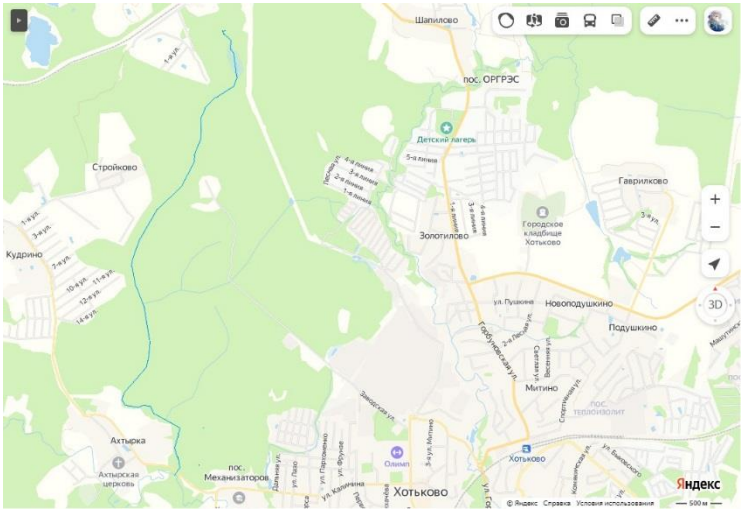


Рисунок 1 – Картосхема территории исследования

Нами был совершён ряд экспедиций зимой, весной и летом, в результате которых была обнаружена сильная естественная замусоренность русла реки валежником, особенно в районе устья реки при впадении в Ворю, что стало помехой к сбору картографических данных. Так на первый план вышла задача по расчистке русла реки от упавших деревьев. В результате проведенных мероприятий по расчистке русла реки по состоянию на 30 июня нами было расчищено 500 м русла реки (около 10 % протяженности водотока) (рисунок 2). Мероприятия по расчистке в летний период осложняются труднодоступностью территории исследования, обилием лесных завалов и малым количеством участников из-за летних каникул.

Рисунок 2 – Расчистка русла малой реки Чёрный овраг

На расчищенном участке реки нами были проведены картографические исследования, по результатам которых была построена картосхема участка реки в масштабе 1:100 (рисунок 3). В дальнейшем картографирование территории реки будет продолжена с дальнейшей расчисткой завалов русла.

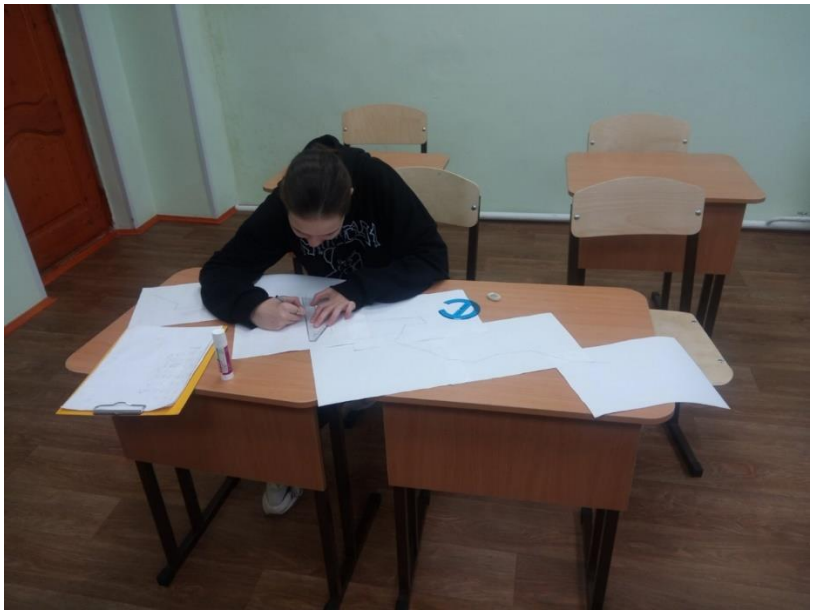


Рисунок 3 – Построение картосхемы малой реки Чёрный овраг

Наша работа по обозначенной теме только начата, поэтому еще нет конкретных результатов, мы планируем составить полную карту территории исследования, выполнить гидрологическую характеристику малой реки, на основании чего планируем присвоить реке историческое название.

Список литературы

1. Яндекс карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/maps/10738/lubercy/?ll=37.893328%2C55.676745&z=14. – Дата доступа: 23.05.2024.

2. Гидрография [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Гидрография – Дата доступа: 25.06.2024.

3. Левин В., Смирнов В. Природа и экология Сергиево-Посадского района, 2003.

V. A. ERZINA, L. V. GORELAYA

RESEARCH OF THE SMALL RIVER VALLEY BLACK ROVINE

Khotkovskaya boarding school,
Zhuchki, Moscow oblast, Russia Federation,
verona.mkrgo@mail.ru, lyuba.mkrgo@mail.ru

Not far from our school, a small river flows into the Voryu River. We visited for the first time last year, in the spring, and learned that locals call it Black Ravine because robbers hid there in the 16th century. On modern maps the river is listed as an unnamed watercourse; there is no information on the Internet about the length of the river, source location, water flow, etc.

Key words: small river, river valley, school research.

УДК 502.4

Н. В. ЮРКЕВИЧ, Н. М. СЕМЁНОВА

РЕКРЕАЦИЯ В РАЙОНЕ КАПЧАГАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Российская Федерация, nickyurkevich@mail.ru, nmsemnv@mail.tomsknet.ru

В работе приводятся данные о состоянии развития рекреационной и туристической инфраструктуры в районе Капчагайского водохранилища. Выявлены объекты, требующие первоочередного внимания для улучшения условий проживания и отдыха туристов.

Ключевые слова: Капчагайское водохранилище, туризм, рекреация.

Капчагайское водохранилище, созданное в результате строительства плотины Капчагайской ГЭС в период с 1965 по 1970 годы, является ключевым элементом инфраструктуры Республики Казахстан, предназначенным для регулирования стока реки Или (рисунки 1, 2). Необходимость в его создании была обусловлена сложностями, возникающими при использовании реки для орошения долины из-за низкого уровня воды. Водохранилище с максимальной длиной в 180 км, шириной в 22 км и глубиной до 45 метров занимает почетное второе место по площади среди водоемов страны, уступая лишь Бухтарминскому водохранилищу на реке Иртыш. Благодаря созданию Капчагайского водохранилища, в дельте реки Или произошло формирование комплекса водно-болотных угодий, способствующих гнездованию многочисленных видов птиц, что значительно обогатило биоразнообразие данной территории.

Рисунок 1 – Капчагайское водохранилище на реке Или [1]

Капчагайское водохранилище оказывает значительное влияние на прилегающие территории, включая Национальный парк «Алтын-Эмель», который расположен вдоль северо-восточной прибрежной зоны водохранилища. Основная цель парка заключается в сохранении ключевых и уникальных мест обитания, особенно копытных животных, а также колониальных и водоплавающих птиц поймы реки Или и северо-восточного побережья Капчагайского водохранилища. Эта территория характеризуется ограниченной

хозяйственной деятельностью в пределах акватории водохранилища. Кроме того, водохранилище вносит вклад в красоту и географическое разнообразие местности, распространяя свое влияние на горы Шолак, которые являются западной оконечностью Джунгарского Алатау [2].

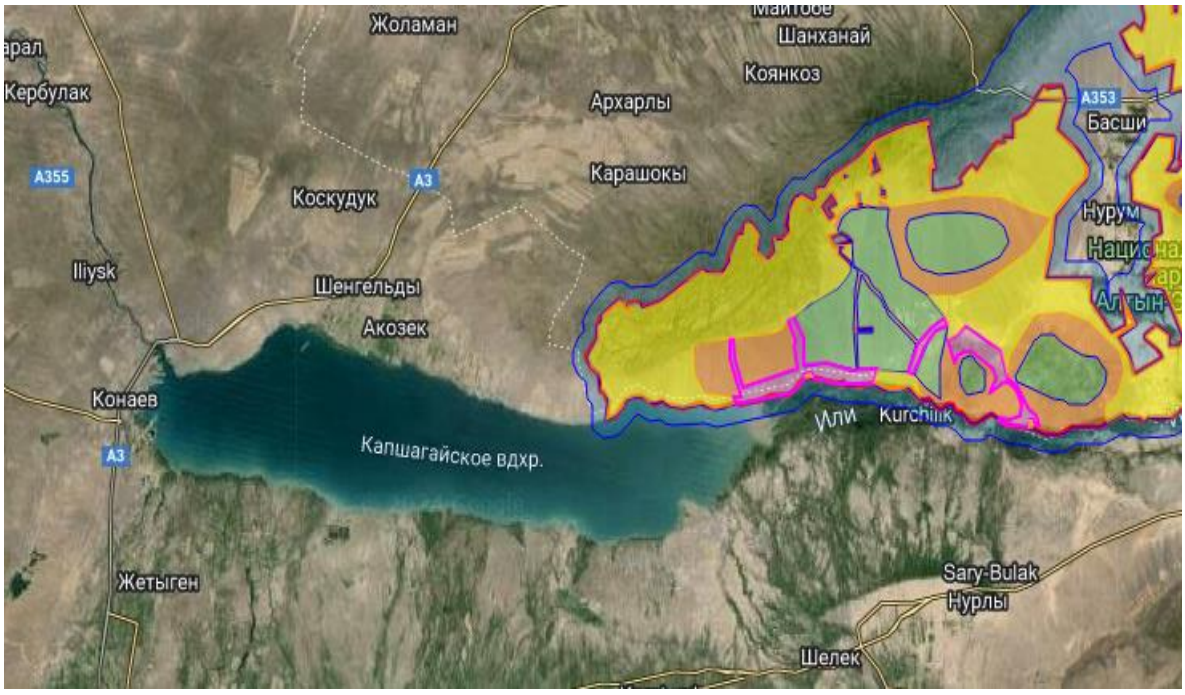


Рисунок 2 – Принадлежность Капчагайского водохранилища к ООПТ [2]

По характеру почвенного покрова и растительности южное побережье водохранилища схематически подразделяется на 4 района (рисунок 3). Первый район – это низкая заболоченная и засоленная местность. Используется в местном животноводстве как кормовые угодья. Этот район менее подвержен прямому влиянию водохранилища, однако проблемы, связанные с заболачиванием и засолением, могут усугубляться из-за изменения водного режима в результате эксплуатации водохранилища. Экологические и консервационные усилия здесь должны сосредоточиться на восстановлении и сохранении уникальных влажных экосистем.

Второй район – обширная довольно плоская равнина. Эти территории представляют собой кормовую базу местного животноводства, а также используются как охотничьи и природоохранные объекты. Учитывая его расположение, этот район испытывает большее влияние от водохранилища, особенно в плане изменения уровня грунтовых вод и влияния на рекреационную активность. Развитие экотуризма в этом районе способствует повышению осведомленности об экологических ценностях и уникальности природы.

Третий район по хозяйственному использованию это в основном пастбища, в южной части района есть орошаемые пахотные почвы. Влияние водохранилища на этот район двойственный, поддерживая орошаемое земледелие, но также создавая риск перенасыщения водой и засоления. Управление водными ресурсами и развитие устойчивых практик в сельском хозяйстве и животноводстве становятся ключевыми аспектами для этого района.

В четвёртом районе распространены бугристые пески, значительного хозяйственного значения не имеет. В самой западной части северного побережья расположена современная зона отдыха. Несмотря на отсутствие значительного хозяйственного значения, этот район играет важную роль в сохранении биоразнообразия и поддержке экосистем, подверженных влиянию водохранилища. Инициативы по восстановлению и охране помогут повысить его экологическую и рекреационную ценность [1].

Рисунок 3 – Схема районирования побережья Капчагайского водохранилища [1]

Происходит значительное заиливание реки и водохранилища в связи с высоким содержанием ила в речной воде. В связи с этим ухудшаются условия воспроизводства популяции рыб в Капчагайском водохранилище.

Кроме своей основной функции в области гидроэнергетики и аграрного орошения, Капчагайское водохранилище стало значимым центром рекреации. Благодаря своим обширным размерам и живописным пейзажам, оно привлекает любителей активного отдыха, водных видов спорта, рыбалки и пляжного отдыха. Развитие инфраструктуры вокруг водохранилища, включая гостиницы, курорты и развлекательные комплексы, способствует росту туризма в этом районе (таблица 1).

Таблица 1 – Рекреационная инфраструктура по районам [3]

Район	Вид туризма	Проблемы	Рекомендации
Первый район	Экологический	Деградация влажных экосистем, заболачивание и засоление	Организация экологического просвещения населения для сохранения влажных экосистем
Второй район	Экстремальный	Перенаселенность и деградация природных территорий в выходные и праздничные дни	Разработка туристских маршрутов и троп для экстремальных видов спорта и активностей
Третий район	Познавательный	Недостаток инфраструктуры для познавательного туризма, ограниченный доступ к информации о природе и истории региона	Реконструкция и обустройство комплекса на роднике Ш. Уалиханова для познавательных программ
Четвертый район	Пляжный	Отсутствие современных удобств, нерегулированное использование пляжей, недостаточное водо- и электроснабжение	Строительство и реконструкция гостевых домов, душевых кабин для развития пляжного туризма

Развитие туристической инфраструктуры стало предметом научного исследования, направленного на необходимости баланса между развитием туризма и сохранением природной среды водохранилища, чтобы обеспечить долгосрочную жизнеспособность ресурса как

для местных жителей, так и для приезжающих туристов. Особое внимание уделяется экологическому туризму, сохранению биоразнообразия, а также необходимости сочетания развития рекреации с охраной природных и культурных ценностей.

Согласно Мастер-плану развития туризма Алматинской области к самым популярным туристским объектам, по мнению 93% жителей города Алматы, относится Капчагайское водохранилище [3].

Регион привлекателен для всех видов туризма: экологического, экстремального, познавательного, пляжного. Почвы пригодны для озеленения, с частичной заменой почвенного слоя. В настоящее время зоны отдыха на северном и юго-западном побережье занимают 2632,5 га, здесь расположено более 400 рекреационных объектов. Все объекты находятся в частной собственности. Для инвестиционной привлекательности строительства город Капчагай (ныне Конаев) задуман как центр туризма и отдыха, постоянно привлекающий поток туристов [4].

Необходимо внедрение системы регулирования потока туристов с учётом рекреационной емкости природных территорий. Это включает разработку туристских маршрутов и троп с последующим их обустройством и обеспечением безопасности посетителей. Эта мера наиболее актуальна для второго района, где обширные равнинные территории могут привлекать большое количество посетителей и туристов, особенно в выходные и праздничные дни. Развитие туристских маршрутов и троп с учётом рекреационной емкости поможет сбалансировать нагрузку на природу и обеспечить безопасность посетителей.

Применение принципов создания условий для регулируемого туризма и отдыха путём строительства новых и реконструкции существующих объектов с современными удобствами. В рамках развития туристской инфраструктуры на побережье Капчагайского водохранилища планируется строительство комплексов турсооружений, включающих гостевые дома, душевые кабины, а также предусмотрена аренда туристического снаряжения, кухонь, туалетов, и душевых кабин. Для водообеспечения и электроснабжения этих объектов необходимо будет провести бурение скважин и обустройство территории, включая установку раздельных мусоросборников и площадок для сбора мусора. Также, важным аспектом является необходимость согласования вопросов благоустройства пляжной инфраструктуры с соответствующими пользователями водной акватории и государственными органами, поскольку водная акватория Капчагайского водохранилища на этих участках не принадлежит национальному природному парку. Применение этих принципов особенно целесообразно в четвертом районе, который в настоящее время не имеет значительного хозяйственного значения. Строительство и реконструкция туристических объектов с современными удобствами может привлечь в этот район больше туристов, тем самым способствуя его развитию и повышению экономической ценности. Применение этих принципов особенно целесообразно в четвертом районе, который в настоящее время не имеет значительного хозяйственного значения.

Реализация мероприятий по экологическому просвещению и развитию экотуризма, включая реконструкцию и обустройство комплексов с информационными стендами и смотровыми площадками, а также разработку и внедрение программ экотуризма. Это касается всех районов и особенно важно для мест, где развивается экотуризм. Меры по экологическому просвещению помогут посетителям лучше понять ценность и уязвимость природных территорий, способствуя формированию ответственного подхода к природе. Дополнительно, планируется реконструкция и обустройство комплекса турсооружений на роднике Ш. Уалиханова, включая установку смотровой башни, беседок, инфотабло, передвижной кухни, а также реконструкцию самого родника. Предусмотрены меры для обеспечения необходимой инфраструктуры, такие как водо- и энергоснабжение, канализация, обустройство территории, установка раздельных мусоросборников и площадок под сбор мусора, туалетов и автопаркингов [1, 3].

Эти мероприятия направлены на развитие и улучшение туристской и рекреационной инфраструктуры Капчагайского водохранилища, создание условий для привлечения

туристов и удобства отдыхающих. Разработка и улучшение рекреационной и туристической инфраструктуры в районе Капчагайского водохранилища являются ключевыми факторами для привлечения туристов и создания благоприятных условий для отдыха. Создание и улучшение условий для отдыха и туризма способствуют привлечению посетителей и развитию экологического туризма, что, в свою очередь, имеет положительное влияние на сохранение уникальных природных комплексов и культурного наследия. В дальнейшем, усиление фокуса на развитие инфраструктуры и предоставление качественных услуг станет ключевым фактором в укреплении позиций региона как ведущего туристического и рекреационного направления.

Список литературы

1. Стародубцев, В. М. Формирование новой дельты реки Или в Капчагайском водохранилище / В. М. Стародубцев, В. А. Богданец // Аридные экосистемы. – 2010. – Т. 16, № 4(44). – С. 25-29.

2. ООПТ Республики Казахстан [Электронный ресурс] // Особо охраняемые природные территории. – Электронные данные. – Алматы, 2021. – URL: https://www.oopt.kz (дата обращения: 23.11.2023).

3. Корректировка технико-экономического обоснования государственного национального природного парка «Алтын-Эмель» в части генерального плана развития инфраструктуры экотуризма // ТОО «Жарияшы», г. Алматы. 2020. С. 122

4. Нагиева О.Б. Природные опасности прибрежной зоны Капчагайского водохранилища // Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, г. Алматы. 2013

N. V. YURKEVICH, N. M. SEMENOVA

RECREATION IN THE AREA OF KAPCHAGAI RESERVOIR

National Research Tomsk State University,
Tomsk, Russia Federation,
nickyurkevich@mail.ru, nmsemnv@mail.tomsknet.ru

This article provides data on the state of development of recreational and tourist infrastructure in the area of Kapchagai reservoir. The objects requiring priority attention for improvement of living conditions and rest of tourists are revealed.

Key words: Kapchagai reservoir, tourism, recreation.

УДК 91.004(06)

С. Р. ЮСУПОВА, Н. В. ЧУВИКОВ, И. В. СОКОЛОВА, В. Г. ЗАЙЦЕВ,
М. А. ПЕЧЕНЕВСКИЙ, К. С. СТАНИСЛАВСКИЙ, И. В. ГОЛОВКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЛАНДШАФТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НА ЮГЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация,
syusupova@sfedu.ru

В настоящее время ГИС-технологии применяются практически во всех областях природопользования. В данной работе обобщается и систематизируется большой блок информации, который позволяет дать оценку насколько ГИС-технологии эффективны и применимы в решении задач на юге европейской территории России.

Ключевые слова: цифровая модель рельефа, ГИС технологии, моделирование осадков, поверхностный сток, лазерное сканирование.

Введение. В современном мире ГИС-технологии играют важную роль во многих сферах деятельности, включая природопользование и управление природными ресурсами. Геоинформационные системы (GIS) представляют собой инструмент, позволяющий работать с пространственными данными, анализировать их и визуализировать, что делает их незаменимыми при решении задач в области природопользования. ГИС позволяет собирать и обрабатывать данные о природных ресурсах, их состоянии и использовании, что дает возможность принимать более обоснованные решения в сфере управления природными ресурсами и охраны окружающей среды [1].

Одной из ключевых областей применения геоинформационных систем является мониторинг окружающей среды и оценка ее состояния. С помощью GIS создают карты загрязнений, определяют источники загрязнений, оценивают их воздействие на окружающую среду, а также разрабатывают меры для снижения негативного воздействия на природу. Геоинформационные системы также используются для планирования и управления территориями, включая землеустройство, градостроительство, планирование инфраструктуры и т. д. GIS также позволяют анализировать пространственные данные и делать прогнозы в сельском хозяйстве и многих других областях [2].

Объектом исследования настоящей работы является территория европейского Юга России. Цель работы – анализ и определение специфики применения ГИС-технологий в гидрологии, геоботанике, мониторинге ООПТ и ландшафтов на территории Европейского юга России. Актуальность данной работы обусловлена тем, что нерациональное активное использование разнообразных природных ресурсов приводит к деградации плодородных земель, вод, ландшафтов, сокращению видового разнообразия экосистем. Район исследования требует систематизации информации по применению ГИС-технологий в различных сферах для эффективного использования и управления богатых ресурсами земель.

Район исследования включает в себя три области – Ростовская, Астраханская и Волгоградская, два края – Краснодарский и Ставропольский, а также восемь республик – Калмыкия, Дагестан, Чеченская, Кабардино-Балкарская, Карачаево-Черкесская, Ингушетия, Северная Осетия – Алания и Адыгея, которые слагают юг европейской территории России (ЕТР). Эта территория интересна сочетанием зачастую противоположных природных факторов, с одной стороны здесь степи и полупустыни, а с другой нивальные луга и леса, также здесь присутствуют равнинные и бурные горные реки, соленые и пресные озера.

Материалы и методы исследования. В настоящей работе, с помощью электронных библиографических баз данных был осуществлен подбор литературных источников,

посвященных проблемам использования ГИС-технологий в различных областях природопользования на юге европейской территории России. Использовались такие ключевые слова, как «ГИС», «ГИС-технологии», «ДЗЗ», «Landsat», «применение ГИС» и их англоязычные аналоги. Далее содержание статей анализировалось, определялись общие закономерности, по которым работы группировались, затем выделялись основные встречающиеся в литературе направления применения ГИС-технологий, добавились недостающие и эта информация была сведена воедино.

Научные статьи, затрагивающие тему применения геоинформационных систем на юге ЕТР были разделены на 7 предметных областей: гидрология, геоботаника, ландшафтные исследования, мониторинг окружающей среды, сельское хозяйство, охрана природы и территориальное планирование (рисунок 1).

Рисунок 1 – Области применения ГИС на юге ЕТР

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенный анализ показал, что исследования преимущественно проводились на территории Волгоградской и Астраханской областей (рисунок 2). Недостаточное количество исследований по применению ГИС-технологий наблюдается на территории Краснодарского края, Ростовской области, Ставропольского края, республике Калмыкия, а также на территории всех республик Северного Кавказа.

Отметим, что в части работ геоинформационные системы применяют для изучения рек и других водных объектов: озер, водохранилищ и морей. Это очевидно, учитывая тот факт, что на выбранной территории протекает 3 крупные реки (Волга, Дон, Кубань) с их притоками, которые принадлежат двум бассейнам Азово-Черноморскому и Каспийскому. Дешифрирование космических снимков спутниковой системы Landsat используется для проведения оценки изменения береговой линии и общих морфометрических характеристик водных объектов, а также опасных явлений, например, русловых деформаций [3, 4]. Также аэрокосмические методы исследования позволяют современным ученым изучить динамику изменения морского края дельты реки, провести спектрометрирование местности или разработать систему мониторинга, прогнозирования и раннего оповещения о наводнениях [5, 6]. Авторами Дерюгиной и др. в 2023 была разработана и запущена в эксплуатацию система мониторинга, прогнозирования и раннего оповещения о наводнениях «ГИС Волга». В созданной системе данные из разных подразделений Росгидромета и других открытых источников объединяются в единую информационную территориально-распределенную веб-систему, к которой может получить доступ любой пользователь, имеющий доступ в Интернет [7].

Юг европейской территории России – преимущественно сельскохозяйственный регион. Здесь важен мониторинг за состоянием почв, а также разработка мероприятий по сохранению их плодородия, примером такой работы является проектирование защитных

лесополос, которые при небольших затратах увеличивают урожайность с сельскохозяйственных угодий. Эта мера необходима для территорий с сильной ветровой эрозией [8]. Еще одним примером использования данных ГИС и ДЗЗ является работа Силовой В. А., где по тону почвы на космоснимке определяют количество органического вещества в почве, а также ее минералогический состав [9]. При помощи ГИС проводится расчет не только индексов растительности, но также и математическая обработка полученных данных. После проведения дешифрирования современные геосистемы позволяют рассчитать процент площади зарастания на исследуемом участке [10].

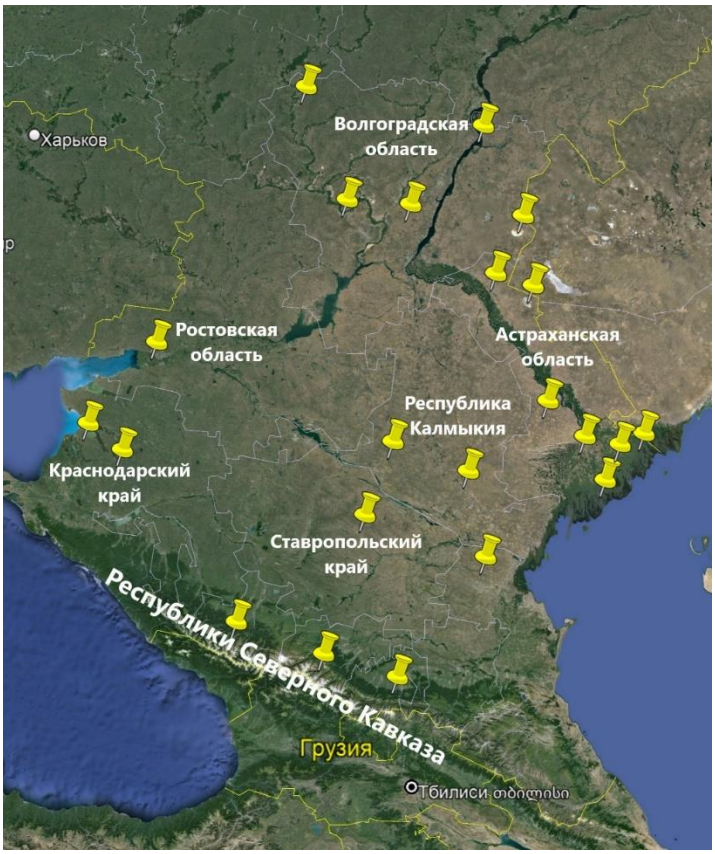


Рисунок 2 – Области применения геоинформационных методов

На рассматриваемой территории расположены многие крупные ООПТ, в их числе Астраханский природный заповедник, Кавказский биосферный заповедник, Богдинско-Баскунчакский заповедник, природный резерват «Эльтонский» и многие другие. В том числе и на их территории благодаря ГИС фиксируются изменения земельно-ландшафтного покрова, рассчитывается площадь водосборного бассейна и разрабатывается зонирование ООПТ, такая задача была решена в работе И. Ю Калюжной и др. где была обозначена основная зона резервата «Эльтонский», буферная, пешеходная, крайние точки и границы [11, 12].

Использование данных статистики и натурных наблюдений позволяют создать собственную геоинформационную систему, позволяющую решать частные задачи унификации данных, также такие системы используют для создания и заполнения экологического атласа территории [13]. Важной областью применения ГИС и ДЗЗ для Калмыкии, Дагестана и Ставрополья является борьба с опустыниванием. При помощи анализа космических снимков строятся карты опустынивания, рассчитываются существующие площади опустыненных участков и выполняет прогнозирование, применение современных технологий доказывает, что дистанционные методы мониторинга опасных явлений намного дешевле и эффективнее, чем натурные наблюдения [14, 15].

Корректное использование геоинформационных систем, позволяет строить прогнозы по просадке или вымыванию грунтов и пород и составлять карты распространения этих опасных явлений, а также разрабатывать ряд защитных мероприятий [16, 18]. Часто используемы ГИС-технологии в дистанционном мониторинге ландшафтов, что подразумевает получение данных путем дешифрирования аэроснимков и построения на их основе цифровой модели рельефа в Global Mapper и дальнейшей их обработки в MapInfo. Так, в работе А. С. Рулева [17] и др. проведена оценка состояния агролесоландшафтов, основанная на наблюдениях за изменением их пространственной изменчивости и темпом деградации.

Была составлена карта-схема пространственного распределения различных областей применения ГИС и ДЗЗ на Юге ЕТР (рисунок 3).

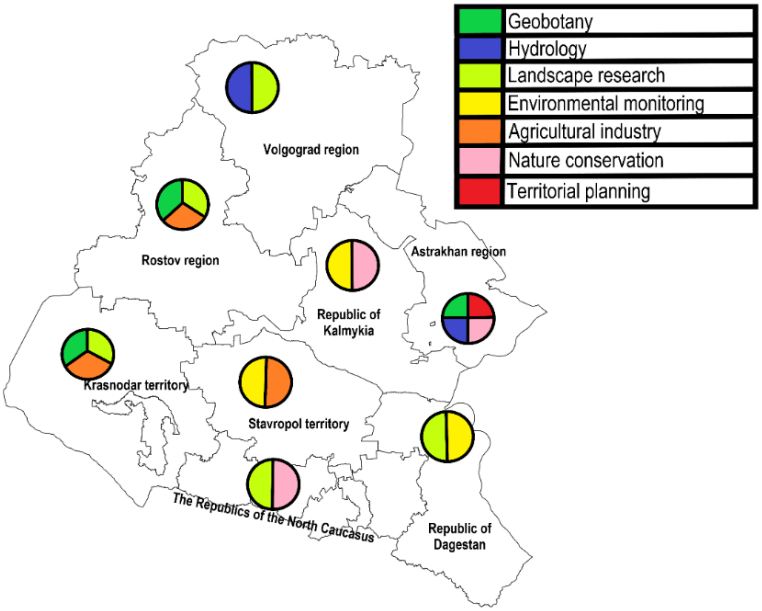


Рисунок 3 – Преобладающие направления применения геоинформационных технологий

Отметим, что в Астраханской области преобладают исследования, связанные с водными объектами, охраной природы, территориальным планированием, а также геоботаникой. Для Ростовской области и Краснодарского края характерны ландшафтные и геоботанические исследования вкупе с сельским хозяйством. В Волгоградской области проводятся ландшафтные и гидрологические исследования. На Северном Кавказе преобладают исследования, связанные с ландшафтным изучением, вопросами охраны природы и мониторинга состояния окружающей среды. В Калмыкии и Ставропольском крае геоинформационные системы также применяются при осуществлении мониторинга ОС, охраны природы и изучении вопросов, связанных с сельским хозяйством.

Заключение. Обобщение и систематизация информации из литературных источников позволяют определить общие закономерности в использовании ГИС-технологий. Таким образом, преобладающим направлением исследований по применению ГИС-технологий на юге европейской территории России являются ландшафты. При этом исследования по территориальному планированию с помощью ГИС-технологий были проведены только в Астраханской области.

В рассмотренных научных работах определена эффективность и полезность применения ГИС-технологий в исследованиях земельных ресурсов с учётом климатических условий, которые характеризуются нечастым выпадением осадков и прохождением антициклонов и оказывают влияние на возможность получения качественных снимков с

высоким разрешением практически круглогодично. Это важно для проведения мониторинга земельных участков, оценки растительного покрова, гидрологических характеристик и других параметров, необходимых для принятия обоснованных управленческих решений. Кроме того, рельефное разнообразие, характеризующееся наличием горных участков, речных долин, степей и лесов, создает различные условия для использования земельных ресурсов. ГИС-технологии позволяют учитывать эти особенности при анализе и планировании использования земель, что способствует более точному и эффективному управлению природными ресурсами. В большинстве работ использовались данные космических систем Landsat и Copernicus. Дешифрирование снимков этих космических систем позволяет определить структуру земельных участков, качество растительного состава, важные гидрологические и природоохранные характеристики, а также помогает подобрать правильное управленческое решение при планировании территории.

Специфика применения ГИС-технологий на юге европейской территории России заключается в неоднородности территории. Для каждого региона определенные области применения ГИС-технологий является преобладающими в связи с природными особенностями – наличие развитой речной сети, опустынивания, горного и низменного рельефа и т. д.

ГИС технологии играют ключевую роль в обеспечении эффективного управления природными ресурсами, сохранении окружающей среды и обеспечении устойчивого развития территорий. Наиболее активно на юге европейской территории России ГИС применяют в области ландшафтных и геоботанических исследований, сельском хозяйстве, охране природы и мониторинге окружающей среды.

Список литературы

1. Калинин А. А., Географические информационные системы. Компьютерные технологии в землеустройстве. 114 (2021)
2. Бутрова Е. В., Меденников В. И., Кокуйцева Т. В., Ковков Д. В., Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ Т. 171(4), 53-64 (2019)
3. Поздняков Ш. Р., Иванова Е. В., Лапенков А. Е., Гузева А. В., Ревунова А. В., Известия АО РГО. 59(4), 58-67 (2020)
4. Матвеев Ш., Берденгалиев Р.Н., Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 80(5-4), 61-63 (2023)
5. Балдина Е. А., Лабутина И. А., Вестник Московского университета. География. Серия 5(2), 78-84 (2011)
6. Занозин В. В., Бармин А. Н., Занозин В. В., Геология, География и Глобальная энергия. 67(4), 96-101 (2017)
7. Дерюгина В. В., Симонов Ю. А., Колий В. М., Кухарский А. В., Интерэкспо ГеоСибирь. 4(1). 9-16 (2023)
8. Бондаренко К. С., Деревенец Д. К., Сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции. Краснодар. 31-36 (2022)
9. Силова В. А., Научно-агрономический журнал. 107(4), 17-19 (2019)
10. Баранова М. С., Кочеткова А. И., Брызгалина Е. С., Филиппов О. В., Природные системы и ресурсы. 12(1), 54-66 (2022)
11. Пуреховский А. Ж., Гуня А. Н., Колбовский Е. Ю., Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 16(2), 72-84 (2022)
12. Калюжная И. Ю., Калюжная Н. С., Леумменс Х.Д.Л.. ИНТЕРКАРТО. ИНТЕРГИС. 25(1), 337-351 (2019)
13. Солодовников Д. А., Шинкаренко С. С., Хаванская Н. М., Кукушкина Н. А., Юг России: экология, развитие. 17(1), 151-161 (2022)
14. Шабанов Д. И., Иолин М. М., Борзова А. С., & Агошкова Е. В.. Природные системы и ресурсы. №4(10) 48-56 (2014)

15. Романов В. А. Научно-агрономический журнал. №2(117), 25-29 (2022)
16. Колчин Е. А., Фокин А. Н., Абрамова И. Н., Орляхина А. В.. Вопросы степеведения. 12, 74-76 (2014)
17. Рулев А. С., Юферев В. Г., Кошелев А. В., Ткаченко Н. А.. Природные системы и ресурсы, 1(5), 51-58 (2013)
18. Полушковский Б. В., Турун П. П., Сутормина Э. Н., Белова А. В.. Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 14(3), 105-110 (2020)

S. R. YUSUPOVA, N. V. CHUVIKOV, I. V. SOKOLOVA, V. G. ZAYCEV,
M. A. PECHENEVSKY, K. S. STANISLAVSKY, I. V. GOLOVKOV

APPLICATION OF GIS-TECHNOLOGIES IN LANDSCAPE STUDIES I N THE SOUTH OF THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA

Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russia Federation,
syusupova@sfedu.ru

The paper describes an algorithm for building a surface runoff model, taking into account the relief and infrastructure conditions of the territory, which allows using the result for making engineering decisions and performing calculations. A group of spatial analysis and hydrology tools of geoinformation software products allows to realise this.

Key words: digital elevation model, GIS technologies, precipitation modelling, surface runoff, laser scanning.

УДК 574.24

Л. Я. ЯНГИРОВА, Г. А. ПЕТУХОВА

ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОВСА (*AVENA SATIVA*)

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»,
г. Тюмень, Российская Федерация,
Lianochka137@mail.ru

Исследование показало, что нефтяное загрязнение влияет на биохимические параметры овса. Содержание фенолов, флавоноидов, хлорофилллов, оснований Шиффа и диеновых конъюгатов снижаются при выращивании овса на почвах с нефтью. Это может негативно сказываться на росте и развитии растений, а также на урожайности.

Ключевые слова: нефтяное загрязнение, биохимические показатели овса, фенолы, флавоноиды, хлорофилл, основания Шиффа, содержание диеновых конъюгатов.

Введение. На сегодняшний день, проблема загрязнения почвы нефтепродуктами является одной из главных экологических проблем, которая оказывает негативное воздействие на экосистемы и экономику. Нефтепродукты, такие как бензин, масла, нефть, содержат вредные вещества, которые могут накапливаться в почвах, снижая плодородие и качество почвы, а также уменьшая урожайность сельскохозяйственных культур [3]. В рамках данной работы был проведен эксперимент по выращиванию овса на почве, загрязненной нефтью. Целью эксперимента было исследование влияния нефтепродуктов на различные биохимические параметры растений, такие как: фенолы, флавоноиды, концентрация хлорофилла, основания Шиффа и содержание диеновых конъюгатов. Получение данных о влиянии нефтезагрязнения на биохимические показатели овса имеет большую актуальность, поскольку позволяет оценить ущерб от нефтезагрязнения сельскохозяйственных культур и уменьшить экологический ущерб, вызванный загрязнением.

Материал и методы. Для проведения эксперимента была использована почва с ряда месторождений Тюменской области, с участков с разной степенью нефтяного загрязнения, которую одинаковыми объемами перенесли в контейнеры. В качестве контрольной группы использовалась почва без загрязнения. Растения были выращены в течение 30 дней, после чего была проведена оценка биохимических параметров.

Для проведения исследования было выбрано 5 вариантов эксперимента с почвами разной степени нефтезагрязнения. Опыт проводился с использованием не менее 1 000 семян в каждом варианте, выращенных на почве с соответствующим уровнем загрязнения. В каждом экспериментальном варианте были измерены следующие показатели: фенолы [8], флавоноиды [7], концентрация хлорофилла [11], содержание оснований Шиффа и диеновых конъюгатов [10].

Все варианты эксперимента были разделены на следующие группы по степени загрязнения почвы, на которой происходило выращивание овса:

– контроль (чистая почва);
– 1,0–1,29 % нефти в почве;
– 1,3–1,59 % нефти в почве;
– 1,6–2,0 % нефти в почве;
– менее 5 % нефти в почве.

Статистическую обработку данных проводили по стандартной методике при помощи программы Statistica. Достоверность различий, сравниваемых результатов выявили по *t* критерию Стьюдента. Различия считали статистически достоверными при $p < 0{,}05$.

Результаты и обсуждение. Хлорофилл – основной пигмент растений, отвечающий за осуществление фотосинтеза. Кроме того, в состав хлорофилла входят химические соединения, такие как хлорофилл А и хлорофилл В, которые способны поглощать свет различных длин волн. Также, растения содержат каротиноиды, которые играют важную роль в поглощении световой энергии и фотопротекции [6]. Изучение концентрации этих пигментов позволяет получить информацию о процессах фотосинтеза и физиологическом состоянии растений.

Для определения концентрации хлорофила и каротиноидов в листьях овса использовался спектрофотометрический метод. Измерения проводились на трех длинах волн: 662 нм (Хлорофилл А), 644 нм (Хлорофилл В) и 440 нм (Каротиноиды). В качестве контроля использовалась пустая пробирка без образца листа [11].

Согласно данным (рисунок 1), статистически значимое понижение хлорофиллов обоих видов и содержание каротиноидов было выявлено в группе овса, выращенного на почве с концентрацией нефти в 1,3–1,59 %, а также с критически высоким содержанием нефти в составе < 5 %.

Таким образом, результаты опыта демонстрируют зависимость концентрации хлорофила А, хлорофила В и каротиноидов в листьях овса от концентрации нефти, на которой был выращен овёс. Эти данные могут быть использованы для более глубокого понимания процессов фотосинтеза и определения физиологического состояния растений.

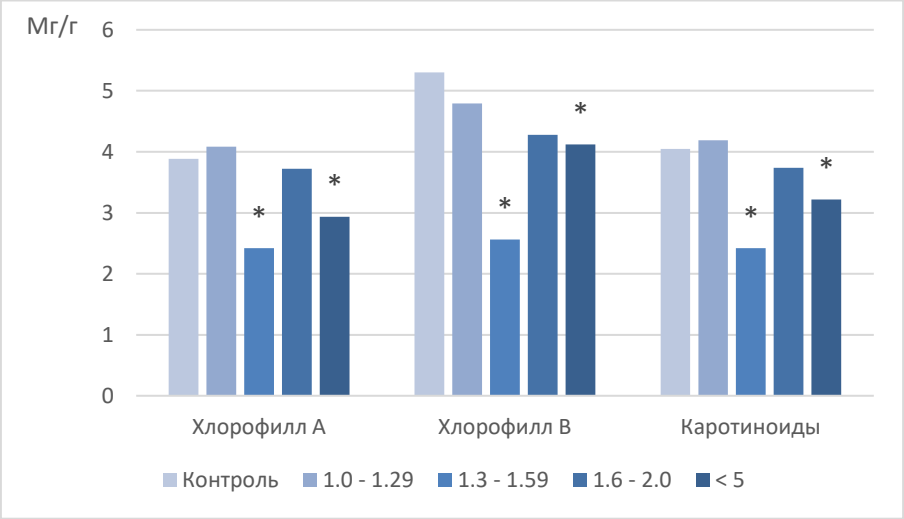


Рисунок 1 – Концентрация хлорофилла А, хлорофилла В и каротиноидов в листьях овса, содержащегося на нефтезагрязненной среде. Примечание: * – статистически достоверное различие между контролем и вариантом эксперимента при (p < 0,05)

Фенолы – это группа химических соединений, которые являются антиоксидантами и имеют антимикробные свойства. Они находятся в листьях овса и других растениях. Измерение уровня фенолов в листьях овса имеет важное значение с биохимической точки зрения, поскольку фенолы являются ключевыми антиоксидантами и фитонцидами. Они играют роль в защите растений от вредителей, болезней и стрессовых условий, таких как высокая температура или засуха [4]. Таким образом, измерение уровня фенолов в листьях овса помогает понять, насколько растение способно противостоять стрессовым условиям и сохранить свою продуктивность.

Для определения концентрации фенола (рисунок 2) в листьях овса использовался метод титрования [1]. И как видно из результатов опыта статистически значимо от Контроля отличаются две группы овса, выращенного на почве, загрязненной нефтью: уменьшение

содержания фенолов происходит у группы с концентрацией нефти в почве 1,0–1,29 % и с концентрацией – 1,6–2,0 %. При критически высоких концентрациях нефти в почве понижения фенолов в составе листьев овса не происходит.

Можно сделать вывод, что при загрязнении почвы нефтью происходит изменение условий роста растений, таких как понижение уровня кислорода в почве, наличие токсичных веществ и изменение питательной среды. Это может повлиять на их биохимический состав, включая содержание фенолов. Фенолы являются важными растительными метаболитами, которые участвуют в защите растений от стрессовых условий, таких как загрязнение почвы. Изменения в количестве фенолов в листьях овса могут быть следствием увеличенной продукции этих соединений в ответ на стрессовые условия. Таким образом, колебания в количестве фенолов в листьях овса при загрязнении почвы нефтью могут быть связаны с адаптацией растений к новым условиям, борьбой с токсичными веществами и обеспечением защиты от стрессовых воздействий.

Флавоноиды как группа природных соединений, встречаются в растениях, в том числе и в листьях овса. Они являются биоактивными веществами и имеют антиоксидантные свойства, способствуя защите растений от стресса, инфекций и ультрафиолетового излучения [9]. Измерение уровня флавоноидов в листьях овса с биохимической точки зрения позволяет оценить степень стресса, адаптацию растений к условиям окружающей среды, их защитные механизмы, а также потенциальную пользу для человека при употреблении продуктов из овса в питании.

Для определения концентрации флавоноидов (рисунок 2) в листьях овса использовался спектрофотометрический метод [7]. И как видно из результатов опыта статистически значимо от Контроля отличается группа овса, выращенного на почве с концентрацией нефти 1,0–1,29 %, а также с критически высоким содержанием нефти в составе < 5 %. В обоих случаях происходит понижения флавоноидов в составе листьев овса.

Можно сделать вывод, что загрязнение почвы нефтью может привести к изменениям в росте и развитии растений. Нефть содержит токсичные вещества, которые могут негативно влиять на физиологию растений, включая снижение способности к фотосинтезу и усвоению питательных веществ, а также увеличение стресса на растения. Флавоноиды являются антиоксидантами и помогают растениям защищаться от стресса, включая токсичные вещества. Поэтому, при загрязнении почвы нефтью, растения, такие как овёс, могут увеличивать производство флавоноидов в попытке справиться с дополнительным окружающим стрессом. Однако, колебания в количестве флавоноидов в листьях могут происходить из-за различий в уровне токсичности нефти и степени заражения почвы.

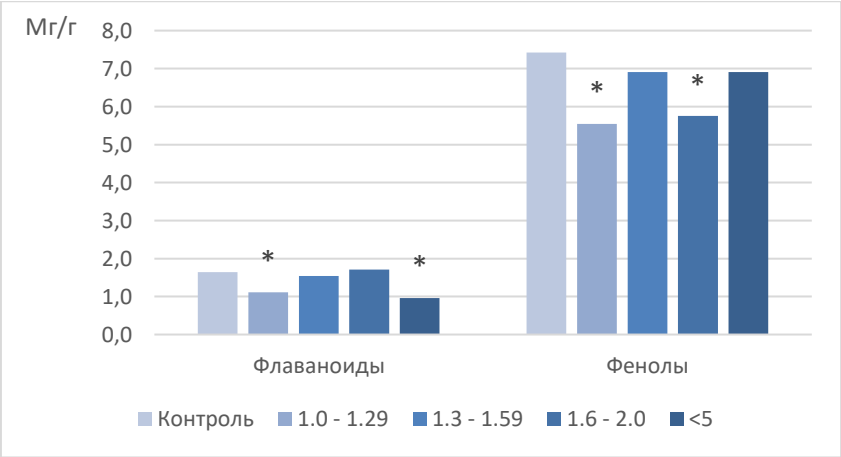


Рисунок 2 – Концентрация флавоноидов и фенолов в листьях овса, выращенного на почве с разным уровнем нефтяного загрязнения. Примечание: * – статистически достоверное различие между контролем и вариантом эксперимента при (p < 0,05)

Нефть содержит множество токсичных веществ, таких как бензол, толуол, ксилол, и другие, которые способны поражать корни и зеленые части растений. Эти вещества могут затруднить передвижение воды и питательных веществ в растении, а также влиять на ферментативные процессы, включая синтез флавоноидов. Кроме того, токсичные вещества могут уменьшать работоспособность не только ферментов, участвующих в образовании флавоноидов, но и активизировать процесс перекисного окисления липидов (ПОЛ).

Одним из важных продуктов ПОЛ являются диеновые конъюгаты, которые являются первичным продуктом повреждаемости клеток при действии загрязняющих веществ [1]. У овса, содержащегося в условиях нефтяного загрязнения, не стабилизировалась работа клеток, а поэтому резко повышается повреждаемость. В эксперименте (рисунок 3) видно, что содержание диеновых конъюгатов у всех растений, кроме растений в концентрации нефти в среде 1,0–1,29 %, превышают уровень контроля.

Диеновые конъюгаты возникают из-за испытываемых организмом стресс-факторов. Например, постоянное недостаточное количество микроэлементов в среде и кормах у свиней приводит к нарушениям метаболизма микроэлементов, гемопоэза и работы ПОЛ. Снижение числа эритроцитов, подверженных гемолизу, помогает стабилизировать антиоксидантную систему [2].

Основания Шиффа (рисунок 3) являются вторичными продуктами биохимических повреждений в клетке. Непрерывное накопление оснований Шиффа вызывает процесс окисления мембран и деструктивно влияют на клетки [5]. При содержании в условиях нефтезагрязнённой почвы основания Шиффа возникают с гораздо большей частотой, чем у Контроля и растений, содержащейся на почве с 1,0–1,29 % нефти в среде. Увеличение концентрации диеновых конъюгатов и оснований Шиффа говорит о реакции организма на нахождение в непривычных условиях.

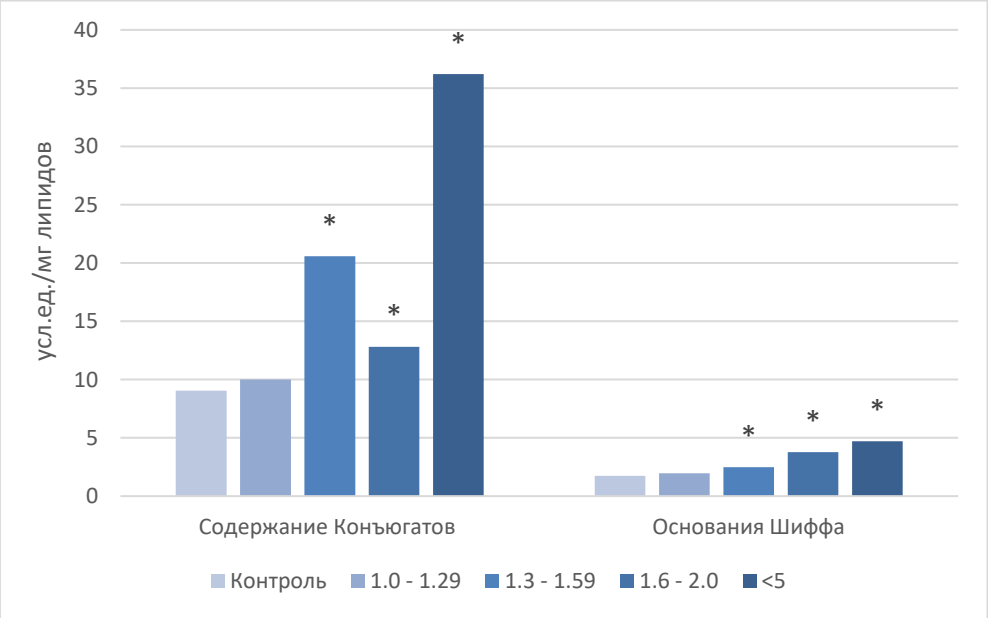


Рисунок 3 – Содержание диеновых конъюгатов и оснований Шиффа в листьях овса, выращенного на почве с разным уровнем нефтяного загрязнения. Примечание: * – статистически достоверное различие между контролем и вариантом эксперимента при ($p < 0,05$)

Заключение. В ходе данного эксперимента было выявлено, что овес, выращенный на почве с концентрацией нефти 1,0–1,29 % и с критически высоким содержанием нефти в составе 5 %, статистически значимо отличается от контроля. У овса, выращенного

в условиях нефтяного загрязнения, не стабилизировалась работа клеток, и произошло резкое повышение повреждаемости. В эксперименте содержание диеновых конъюгатов у всех растений, кроме вариантов с 1,0–1,29 % содержания нефти в среде, превышают уровень контроля. Основания Шиффа, вторичные продукты биохимических повреждений, накапливаются в клетках овса под воздействием нефтяного загрязнения и оказывают деструктивное влияние, особенно при высоком уровне загрязнения. Уровень диеновых конъюгатов у овса после нефтяного загрязнения превышает уровень контроля, за исключением вариантов с 1,0–1,29 % содержания нефти в среде.

Проведенное исследование показало, что нефтяное загрязнение оказывает отрицательное влияние на биохимические параметры овса. Фенолы, флавоноиды, хлорофилл, основания Шиффа и содержание диеновых конъюгатов значительно снизились при выращивании овса на почвах, загрязненных нефтью, нежели при выращивании на чистой почве. Это свидетельствует о том, что загрязнение почвы нефтью может оказывать серьезное негативное воздействие на рост и развитие растений на клеточном уровне, что может сказываться и на урожайности сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

1. Болдырев, А. А. Проблемы анализа эндогенных продуктов / А. А. Болдырев // Итоги науки и техники. – 1986. – Т. 18. – С. 134–135.

2. Воробьев, В. И. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита у свиней в процессе постнатального онтогенеза / В. И. Воробьев, Е. Н. Щербакова, Н. И. Захаркина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–3. – Режим доступа: URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=23407. – Дата доступа: 08.07.2024.

3. Фаргиев, М. А. Методика изучения перераспределения нефтяного загрязнения в фазах почв при анализе чрезвычайных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса: дисс. … канд. тех. наук / 05.26.02; М.А. Фаргиев. – СПб., 2015. – 117 с.

4. Макарова, Н. В. Исследование содержания фенолов, флавоноидов, антиоксидантной силы и антирадикальной активности листьев шалфея рода Salvia tesquicola (семейства Яснотковые) / Н. В. Макарова, Д. Ф. Валиулина, В. А. Кирюшина // Химия растительного сырья. – 2020. – № 1. – С. 125–131.

5. Петухов, А. С. Влияние тяжелых металлов на биохимические показатели овса посевного (avena sativa) / А. С. Петухов [и др.] // Российский журнал прикладной экологии. – 2022. – №. 3 (31). – С. 63–71.

6. Романцова, С. В. Химический стресс сельскохозяйственных растений и способ его снижения / С. В. Романцова [и др.] // Наука в центральной России. – 2021. – №. 4. – С. 64–73.

7. Третьяков, Н. Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учеб. для студентов с.-х. вузов по агроном. специальностям / Н. Н. Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. Н. Новиков. – М.: Колос, 2000. – 640 с.

8. Федорова, А. И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 288 с.

9. Чупахина Г. Н. Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области / Г. Н. Чупахина [и др.]. – Калининград: БФУ им. И. Канта, 2016. – 145 с.

10. Шведова, А. А. Метод определения конечных продуктов перекисного окисления липидов в тканях – флуоресцирующих шиффовых оснований / А. А. Шведова, Н. Б. Полянский // Исследование синтетических и природных антиоксидантов in vitro и in vivo: сб. науч. статей / Под ред. Е. Б. Бурлаковой. – М.: Наука, 1992. – С. 72–73.

11. Шульгин, И. А. Расчет содержания пигментов с помощью номограмм / И. А. Шульгин, А. А. Ничипорович // Хлорофилл. – Минск: Наука и техника, 1974. – С. 127-136.

L. Y. YANGIROVA, G. A. PETUKHOVA

INFLUENCE OF OIL POLLUTION OF SOIL ON THE BIOCHEMICAL INDICATORS OF OATS (*AVENA SATIVA*)

Tyumen State University,
Tyumen, Russia Federation,
Lianochka137@mail.ru

The study showed that oil pollution affects the biochemical parameters of oats. Phenols, flavonoids, chlorophyll, Schiff bases, and diene conjugates are reduced when oats are grown in oil-contaminated soils. This can negatively affect plant growth and development, as well as yield.

Key words: oil pollution, biochemical parameters of oats, phenols, flavonoids, chlorophyll, Schiff bases, content of diene conjugates.

UDC 631.525

S. BAGİROVA, L. ATAYEVA, L. ALİYEVA, J. AGHAYEVA, M. SAFAROV,
L. NASİRLİ, S. AHMADOVA

BIOECOLOGICAL BASIS OF PHYTOREMEDIATION MEASURES IN TECHNOLOGICALLY CONTAMINATED AREAS

"Garden of Dendrology" Public Legal Entity,
Baku, Republic of Azerbaijan,
samira.baqirova.2013@mail.ru, atayeva-2019@mail.ru, leylaa-85@mail.ru,
agayevacemale96@gmail.com, mirhuseyinseferov0047@gmail.com,
lalenesirli280@gmail.com, sariyya.ahmadova@mail.ru

The soils of the coastal areas of the Caspian Sea of the Republic of Azerbaijan are polluted with heavy metals. Physical and chemical cleaning methods are a financially expensive and time-consuming process among the methods of cleaning soil pollutants. Phytoremediation is superior to other cleaning methods. As a result of research, Fabaceae Lindl. application of the phytoremediation method was considered more favorable in the species belonging to the family.

Key words: Technogen, phytoremediation, heavy metal, hyperaccumulator, Sabunchu Oil and Gas Extraction Department, Balakhani

Introductıon. The Republic of Azerbaijan, especially The Absheron Peninsula, is heavily polluted with oil and oil waste. The discharge of oil products and drilling water to the surface causes the groundwater level to rise and the soil to become salinized again. The relevance of the problem is confirmed by the decree of the President of the Republic of Azerbaijan dated September 28, 2006 "Comprehensive Action Plan for the Improvement of the Environmental Situation in the Republic of Azerbaijan 2006–2010", approved by the decree dated December 29, 2012 "Azerbaijan-2020: Looking to the future" is also reflected in the Development Concept and other documents adopted by the Government of Azerbaijan. "Transformation of our world: Daily in the field of sustainable development until 2030", "National Priorities for Social and economic development", "Social and Economic Development Strategy of the Republic of Azerbaijan in 2022–2026", the decree of the President of Azerbaijan Republic on declaring 2024 as the "Year of Solidarity for the Green World", contribution to the implementation of tasks arising from other national and strategic documents was the main idea of the article [3].

Sabunchu, Binegedi, Surakhani, and Khezer regions located on the Absheron peninsula are heavily polluted by oil fields. Along the profile of these soils, oil products have been absorbed up to a depth of 100 cm and the amount of oil varies between 12,5–7,85 %. The long-term exploitation of oil fields in these areas has caused profound manmade changes in the environment and its natural landscapes [6].

To carry out the work, the oil-contaminated areas of the village of Balakhani, Sabunchu district were selected as the research object [2]. To monitor the areas exposed to pollution and carry out the study of soil cover, a preliminary meeting was organized on July 27, 2023, in the Balakhani area of the Sabunchu Oil and Gas Extraction Department. The total area of Balakhani is 19 km^2, it is deprived of natural forest cover and sanitary protective forest strips. There are artificially created small greenery, gardens and alleys, and large parks. The vegetation of the area mainly consists of some species of the genus *Alhagi* Gagnebin., *Salsola* L.

Main part: During the research, the geographical coordinates of the reference points were determined (40,4214330; 49,910750) samples were taken from a depth of 0–200 cm to determine the diagnostic indicators of the soil, and, physical and chemical analysis of the soil were performed using "Palintest (Soil test-10) in the laboratory of "Ecology and Climate" of the Dendrology Garden (figure 1).

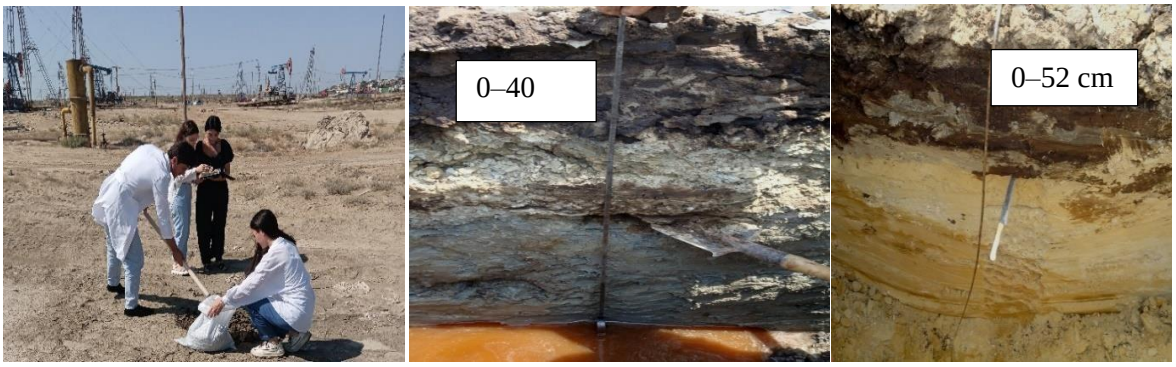


Figure 1 – Investigation of areas contaminated with heavy metals in Balakhani settlement

Gray-brown, not fully developed soils are extremely poor in terms of humus. The amount of humus in the top layer of 0–10 cm soil with low humus was 2,17 % (low humus ≥ 3 %), and the trend of decrease showed itself in the lower layers. According to the results of laboratory analysis, the granulometric composition of these soils is mainly dusty-clay (N.A.Kaczynski's classification of soils according to their granulometric composition) (Dusty-clay soils are soils with a mixture of organic substances with a relative composition of these substances of 0–0,5). 0,25–0,05 size particles in the soil are between 54,32–68,36 % and consist of fine, medium sand and clay. The amount of silt particles has changed between 0,31–2,03 %. The soils of the Absheron Peninsula are partly sandy, saline gray, and gray-brown. The total Mg (0–10 cm) content, which is the main diagnostic indicator of soils is 48,63 %, total Na 5,22 %, and total Ca 46,28 % (table 1).

Table 1 – Analysis results of absorbed elements in oil-contaminated soils in the Balakhani region

Cut №	Depth (cm)	Absorbed bases (mg equivalent)			The Sum of absorbed bases (mg-equivalent)	From sum with %		
		Ca	Mg	Na		Ca	Mg	Na
1	0–10	16,40	17,93	1,80	35,43	46,28	48,63	5,22
	10–17	10,02	15,38	1,80	27,20	36,83	56,54	6,61
	17–48	14,51	11,62	2,00	28,13	51,58	41,30	7,16
	48–70	14,76	19,55	2,80	38,11	38,72	38,72	7,54
	70–111	7,12	10,85	2,20	20,17	20,17	35,29	10,90

It was determined the area was contaminated with heavy metals such as Cu 18mg/kg, Pb 9mg/kg, Zn 136mg/kg, V 112mg/kg, Sr 136mg/kg, Ba 114mg/kg in the 0-116cm soil section, and Cu 26mg/kg, Pb 8mg/kg, Zn 174mg/kg, V 136mg/kg, Sr 112mg/kg, Ba 81mg/kg in the 116–124cm soil section. It is clear from the graph that the amount of Cu, Zn, and V elements is more in the lower layer of the soil, and the amount of Pb, Sr, and Ba elements is more in the upper layer of the soil. Cu is 6 times, and Zn is 6,8 times more than the permissible limit (figure 1).

The area of Balakhani of Sabunchu Oil and Gas Department is weak and moderately saline. Total phosphorus, which always plays an important role in fertility and is one of the main indicators of the soil is 17,78 mg/kg, nitrogen is 6,04 mg/kg, and potassium is 24,10 mg/kg in the upper layer of the profile (0–10 cm). $CaCo_3$ is 9,05 % at the depth of 0–10 cm and increases towards deeper layers. The increase is due to sedimentation of substances to the depth over time. The PH fluctuates between 7,48-8,00 in these lands. As a result, the soil appears to be alkaline (PH > 7) (table 2).

According to the results of the first analysis of the soil cut the number of heavy metal oxides in the 0–116 cm oil-contaminated part of the soil is Al_2O_3 8,49%, Fe_2O_3 1,72%, MnO 0,034 %. The high amount of silica (SiO_2) and calcium carbonate ($CaCo_3$) in the soil has caused the formation of white and whitish colors (table 3).

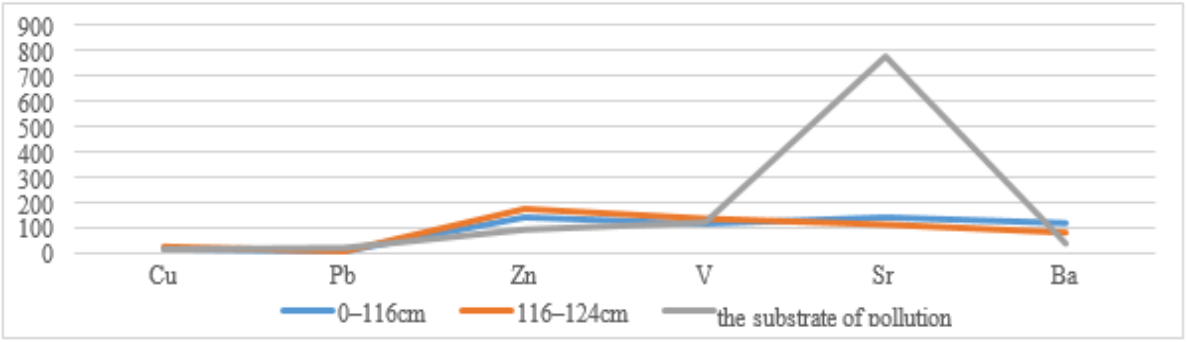


Figure 2 – Indicators of heavy metals in oil-contaminated soils in the Balakhani area $\left(\frac{\%}{mq\,/\,kq}\right)$

Table 2 – Mineralogical composition (%)

Cut №	Depth	SiO_2 (quarts)	Feldspar	$CaCO_3$ (calcite)	$CaMg(CO_3)_2$ (dolomite)	Clay group
1	0–116	65	15	10	–	10
	116–124	70	15	5	5	5

Table 3 – Amount of heavy metal oxides in oil-contaminated soils in the Balakhani area of Sabunchu Oil and Gas Extraction Department (%)

Cut №	Depth	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	YTİ
1	0–116	0,54	1,39	8,49	75,36	0,179	0,561	1,19	5,22	0,30	0,034	1,72	4,91
	116–124	0,62	1,38	8,16	76,13	0,188	0,208	0,72	5,91	0,32	0,038	1,62	4,64

During the monitoring of the Balakhani Oil and Gas Extraction Department, it became known that green areas were planted to restore the background composition of the area (*Pinus eldarica* Medw., *Cupressus sempervirens* L., *Olea europea* L.). However, the low soil structure and fertility failure to take proper agrotechnical measures led to the drying up and destruction of the species.

The studied area of Balakhani was contaminated with heavy metals, which in turn resulted in the degradation of environmental components [9]. In this direction, the cleaning of soils with heavy metals using new and less expensive methods and the acclimatization of resistant species in those areas are urgent issues [11]. In contrast to the application of the most promising and traditional methods of decontamination in cleaning man-polluted areas, a more economically efficient method is phytoremediation. This method does not consume electricity, and polluting emissions of greenhouse gases do not enter the atmosphere. Using green plants is considered a combination of water, soil, and atmosphere purification methods [5]. Depending on the granulometric and pH level of the soil, the ability of the species to accept heavy metals is different [6]. So if the pH level of the soil is low, it can absorb large amounts of heavy metals such as Al,

Fe, and Mn. Although the damage caused by heavy metals to plants due to acidification varies depending on the species and species of the plant, the damage of increased pollution to the forest ecosystem is known [4]. Depending on the plant and the type of metal, metal ions are taken up by roots either simplistically (intracellularly) or apoplectically (extracellularly). Apoplastic transport is limited by the cation exchange capacity of the cell wall [7].

Materıals and methods. The species applied as the object of research were placed in chambers illuminated by LED lamps using the concept of Sıemens (1880) called "Electro Gardening". The soil sample brought from the Balakhani territory of the Sabunchu Oil and Gas Extraction Department was analyzed in the "Ecology and Climate" laboratory of "Dendrology Garden" using Palintest soil test-10, the methodology of N.A.Kaczynski was used in the classification of soils according to their granulometric composition.

Results and their discussion. Hyperaccumulator plants are mainly used in soil purification by phytoremediation method [1]. Hyperaccumulator plants are plants that accumulate 50–500 times more metals in their leaves, branches, and stems than the metal ratio in the soil. These plants absorb heavy metals through transport proteins in their cell membranes. Heavy metals absorbed from the soil by plants either become stable in the soil or are removed from the soil [15]. Toxic substances present in the soil are collected through the roots of plants, transferred to the stem, and leaves, and easily excreted. The number of hyperaccumulator plants, which make up 0,5 % of flowering plants, is up to 450 and is found in 18 families [13]. The use of species of group *Fabaceae* Lindl., *Lamiaceae* Martinov., *Rutaceae* Juss,. *Oleaceae* Hoff., *Apocynaceae* Juss., *Cupressaceae* Bart., *Pinaceae* Lind., *Rosaceae* Juss., *Tamaricaceae* Link., *Celastraceae* R.Br., *Berberidacea* Juss., *Lauraceae* Juss., *Lythraceae* J.St., *Fagaceae* Dumort., *Asparagaceae Juss., Apiacea* Lindl., *Solanaceae* Juss., *Elaeagnaceae Juss., Moraceae* Gaud. in the application of the phytoremediation method is more promising.

Using the soil samples brought from the area contaminated with heavy metals in laboratory conditions, nine plant species that can be considered more promising for the greening of those areas were planted in pots and placed in cameras in different light spectrums. All green plants need light to photosynthesize [14]. The sunlight affecting the species in laboratory conditions has been replaced by LED lamps (figure 3).

Figure 3 – Study of species planted in oil-contaminated soil

Final result. As a result of the study *Genista hispanica L., Hibiscus syriacus L.* were more resistant, *Pinus eldarica* Medw., *Caesalpinia gilliesii* D.Dietr medium resistant, *Albizia julibrissin* Wild., *Ligustrum japonicum* Thunb. non-sustainable species according to the sustainability indicators. We considered the species of the genus *Fabaceae* Lindl. more sustainable for applying the method. Leguminous and cereal plants grow better on loamy and gray-brown soils, stabilize atmospheric nitrogen, release high-quality organic matter to the soil, and facilitate the circulation of soil nutrients and water retention. Anatomical features of epidermis and endodermis, changes in root tissue increase tolerance of legumes to heavy metals. Rhizosphere organisms in legumes facilitate the uptake of heavy metals.

Bibliography

1. Ahmadov, S. Engineering Ecology / S. Ahmadov. – Baku, 2012. – P. 16.
2. Babazadeh, V. Earth`s ecological functions and man-made effects / V. M. Babazadeh, H. S. Bagirov, S. A. Isayev // News of Baku Univerity, Natural sciences series. – 2009. – P. 162.
3. Hajiyev, D. Human Ecology and Biosphere Pollution / D. V. Hajiyev, J. Kh. Hidayatov. – Baku: Tabib Publishing, 1994. – P. 34.
4. Ozbolat, G. Effects of Heavy Metal Toxicity on Human Health / G. Ozbolat, A. Tuli. – Turkey: Magazine Park, 2016. – P. 11.
5. Chelebi, H. Evaluation of heavy metal pollution in soils caused by highways and traffic / H. Chelebi, G. Gok // Pamukkale University Journal of Engineering Sciences. – 2015. – P. 1169.
6. Hajiyev, D. Human Ecology and Biosphere Pollution / D. V. Hajiyev, Y. Kh. Hidayatov. – Baku: Tabib, 1994. – P. 27.
7. Huseynov, A. Soil Chemistry / A. Huseynov, N. Huseynov. – Baku, 2012. – P. 49, 50.
8. Ismayilov, N. Cleaning of oil-contaminated soils and drilling cuttings / N. M. Ismayilov. – Baku, 2007. – P. 72.
9. Khalilova, H. A Study of Pollution of the Ecosystem with Harmful Waste and Methods of their Elimination on the Absheron Peninsula / H. Khalilova. – Baku, 2021. – P. 38.
10. Kulach, A. Increasing Heavy Metal Contaminated Soils with Plants and Utilizing / A. Kulach.
11. Mahmudova, Sh. Ecological Assessment of Soil Contamination with Heavy Metals in the North-Eastern Slope of the Lesser Caucasus / Sh. Mahmudova. – Baku: Science, 2016. – P. 63.
12. Mammadov, G. Basics of soil science and soil geography / G. Mammadov. – Baku: Science, 2007. – P. 244.
13. Mammadov, T. Dendroflora of Azerbaijan / T. S. Mammadov. – Baku: Sada, 2015. – P. 117.
14. Mammadov, Q. Ecology, Environment and Man / Q. Mammadov, M. Khalilov. – Baku: Science, 2006. – P. 245.
15. Mammadov, T. Ecology / T.S. Mammadov. – Baku: Science, 2003. – P. 164.

С. БАГИРОВА, Л. АТАЕВА, Л. АЛИЕВА, Ж. АГАЕВА, М. САФАРОВ,
Л. НАСИРЛИ, С. АХМАДОВА

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИТОРЕМЕДИЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Государственное Юридическое Лицо «Сад дендрологии»,
г. Баку, Азербайджанская Республика,
samira.baqirova.2013@mail.ru, atayeva-2019@mail.ru, leylaa-85@mail.ru,
agayevacemale96@gmail.com, mirhuseyinseferov0047@gmail.com,
lalenesirli280@gmail.com, sariyya.ahmadova@mail.ru

Почвы прибрежных территорий Каспийского моря Азербайджанской Республики загрязнены тяжелыми металлами. Физические и химические методы очистки являются финансово затратным и трудоемким процессом среди методов очистки почвы от загрязнений. Фиторемедиация превосходит другие методы очистки. В результате исследований Fabaceae Lindl. применение метода фиторемедиации признано более благоприятным у видов, принадлежащих к семейству.

Ключевые слова: техноген, фиторемедиация, тяжелый металл, гипераккумулятор, Сабунчинское нефтегазодобывающее управление, Балаханы.

UDC 58.009+581.5(581.52)

D. V. BULAT
Supervisor: V. I. KORNAKOVA,
PhD in Philology, Senior Lecturer

SOME ASPECTS OF SHRINKING SPRUCE FORESTS IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

Belarusian State University
Minsk, Republic of Belarus,
dasavolcek@gmail.com

The article provides a brief biological description of Norway spruce. The issue of the vulnerability of this species under climate change is being considered. The state of spruce forests on the territory of the Republic of Belarus is described, and the most vulnerable and potentially important tracts of ordinary spruce are named.

Key words: European spruce, shrinking of spruce forests, climate change, hydrological regime, drought and heat stress.

The common spruce is one the most widespread representatives of conifers of boreal forests. This species is known to have ecological, economic, as well as recreational importance. This article considers the issue of spruce forests deterioration focusing on their periodic mass desiccation all over the world. analyze the causes of this phenomenon are analyzed and possible ways to preserve coniferous formations in Belarus are systematized.

European spruce or common spruce *(Picea abies* or *Picea excelsa*), is a tall (30–40 m) evergreen tree with dark green tetrahedral needle-shaped leaves. The diameter of the trunk can reach 1–1,5 m.

This species of spruce can grow and produce high yields of adequate quality wood under various conditions and on different soils. However, the plants prefer acidic, deep, nutrient-rich and moist soils [1].

The seed formation begins at the age of 20 to 60 years, the exact age determined by the density of plants in the forest. Single plants start producing seeds earlier. Seeds aren't formed annually; this process is repeated every 4–5 years. The usual life cycle of the common spruce lasts 250–300 years [2].

On the territory of Belarus, spruce forests account for about 11% of all forests, with the stand representation of spruce increasing from the south of the country to the north. A unique phenomenon is the island spruce forests "Medyanskie" in the south of the Brest region, which are located much south of the distribution border of the species. As a rule, the European spruce rarely grows in Polesie without forming continuous forests in the form of islands among other species. Island spruce forests are characterized by peculiar microclimatic and soil-hydrological conditions, as well as phytocenotic structure.

The modern forestry of Europe relies mainly on the European spruce as the most cultivated species. Spruces are often used as ornamental plants. Nevertheless, the same-aged and homogeneous spruce forests suffer from recurrent droughts and related biotic stress factors, which results in massive extinction throughout Central Europe, thus being one of the main controversies among foresters and conservationists [1].

It has been found out that the inappropriate sanitary condition of the forest leads to a decrease in the forest ecosystems stability, further contributing to global climate change. This process encompasses more than 10 tree species and is observed throughout Europe. The shrinking of coniferous (pines, firs, larch) forests areas was also registered in Eastern European countries [7, 8, 9]. Forests are dynamic ecosystems, that means they can adequately react to gradually changing climatic conditions. Still, extreme weather changes are known to lead to a loss of stability [3, 12].

Since the beginning of the 1980s, Western European countries have been paying great attention to the deterioration and extinction of spruce forests. This phenomenon, called "regional forest degradation", is a significant massive deterioration of their sanitary condition and vital activity with visible signs of damage resulted from a combination of physico-chemical, biological and phytocenotic factors (Cowling, 1986).

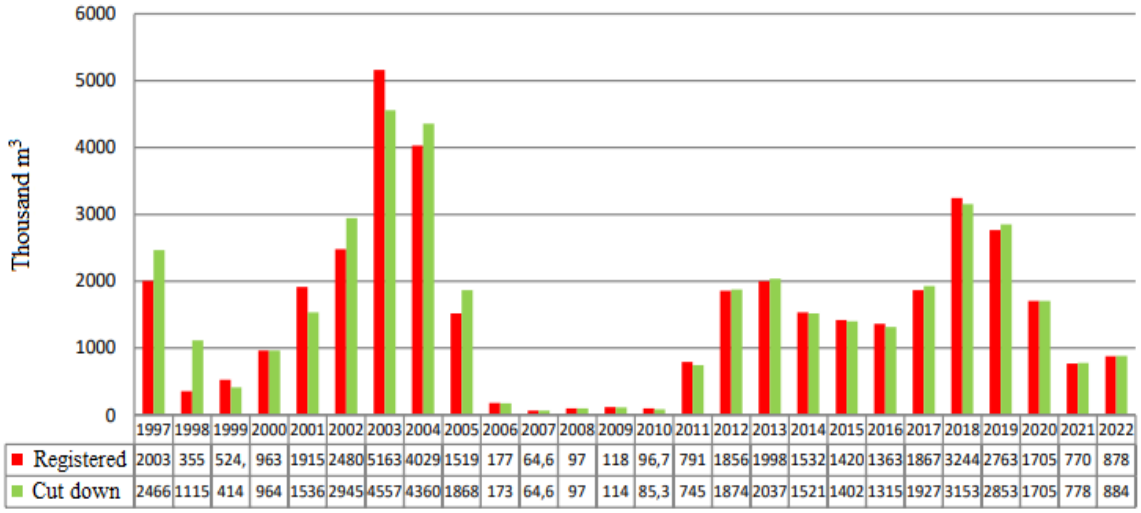
By the early 1990s, over 170 working hypotheses had been put forward to explain the cases of forests desiccation. The identification of the true causes of forest degradation depends on a wide range of factors. Until recently, pollutants played a leading role in forest degradation, but as research progresses, weather and climatic conditions appear to be the main factors [4].

In 1992, the first cases of spruce shrinking were documented in Belarus. As of October 1, 1996, the area of shrinking spruce forests in our country amounted to 37 thousand hectares.

According to the statistical data presented in the review of the pathology and sanitary condition of the forest fund of the Republic of Belarus for 2022, on the territory of Belarus, the decrease in biological stability as well as the drying up of spruce forests over the past 30 years tend to have an undulating character (figure 1) [5].

Meanwhile, it should be mentioned that the drying process of spruce forests has not stopped since 1997. Taking into account the current trend, it can be assumed that under changing climatic conditions, the European spruce is a vulnerable species in Europe in general and in the Republic of Belarus in particular.

The measures taken to prevent the degradation of spruce forests (collection of dry wood, pest control, protection of the most valuable and significant sites), in conditions of systematic temperature increase and recurrent droughts, are not able to solve the problem.



	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Registered	2003	355	524,	963	1915	2480	5163	4029	1519	177	64,6	97	118	96,7	791	1856	1998	1532	1420	1363	1867	3244	2763	1705	770	878
Cut down	2466	1115	414	964	1536	2945	4557	4360	1868	173	64,6	97	114	85,3	745	1874	2037	1521	1402	1315	1927	3153	2853	1705	778	884

Figure 1 – Dynamics of the volume of registration and continuous sanitary logging in spruce plantations since 1997 [5]

This is confirmed by the changes in the "Medyansky spruce forest". The botanical nature monument of republican significance "Medyansky spruce forest" was created in 2007 with the area of 32 hectares. By the decision of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection dated February 5, 2024, the Medyansky Spruce Forest in the Brest region was transformed into a botanical natural monument of republican significance, the island spruce forest "Mednyansky". The total area of these spruce forests in 2024 was 9.19 hectares [6]. Despite the protected status, over the past 17 years, more than 71% of the unique spruce forest has been lost.

Extreme climate events are expected to become more common in a warming world. The frequency and intensity of heat waves, broadly defined as periods of consecutive days with abnormally high temperatures, have increased in recent decades and are expected to continue to increase throughout the 21st century [7].

Abnormal heat rarely occurs in the form of extreme temperatures, but is often accompanied by anomalies in other climatic parameters ("complex phenomena") [5], such as the lack of precipitation and a high need for evaporation. Thus, drought stress exacerbates the negative effects of extreme temperatures on the productivity, strength and survival of trees [6]. For example, the heat wave in Europe in 2003 reduced the gross primary production of ecosystems on the continent by 30 % [7]. In conditions of combined arid and thermal stress, stomatal closure and the associated inhibition of photosynthesis limit carbon uptake by the ecosystem. As the soils dry out and the transpiration of the canopy exceeds the absorption of water by the roots, the reservoirs of the trees gradually deplete. Deterioration of the water condition in the trunks inhibits growth [8, 9], which further reduces the potential of forests to absorb carbon in woody biomass. In the short term, the release of water from the internal reserves of the trunk can temporarily compensate for the negative impact of drought on the integrity of the vascular system of trees [8, 10]. However, prolonged periods of drought will eventually lead to hydraulic failure, as well as dehydration and tissue damage, which can lead to the death of trees caused by drought [7, 11, 12].

Just as drought and heat stress exacerbate each other's negative effects, the availability of sufficient moisture can significantly reduce the harmful effects of global warming on plants. Therefore, it can be assumed that spruce massifs located in areas with sufficient hydrological regime are more resistant to the effects of elevated temperatures. Therefore, in order to preserve spruce forests in a changing climate, in addition to the entire range of measures taken, it is necessary to identify and protect island spruce forests growing in areas with permanent or temporary regime of soil waterlogging, surface groundwater occurrence. In addition, European spruce crops can be created in areas represented by degraded peat soils with a long-term regime of waterlogging.

European spruce is an indigenous forest–forming coniferous species. It has great economic, ecological and recreational importance. Due to the global processes of climate change, massive drying of spruce forests is observed in various countries, including the Republic of Belarus. All the activities that are carried out to preserve spruce forests do not have a significant effect. According to recent studies, spruce forests located in areas with sufficient water supply are more resistant to the effects of elevated temperatures. Measures such as secondary waterlogging, maintaining the optimal hydrological regime of key spruce forests, and creating a European spruce culture on peatlands unsuitable for agriculture can significantly contribute to weakening the process of degradation and death of spruce forests.

Bibliography

1. Seim A., Marquer L., Bisson U., Hofmann J., Herzig F., Kontic R., Lechterbeck J., Muigg B., Neyses-Eiden M., Rzepecki A., Rösch M., Walder F., Weidemüller J., Tegel W. Historical Spruce Abundance in Central Europe: A Combined Dendrochronological and Palynological Approach [Electronic source]. URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2022.909453/full. (date of access: 08.04.2024).

2. Vedernikov, K. E. The State of Dark Coniferous Forests on the East European Plain Due to Climate Change / K. E. Vedernikov, I. L. Bukharina, D. N. Udalov, A. S. Pashkova, M. V. Larionov, S. E. Mazina, A. R. Galieva // Life (Basel). – 2022. – №12 – P. 1408.

3. Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. О преобразовании памятника природы республиканского значения островные ельники «Меднянские» [Electronic source]. – URL: https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W22441171. (date of access: 13.04.2024).

4. Salomón, R. L. The 2018 European heatwave led to stem dehydration but not to consistent growth reductions in forests / R. L. Salomón, R. L. Peters, R. Zweifel, U. G. W. Sass-Klaassen, A. I. Stegehuis, M. Smiljanic, R. Poyatos, F. Babst, E. Cienciala., P. Fonti // Nature Communication. – 2022. – № 10.

5. Steppe, K. Diel growth dynamics in tree stems: linking anatomy and ecophysiology / K. Steppe, F. Sterck, A. Deslauriers // Trends Plant Science. – 2015 – №20. – Pp. 335–343.

6. Peters, R. L. Turgor – a limiting factor for radial growth in mature conifers along an elevational gradient / R. L. Peters // Natural Phytology. – 2021. – №229. – Pp. 213–229.

7. Meinzer, F. C. Xylem hydraulic safety margins in woody plants: Coordination of stomatal control of xylem tension with hydraulic capacitance / F. C. Meinzer, D. M. Johnson, B. Lachenbruch, K. A. Culloh, D. R. Woodruff // Functional Ecology. – 2009. – №23. – Pp. 922–930.

8. Anderegg, W. R. L. Linking definitions, mechanisms, and modeling of drought-induced tree death / W. R. L. Anderegg, J. A. Berry, C. B. Field// Trends in Plant Science. – 2012. – №17. – Pp. 693–700.

9. Martínez-Vilalta, J. Greater focus on water pools may improve our ability to understand and anticipate drought-induced mortality in plants / J. Martínez-Vilalta, W. R. L. Anderegg, G. Sapes, A. Sala // Natural Phytology. – 2019. – №223. – Pp. 22–32.

10. Zweifel, R. Are trees able to grow in periods of stem shrinkage? / R. Zweifel, M. Haeni, N. Buchmann, W. Eugster // Natural Phytology. – 2016. – №211. – Pp. 839–849.

11. Dietrich, L. Daily stem diameter variations can predict the canopy water status of mature temperate trees / L. Dietrich, R. Zweifel, A. Kahmen // Tree Physiology. – 2018. – 38. – Pp. 941–952.

12. Zweifel, R. Why trees grow at night / R. Zweifel // Natural Phytology. – 2021. – №231. – Pp. 2174–2185.

Д. В. БУЛАТ
Научный руководитель: В. И. КОРНАКОВА,
кандидат филологических наук,
старший преподаватель

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОКРАЩЕНИЯ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Белорусский государственный университет
г. Минск, Республика Беларусь,
dasavolcek@gmail.com

В статье дано краткое биологическое описание ели обыкновенной. Рассматривается вопрос об уязвимости этого вида при изменении климата. Описано состояние еловых лесов на территории Республики Беларусь, названы наиболее уязвимые и потенциально важные массивы ели обыкновенной.

Ключевые слова: ель европейская, усыхание еловых лесов, изменение климата, гидрологический режим, засуха и тепловой стресс.

UDC 631.41:504.75

L. GULIEVA[1], S. NAJAFOVA[2]

BIOINDICATION OF OIL-POLLUTED SOILS USING MICROORGANISMS

[1]Baku State University,
lemanezizli2016@gmail.com,
[2]Institute of Microbiology of the Ministry of Science and Education,
Baku, Republic of Azerbaijan,
nadjafovas@yahoo.com

The article is devoted to bioindication of the state of oil-polluted soils of the Apsheron Peninsula using microorganisms. The results of the studies showed that in oil-polluted soils, compared to the control, the total number of bacterial microflora is significantly reduced and an increase in the number of oil-degrading microorganisms is observed, which indicates the possibility of self-purification processes under favorable conditions, and is generally a positive trend.

In oil-contaminated soils, compared to the control, the total number of bacterial microflora is significantly reduced. At the same time, an increase in the number of oil-degrading microorganisms is observed, which indicates the possibility of self-purification processes under favorable conditions, and is generally a positive trend.

The results obtained indicate the toxic effect of oil pollution, which damages all components of ecosystems along with the soil, so we should be more responsible towards nature and prevent new accidents and spills.

Key words: bioindication, microorganism, microflora, oil destructor, soil, self-purification, oil-polluted soils.

Introduction. At present, due to the significant intensification of the extraction, transportation, processing and use of oil and oil products, the process of land pollution by hydrocarbons is acquiring large scales. Oil and oil products are recognized as priority pollutants of the environment. The sources of oil products are motor fuels and lubricating oils necessary for the operation of vehicles and mechanisms, technological emissions from industrial enterprises, including enterprises for the extraction, processing and synthesis of hydrocarbons. Vast areas are covered by the extraction and transportation of oil and gas, which entails the inevitable discharge of these raw materials and hydrocarbon-containing by-products into the environment [5].

The environmental damage from soil pollution with hydrocarbons is very significant, ranging from a decrease in the quality and productivity of soils to the withdrawal of land from agricultural use. Oil and heavy petroleum products are not very toxic in themselves, but their high content sharply worsens the hydrophysical properties of soils, which causes damage to both agriculture and forestry. There is a danger of pollution of groundwater and surface waters as a result of petroleum products entering aquifers, rivers and reservoirs [1]. Pollution of the soil cover with oil and petroleum products has a significant impact on the microbiological, physical, chemical and agrochemical properties of soils; restructuring of the entire soil profile may take place. In particular, it makes soil particles hydrophobic, the humidity of underlying horizons increases, and the content of biogenic elements decreases. When contaminated with oil, soil particles aggregate, their porosity and density are disrupted, soil aeration worsens, and the temperature and water regimes of the soil change. Cultivation of plants on soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons – substances with pronounced carcinogenic and mutagenic properties – is harmful to animals and human health. This is largely due to the possibility of accumulation of toxic substances in plants, including aromatic hydrocarbons growing in oil-contaminated soils [4].

In this regard, much attention is currently paid to the bioindication of technogenically contaminated soils [Yu. S. Drugov, A. A. Rodin, 2007, Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Valkov V.F., 2003, A. I. Netrusov, I. B. Kotova. - Moscow: Yurait Publishing House, 2024, Liu Q, et al. 2017, Potapov A.A, Semenina E.E, Korotkevich A.Yu, Kuznetsova N.A, Tiunov A.V, 2016].

Materials and research methods. Soil microbial communities and the processes they carry out can be used as biological monitoring systems. Soil microbiota is the component of ecosystems whose activity is closely linked to maintaining the natural ability of the natural environment to self-purify. Conducting microbiological monitoring and indication allows us to judge the degree of disturbance of terrestrial ecosystems based on a set of microbiological indicators, since soil biota, due to its high dynamic properties, is the first to react to any impacts [3].

Research results and their discussion. The object of the study is soil samples from grey-brown soils of the Apsheron Peninsula.

Soil samples with a total mixed mass of 1.0 kg were collected from the 0-20 cm horizon in sterile bags using the "envelope" method. The total number of microorganisms, as well as microorganisms capable of decomposing hydrocarbon substrates, were determined in the collected samples. The number of microorganisms was determined by sowing on nutrient media [2].

The results showed that petroleum hydrocarbons in the soil have a negative impact on the number of microorganisms, the data are presented in the table 1.

Table 1 – Number of microorganisms in gray-brown soils (spring 2023)

Soil samples, No.	Amount of hydrocarbons in soil, g/kg	Amount of bacterial microflora, CFU/g soil	
		Total number	The number of hydrocarbon-oxidizing bacteria
1	2,3	$1{,}2.10^4$	5.10^3
2	2,2	9.10^4	6.10^3
3	2,1	$4{,}8.10^5$	8.10^3
К	0,7	$3{,}2.10^6$	4.10^3

Conclusion. Thus, in oil-contaminated soils, compared to the control, the total number of bacterial microflora is significantly reduced. At the same time, an increase in the number of oil-degrading microorganisms is observed, which indicates the possibility of self-purification processes under favorable conditions, and is generally a positive trend.

The results obtained indicate the toxic effect of oil pollution, which damages all components of ecosystems along with the soil, so we should be more responsible towards nature and prevent new accidents and spills.

Bibliography

1. Дорохова, М.Ф. Экспериментальные исследования процессов миграции нефти в почвах Калининградской области / М.Ф. Дорохова, Н.П. Солнцева // Геохимия ландшафтов и география почв. К 100-летию М.А. Глазовской. – М.: ООО «АПР», 2012. – С. 259–276.

2. Гасымова, А. С. Биогенные ресурсы ассимиляционного потенциала нефтезагрязненных почв Апшеронского п-ова / А. С. Гасымова, Ф. Ш. Кейсерухская, С. И. Наджафова, Н. М. Исмаилов // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2019. – № 4. – С. 7–16. DOI: 10.18384/2310-7189-2019-4-7-16.

3. Куранов, П. Н. Загрязнение градопромышленных территорий нефтепродуктами и значение этого процесса для биосферы земли / П. Н. Куранов, В. В. Алексашина, Т. М. Новикова // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2016. – № 3(15). – С. 3–17.

4. Наджафова, С. И. Изменения микробиологической и ферментативной активности в урбаноземах / С. И. Наджафова, В. Дж. Халилзаде // Материалы V Международной научно-практ. конференции «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование». – М.: МГПУ, 2017. – С. 320–323.

5. Наджафова, С. И. Экологическое состояние почвенного покрова города Баку и пути улучшения их качества / С. И. Наджафова, Н. М. Исмаилов. – Москва: Инфра-М, 2018. – 173 с.

6. Солнцева, Н. П. Закономерности миграции нефти и нефтепродуктов в почвах лесотундровых ландшафтов Западной Сибири / Н. П. Солнцева, А. П. Садов // Почвоведение. – 1998. – № 8. – С. 996–1008.

7. Эфендиева, Н. Н. К вопросу о микробиологической и биохимической диагностике и индикации почв / Н. Н. Эфендиева, С. И. Наджафова // Сборник статей по материалам LIV международной научно-практической конференции «Научный форум: медицина, биология и химия». – № 7 (54). – 2022. – С. 11–14.

8. Nadjafova, S. I. Ways to improve biogeneity, assimilation potential and fertility of soil cover of the urban landscapes of Sumgait city / S. I. Nadjafova, C. Z. Bagirova // South of Russia: ecology, development. – 2021. – Т. 16. – № 3. – С. 88–94. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-3-88-94.

Л. ГУЛИЕВА[1], С. НАДЖАФОВА[2]

БИОИНДИКАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ МИКРООРГАНИЗМОВ

[1]Бакинский государственный университет,
lemanezizli2016@gmail.com,
[2]Институт микробиологии Министерства науки и образования,
г. Баку, Азербайджанская Республика,
nadjafovas@yahoo.com

Статья посвящена биоиндикации состояния нефтезагрязненных почв Апшеронского полуострова с помощью микроорганизмов. Результаты исследований показали, что в нефтезагрязненных почвах по сравнению с контролем существенно снижается общая численность бактериальной микрофлоры и наблюдается рост численности микроорганизмов-деструкторов нефти, что свидетельствует о возможности процессов самоочищения при благоприятных условиях, и в целом является положительной тенденцией.

В нефтезагрязненных почвах по сравнению с контролем существенно снижена общая численность бактериальной микрофлоры. При этом наблюдается увеличение численности микроорганизмов-нефтедеструкторов, что свидетельствует о возможности протекания процессов самоочищения при благоприятных условиях и в целом является положительной тенденцией. Полученные результаты свидетельствуют о токсическом действии нефтяного загрязнения, которое наносит ущерб всем компонентам экосистем наряду с почвой, поэтому следует более ответственно относиться к природе и не допускать новых аварий и разливов.

Ключевые слова: биоиндикация, микроорганизм, микрофлора, деструктор нефти, почва, самоочищение, нефтезагрязненные почвы.

UDC 004.056

D. A. ILKEVICH

DIGITALIZATION AND INFORMATION SECURITY IN THE EURASIAN REGION

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
ilkevich.darya.a@gmail.com

The unprecedented digitalization of all spheres of life, due to the rapid development of IT, has increasingly become associated not only with new opportunities for the global life, but also with the unprecedented threats that it poses. In this article we discussed that today's information security is not only a necessary condition for ensuring national sovereignty in the economic sphere, but also issues of ensuring state independence in others spheres.

Key words: information security; cybersecurity, information space; regional cooperation.

In the context of modern global transformations of the system of international relations, rethinking threats to peace and security, as well as reassessing approaches to combating them, are among the strategic tasks of modern states. In turn, the involvement of countries in the processes of integration construction opens up a space of opportunities for strengthening national and integration potentials in many areas, ranging from socio-economic and political to the information field, ensuring the sustainability of which can become a powerful support for the formation of effective integration structures [1].

Currently, issues of the development of international information security have been updated, the specifics of which are associated with the ambiguity in the approaches to regulating information relations in different countries, which determines the presence of a clear imbalance in international information policies.

The activities of the countries of the Eurasian Economic Union in the field of ensuring information security are beyond doubt, as evidenced by the active work on comprehensive information protection within the framework of the functioning of the Union's unified integrated system. Thus, in order to unify approaches to ensuring information security, the EEC Board has developed a list of standards and recommendations used in protecting web services, protecting information using cryptographic protection tools, electronic digital signatures, and trusted third party services. In the financial system of the EAEU, some issues of ensuring information security have been successfully resolved, for example, unified standardized approaches have been developed to regulate cybersecurity issues in the financial sector, cyber resilience and supervision of possible threats and risks [2].

The range of global challenges has expanded to include new threats associated with the use of information technology (IT). In recent decades, numerous incidents that disrupt the functioning of the information space have proven that the lack of a proper regulatory framework is a direct threat to the existence of the state as such [1] [3]. One of the priority tasks of ensuring information security in the Eurasian space is the introduction of modern identification systems, including neural networks and facial recognition technologies. According to the data of the non-profit electronic project that publishes in the public domain data on global problems of mankind, OurWorldInData, presented in figure 1, the European region is the least invested in the field of artificial intelligence in the direction of cybersecurity.

Despite the fact that the development of integration in the information sphere is not directly enshrined in the Treaty on the EAEU of 2014, this direction has the status of an independent vector of Eurasian integration. Since the signing of the Treaty, a number of steps have been taken that have laid the foundation for further practical actions in the digital sphere.

The current digital agenda of the EAEU includes issues of sectoral transformation of the Union economy, automation of management processes and adaptation of markets for goods, services, capital and labor resources to digital changes.

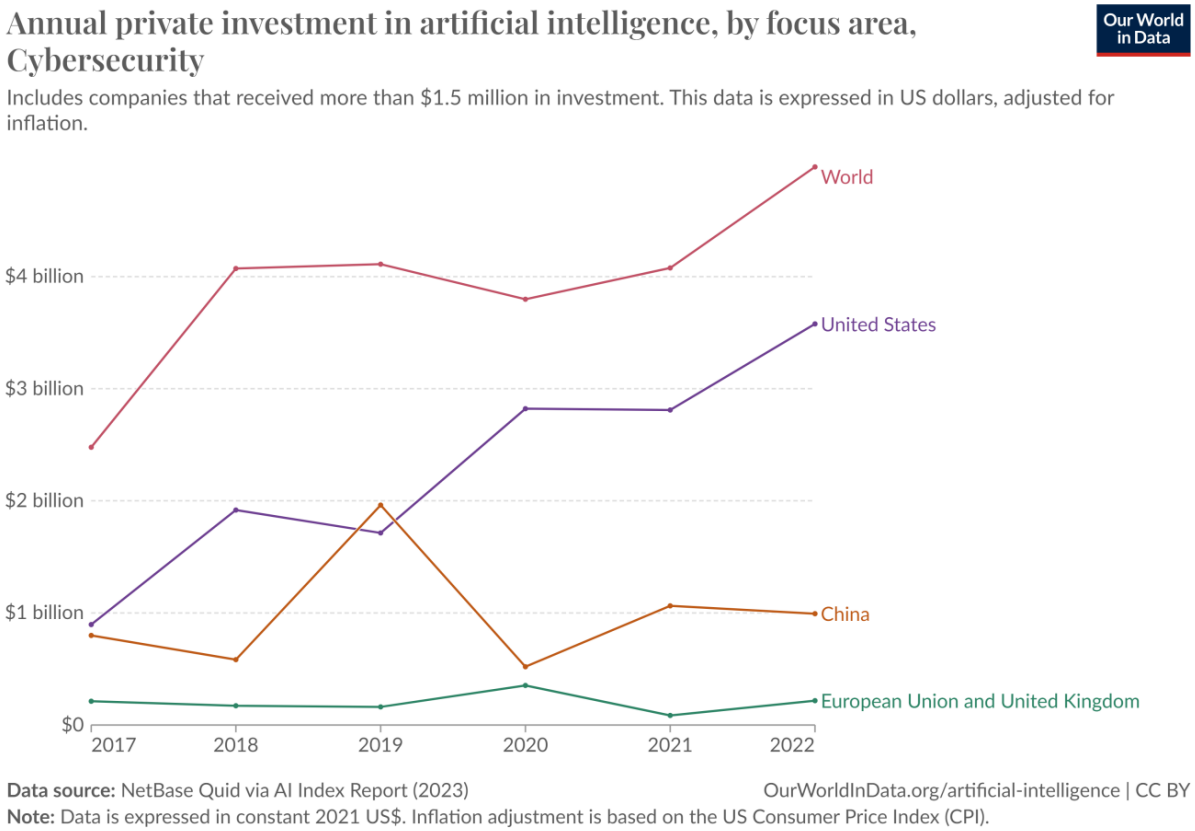


Figure 1 – Annual private investment in artificial intelligence, by focus area of cybersecurity [12]

Despite the existence of a consensus among the EAEU member states on the need to ensure information security of Eurasian integration, as evidenced by the work to protect information systems within the Union [8], the legal consolidation of strategic goals and mechanisms for achieving them is in its infancy and the prospect of forming a single digital space does not seem achievable in a short time. The digital agenda of the EAEU can rightfully be considered as a promising direction of integration processes within the Union, which can take Eurasian integration to a qualitatively new level. The integration potential of the digital agenda lies not only in accelerating the growth of the union and, as a consequence, the national economies of the EAEU countries, but also in the development of new approaches and practices for the use of digital mechanisms in various areas of interaction. However, to implement it, it is necessary to create a strong regulatory and institutional framework that will ensure information security of integration within the EAEU. However, the common digital agenda does not eliminate the issues of protecting the digital and information sovereignty of the EAEU member countries, which must also be taken into account in the further development of the EAEU Information Security Strategy [1].

Digital sovereignty, which implies "the right of the state to independently form information policy, manage information flows, and ensure information security regardless of external influence" [4], is currently subject to very real threats. In this regard, of particular interest is the concept developed in 2011 by Chinese professor Fan Binxing (better known as the "father of the great Chinese firewall"), the core of which consists of four principles:

complete state control over its own segment of the Internet; protecting this segment from outside interference; equality in the process of using Internet resources; inadmissibility of control of access services to national segments of the Internet [1] [5].

In the regional context, the protection of digital sovereignty as an integral component of the information security of the integration association has been enshrined in the Cybersecurity Strategy of the European Union (EU) [6]. The EU experience can undoubtedly be useful in terms of its adaptation for the Eurasian alliance.

In a broader vein, information security is presented in the Collective Security Strategy of the Collective Security Treaty Organization for the period until 2025 [9], as well as in the Agreement on Cooperation of the Member States of the Commonwealth of Independent States in the field of ensuring information security [10]. Certain provisions of the above documents can be finalized and become components of the EAEU Information Security Strategy, including: a) development of uniform rules of interaction in the field of information security based on the mechanisms of the digital agenda; b) creation of a single body coordinating interstate cooperation to ensure information security and implement the digital agenda; c) establishment of a single monitoring center that collects and analyzes data on the presence of information threats of various types; d) strengthening interaction between the EAEU-CSTO-CIS in order to exchange information and experience for more effective activities in this area [1]. So, currently, legal acts and strategic documents of the EAEU member states have varying degrees of involvement in issues of international information security [11].

Economic security characterizes a certain state within which the protection of the economic interests of the national economy is ensured, and all influencing factors can be conditionally divided into external and internal. The growing degree of competition, global trends and logical development dictate the need to optimize all business processes in order to increase operational efficiency and ensure the country's interests in the economic sphere, which is facilitated by the expanding use of digital technologies. In this regard, among the challenges and threats to economic security, the corresponding sustainable development strategy states that the danger is posed by the desire of individual countries to use their advantages in the field of economics and digital technologies as a tool for competition. At the same time, there is insufficient innovation activity and a lag in the field of digital economy technologies [8]. Based on the above, one of the priority goals of state policy in the field of increasing the level of economic security is to increase the competitiveness of the economic system of the Republic of Belarus through the development of digital economy technologies.

So, the expansion of the use of digital technologies implies an increase in the circulation of data of various types, including personal data, the unfair and illegal use of which can have negative consequences both for a specific subject and pose a threat to the development of the entire digital economy system (for example, a decrease in the degree of trust and exclusion from participation in economic processes carried out on a digital platform) [8]. Ultimately, systematic problems within the framework of data circulation will have a significant impact on both the state of national and economic security of the Republic of Belarus and the economic security of the EAEU integration association.

At the present stage of global development, the positive economic and political dynamics of the development of international actors largely depend on the level of development and implementation of their information / digital agenda. It seems extremely important for the both countries to maintain, in the new international context, their readiness to invest not only economic but also political resources in regional integration institutions, ensuring information security and implementing the digital agenda of which will serve as a new impetus for expanding the foundations of the Eurasian integration idea. Ensuring a systematic dialogue and exchange of views and practices in the formation of joint mechanisms and tools for implementing the information agenda on the EAEU platform will create the necessary basis for making timely joint decisions if necessary. Such dialogue is necessary and justified to develop a timely strategy to respond to global threats to information security.

Bibliography

1. Ермак К. А. Информационная безопасность как элемент интеграции в рамках ЕАЭС // Социальные новации и социальные науки. 2023. №3 (12). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-bezopasnost-kak-element-integratsii-v-ramkah-eaes (дата обращения: 24.04.2024).

2. Вологдина Е. С. Информационная безопасность в Евразийском экономическом союзе: правовой аспект, проблемы и перспективы в условиях цифровой трансформации // Развитие таможенного дела Российской Федерации: дальневосточный вектор. 2021. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-bezopasnost-v-evraziyskom-ekonomicheskom-soyuze-pravovoy-aspekt-problemy-i-perspektivy-v-usloviyah-tsifrovoy (дата обращения: 24.04.2024).

3. Joubert V. Getting the essence of cyberspace; a theoretical framework to face cyber issues //Conference on Cyber Conflict Proceedings 2010 / C. Czosseck, K. Podins (Eds.). – Tallinn : CCD COE Publications, 2010 – P. 111–126. – URL: https://ccdcoe.org/uploads/2018/10/Joubert-Getting-the-Essence-of-Cyberspace.pdf (дата обращения 24.04.2024).

4. Цифровой суверенитет // Валдай. Международный дискуссионный клуб. – 2021. – 02.06. – URL: https://ru.valdaiclub.com/multimedia/infographics/tsifrovoy-suverenitet/ (дата обращения 24.04.2024).

5. Ковачич Л. Китайский пример заразителен // Ведомости. – 2019. – 28.01. – URL: https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2019/01/28/792659-primer (дата обращения 24.04.2024).

6. The EU's Cybersecurity Strategy for the Digital Decade // European Commission. – 2020. – 16.12. – URL: https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/library/eus-cybersecurity-strategy-digital-decade-0 (дата обращения 24.04.2024).\

7. Ильина М.Ю. Перспективы сотрудничества государств - членов ЕАЭС в области информационной безопасности // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2022. №1 (39). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-sotrudnichestva-gosudarstv-chlenov-eaes-v-oblasti-informatsionnoy-bezopasnosti (дата обращения: 24.04.2024).

8. Бороздин, А. Н. Анализ системы обеспечения защиты информации в процессе цифровизации ее оборота в рамках ЕАЭС в аспекте повышения экономической безопасности / А. Н. Бороздин, В. В. Коварда // Вестник Евразийской науки. – 2020. – Т 12. – №4. – URL: https://esj.today/PDF/41ECVN420.pdf (дата обращения: 24.04.2024).

9. Стратегия коллективной безопасности Организации Договора о коллективной безопасности на период до 2025 года // Организация Договора о коллективной безопасности. – 2016. – 18.10. – URL: https://odkb-csto.org/documents%20statementsstrategiya_kollektivnoy_bezopasnosti_organizatsii_dogovora_o_kollektivnoy_bezopasnosti_na_period_do_/?ysclid=lcw1q5diwb406117606#loaded (дата обращения 24.04.2024).

10. Соглашение о сотрудничестве государств – участников Содружества Независимых Государств в области обеспечения информационной безопасности от 20 ноября 2013 года (вступило в силу для Российской Федерации 4 июня 2015 года) // Официальное опубликование правовых актов. – 2015. – 04.06. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201506040007 (дата обращения 24.04.2024).

11. Ильина М.Ю. Перспективы сотрудничества государств - членов ЕАЭС в области информационной безопасности // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2022. №1 (39). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-sotrudnichestva-gosudarstv-chlenov-eaes-v-oblasti-informatsionnoy-bezopasnosti (дата обращения: 24.04.2024).

12. Annual private investment in artificial intelligence, by focus area, Cybersecurity [Электронный ресурс]. URL: https://ourworldindata.org/grapher/private-investment-in-artificial-intelligence-by-focus-area?time=earliest..2022&country=~Cybersecurity (дата обращения: 24.04.2024).

Д. А. ИЛЬКЕВИЧ

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЕВРАЗИЙСКОМ РЕГИОНЕ

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
ilkevich.darya.a@gmail.com

Беспрецедентная цифровизация всех сфер жизни, обусловленная бурным развитием информационных технологий, все чаще стала ассоциироваться не только с новыми возможностями глобальной жизни, но и с беспрецедентными угрозами, которые она несет. В данной статье мы обсудили, что сегодня информационная безопасность является не только необходимым условием обеспечения национального суверенитета в экономической сфере, но и вопросами обеспечения государственной независимости в других сферах.

Ключевые слова: информационная безопасность; кибербезопасность, информационное пространство; региональное сотрудничество.

UDC 582.284

F. V. KISIALEVICH
Supervisors: V. I. KORNAKOVA, PhD in Philology, Senior Lecturer;
A. A. SHEVIALIOVA, Senior Lecturer

BIOLOGICAL DIVERSITY OF XYLOTROPHIC BASIDIOMYCETES IN THE VICINITY OF THE VILLAGE OF OKOLITSA

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
bio.kiselevi@bsu.by, kornakovvj@bsu.by, sheveleva_l@list.ru

During the study of the surroundings of Okolitsa village, 10 species of tinder fungi, belonging to 8 genera, 5 families and 2 morphotypes, were identified. Among the discovered xylotrophic basidiomycetes, 1 species (10 %) – is found in many places, 2 species (20 %) – are found scatteredly, 1 species (10 %) – is found very scatteredly, 5 species (50 %) – are found singly, 1 species (10 %) – found in only one place.

Key words: biological diversity, xylotrophic basidiomycetes, Okolitsa village, fungal diversity.

Introduction. Polypore fungi are a non-systematic group of basidiomycetes known for their unique properties and diversity of species. Most basidial xylotrophic fungi are represented by wood-destroying macromycetes, which are undoubtedly an integral component of all forest ecosystems. Their unique set of enzyme systems causes decomposition of the cell walls of wood, accompanied by a change in its structure, and subsequently death. The main part of tinder fungi are saprotrophs, growing on dead wood. However, among them there are also parasites that settle on living trunks and roots, gradually dying off after the death of the tree [2, 9].

Recently, the trend of using basidial xylotrophic fungi in biotechnological production has been increasing due to the huge amount of useful substances in their mycelium. Also, scientific research shows that isolates of some polypores can be used for processing wood and recyclable materials to further obtain pure cellulose [2, 11–13].

On the territory of Belarus, mushrooms remain one of the least studied components of biogeocenosis, despite such a huge number of useful properties and substances contained in them.

The purpose of the study is to conduct a biological and ecological study of tinder fungi in the village of Okolitsa (Minsk district, Ostroshitsko-Gorodoksky village).

Conditions, objects and methods of research. The research was carried out on the territory of the oxalis pine forest adjacent to the village of Okolitsa in the north-eastern part of the Minsk region. The main tree species that were found in the study area are: Scots pine (Pinus sylvestris L.), Norway spruce (Picea abies (L.) H. Karst.), silver birch (Betula pendula Roth.), white birch (Betula alba L.), common pear (Pyrus communis L.), common cherry (Cerasus vulgaris Mill.), common lilac (Syringe vulgaris L.), ash maple (Acer negundo L.), rowan (Sorbus aucuparia L.), English oak (Quercus robur L.). The average age of trees is 60 years; the completeness of the tree stand is 0.7.

The object of the study was tinder fungi found in the vicinity (forests and forest plantations within a radius of 5 km) of the village of Okolitsa.

The research was carried out through a route survey of the territory from June 2023 to April 2024. During mushroom collection, the occurrence of the species was noted on the Haas scale in points [1, 3, 8]:

5 – often everywhere;

4 – in many places;

3 – unevenly, scatteredly;
2 – very absent-minded;
1 – single;
+ – only in one place.

Several mushrooms of each species were placed in a paper bag and a label was filled out, indicating the place of collection of the sample, phytocenosis, occurrence, date, and the name of the collector [9].

Repeatedly encountered fungi of a certain species were recorded for further quantitative accounting of basidiomycetes according to the Moser scale as modified by Nespek [1, 3, 9]:

0.5 – 1 fruiting body;
1 – 2–5 fruiting bodies;
2 – 6–50 fruiting bodies;
3 – more than 50, up to 99 fruiting bodies;
4 – more than 100, up to 499 fruiting bodies;
5 – 500 or more fruiting bodies.

When diagnosing species in the field, the macroscopic method was used [6].

Further identification, establishment of the systematic position and description of the fungi were carried out in the laboratory within 2-3 days after collecting the material, using the method of light microscopy using Stemi-2000 binocular microscopes (Carl Zeiss, Germany) and the corresponding keys and monographs [4, 5, 7, 10].

Research results and discussion. During the research, the following groupings were identified: 5 families, 8 genera, 10 species of basidial xylotrophic fungi of 2 morphotypes (table 1).

Table 1 – Distribution of tinder mushroom genera by family

Families	Genera
Polyporaceae	*Daedaleopsis* *Fomes* *Trametes*
Fomitopsidaceae	*Antrodia* *Fomitopsis*
Gloephyllaceae	*Gloeophyllum*
Schizoporaceae	*Trichaptum*
Hymenochaetaceae	*Inonotus*

Phometoid morphotype is a morphotype that includes species characterized by perennial sessile, often hoof-shaped, fruiting bodies of solid consistency, having a layered, annually growing hymenophore. The consistency of the fruiting bodies is woody or corky-tinder-like, the basidiomas are covered with a well-defined cuticle or a cracking crust.

Trametoid morphotype is a morphotype that includes species that are characterized by being sessile, with prostrate-bent or almost prostrate fruiting bodies of dense cork-skin consistency and a single-layer hymenophore. The surface of the basidioma is velvety, tomentose or bristly-pubescent, sometimes becoming bare with age. The hymenophore is tubular, labyrinthine or lamellar (lensine-shaped), sometimes dentate-spike-shaped [6].

In relation to different morphotypes, the found species were divided as follows:

1) 3 species (30 %) from 3 genera (37,5 %) belong to the fometoid morphotype (table 2);
2) 7 species (70 %) from 5 genera (62,5 %) belong to the tramethoid morphotype (table 3).

Table 2 – Distribution of species of tinder fungi of the fomitoid morphotype by genus

Genera	Species
Fomes	*Fomes fomentarius*
Fomitopsis	*Fomitopsis (Ganoderma) pinicola*
Inonotus	*Inonotus obliquus*

Table 3 – Distribution of species of tinder fungi of the trametoid morphotype by genus

Genera	Species
Daedaleopsis	*Daedaleopsis confragosa*
Trametes	*Trametes vesicolor* *Trametes hirsute*
Antrodia	*Antrodia serialis*
Gloeophyllum	*Gloeophyllum odoratum*
Trichaptum	*Trichaptum biforme* *Trichaptum abietinum*

An important parameter in assessing the biological diversity of a certain forest area is the occurrence and quantitative count of basidiomyxylotrophic fungi.

As a result of our research, it was found:

1) the most common mushrooms in the study area are Trametes versicolor and Trametes hirsuta – unevenly scattered throughout the forest area;

2) the most uncommon species are Inonotus obliquus, Antrodia seralis and Daedaleopsis confragosa (tables 4, 5).

Table 4 – Occurrence of tinder mushroom species on the Gaas scale

Species	Point
Daedaleopsis confragosa	+
Fomes fomentarius	2
Trametes hirsuta	3
Trametes vesicolor	3
Antrodia serialis	1
Fomitopsis (Ganoderma) pinicola	4
Gloeophyllum odoratum	1
Trichaptum biforme	1
Trichaptum abietinum	1
Inonotus obliquus	1

Table 5 – Quantitative characteristics of basidial fungi according to the Moser scale in the Nepek modification

Species	Point
1	2
Daedaleopsis confragosa	1
Fomes fomentarius	2
Trametes hirsute	3
Trametes versicolor	4
Antrodia serialis	1

End of table 5

1	2
Fomitopsis (Ganoderma) pinicola	2
Gloeophyllum odoratum	2
Trichaptum biforme	2
Trichaptum abietinum	2
Inonotus obliquus	1

As a result of our collections and research in the area around the village of Okolitsa, 10 species, 8 genera, 5 families and 2 morphotypes of macromycetes were noted. All fungi found parasitizing on undergrowth, stumps, dead wood and dead deciduous trees.

According to the occurrence, xylotrophic basidiomycetes were divided as follows:

1) 1 species (10 %) - found in many places;
2) 2 species (20 %) - occur scattered;
3) 1 species (10 %) – occurs very sparsely;
4) 5 species (50 %) – occur singly;
5) 1 species (10 %) – occurs only in one place.

Bibliography

1. Баккал, И. Ю. Количественная оценка биоразнообразия / И. Ю. Баккал, В. В. Горшков // Методы изучения лесных сообществ. – СПб., 2002. – С. 127–130.

2. Биодеградация древесины ферментными комплексами дереворазрушающих грибов / А. Н. Веревкин [и др.] // Лесной вестник. – 2019. – Т. 23. – № 5. – С. 95-100.

3. Великанов, Л. Л. Полевая практика по экологии грибов и лишайников / Л. Л. Великанов, И. И. Сидорова, Г. Д. Успенская. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 112 с.

4. Дунаев, А. В. Серножелтый трутовик в дубовых древостоях / А. В. Дунаев, С. В. Калугина // Вестник. – 2012. – № 6. – С. 45.

5. Змитрович, И. В. Определитель грибов России / И. В. Змитрович. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 278 с.

6. Трутовики и другие деревообитающие афиллофоровые грибы [Электронный источник]. – Режим доступа: http://mycoweb-stv.ru/aphyllophorales/3/10/index.html. – Дата доступа: 25.04.2024.

7. Трутовые грибы: материалы международного курса по экологии и таксономии дереворазрушающих базидиомицетов в Центрально-Лесном заповеднике / В.М. Коткова [и др.]. – Helsinki University Printing House, 2015. – 95 с.

8. Храмцов, А. К. О редких видах грибов на территории Беларуси / А. К. Храмцов, А. В. Шалыпина, А. Н Лукшиц // Сахаровские чтения 2011 года: экологические проблемы XXI века: материалы 11-й междунар. науч. конф. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. – С. 213–214.

9. Храмцов, А. К. Фитопатогенные микромицеты. Краткое руководство по сбору и определению / А. К. Храмцов. – Минск: БГУ, 2020. – 255 с.

10. Экологические группы грибов [Электронный источник]. – Режим доступа: https://mycology.su/pro-griby/ekologicheskie-gruppy-gribov. – Дата доступа: 25.04.2024.

11. Progress in molecular biology and translational science: glycans and glycosaminoglycans as clinical biomarkers and therapeutics [Electronic source]. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/332656133_E-BOOK. – Date of access: 25.04.2024/

12. Runnel, K. Polypore fungi as a flagship group to indicate changes in biodiversity – a test case from Estonia / K. Runnel, O. Miettinen, A. Lõhmus // IMA fungus. – 2021. – T. 12. – № 1. – P. 2.

13. Schmidt, O. Wood and tree fungi. Biology, damage, protection and use / O. Schmidt. – N.Y.: Springer, 2006. – 334 p.

Ф. В. КИСЕЛЕВИЧ
Научные руководители: В. И. КОРНАКОВА,
кандидат филологических наук, старший преподаватель;
А. А. ШЕВЕЛЁВА,
старший преподаватель

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ СЕЛА ОКОЛИЦА

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
bio.kiselevi@bsu.by, kornanovvj@bsu.by, sheveleva_l@list.ru

При изучении окрестностей села Околица выявлено 10 видов трутовиков, принадлежащих к 8 родам, 5 семействам и 2 морфотипам. Среди обнаруженных ксилотрофных базидиомицетов 1 вид (10 %) – встречается во многих местах, 2 вида (20 %) – встречаются рассеянно, 1 вид (10 %) – встречается очень рассеянно, 5 видов (50 %) – являются встречается единично, 1 вид (10 %) – встречается только в одном месте.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, ксилотрофные базидиомицеты, с. Околица, грибное разнообразие.

UDC 604.4+581.198

I. D. KLIMOVICH[1]
Supervisors: E. M. KABACHEVSKAYA[2],
PhD in Biology;
V. I. KORNAKOVA[1],
PhD in Philology, senior lecturer

PURIFICATION OF BIOTECHNOLOGICAL SYNTHESIS PRODUCTS OF CANNABINOIDS ASSOCIATED WITH ENVIRONMENTAL POLLUTION

[1]Belarussian State University,
[2]Institute of biophysics and cell engineering, National Science Academy of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
posket.klimovich@gmail.com

The article discusses the issues of isolation and further purification of the products of cannabinoids biosynthesis from toxic products. The ways of removal, isolation and methods of environmental assessment of hazardous compounds are considered.

Key words: Cannabinoids, biosynthesis, cannabis, purification, biotechnology.

Cannabinoids are tetrapenophenolic compounds derived from 2-substituted 5-amylresorcinol. They are biological compounds of plant of the Cannabaceae (only *Cannabis sativa*) family. These substances are capable of having a psychotropic effect on humans, mainly due to the action of delta-9-tetrahydrocannabinol [1]. In the mammalian nervous system, cannabinoids bind to cannabinoid receptors (CV) associated with the G-protein [2].

In addition to the psychoactive effect, cannabinoids are used in medicine: the results of clinical studies [3, 4] show that individual cannabinoids are able to alleviate the symptoms of certain diseases, but do not affect the course of the disease itself. It has been shown that cannabinoids have a positive effect as antiemetics, drugs for the treatment of neurotic diseases, and epilepsy. Therefore, the study of the biosynthesis of these compounds and the creation of a biotechnological analogue is an important milestone in pharmaceutical biotechnology [4, 5].

In general, the synthesis of cannabinoids is carried out under the action of enzymes from olive acid and geranyl pyrophosphate (figure 1). Acidic cannabigerol, formed by the action of the enzyme olivetolate geranyltransferase, can be converted into 3 different products: tetrahydrocannabinolic acid (THCA), cannabidiolic acid (CBDA), and cannabichromenic acid (CBCA) [5, 6].

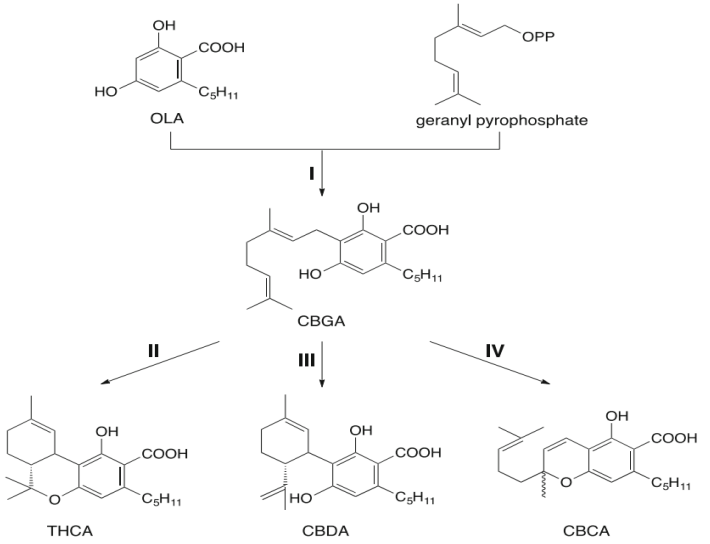
THCA and CBDA are able to transform (this process is even less controllable due to the lack of a specific enzymatic reaction control system) into their non-oxidized forms, tetrahydrocannabinol (THC) and cannabidiol (CBD), which are toxic phytoalcoloids. Also, the natural biosynthesis of cannabinoids is affected by the accumulation of heavy metals in the soil, which are harmful to the bodies of animals and plants [6].

The problem of releasing toxic products and intermediates into the environment during the biosynthesis of cannabinoids is thekey one in their application. Modern biotechnological synthesis consists of 2 options: the cultivation of cannabis plants with optimized conditions for controlling the biochemical composition; in vitro synthesis and in vivo synthesis based on modified systems [5–7].

Growing on hydroponics and nutrient media of the old composition allows for minimizing the ingress of toxic compounds into the plant [6, 7]. However, even compounds that are introduced as nutrients tend to turn into their toxic isomers or homologues. Therefore, the use of this method does not completely eliminate the risk of contamination with toxic substances during biosynthesis.

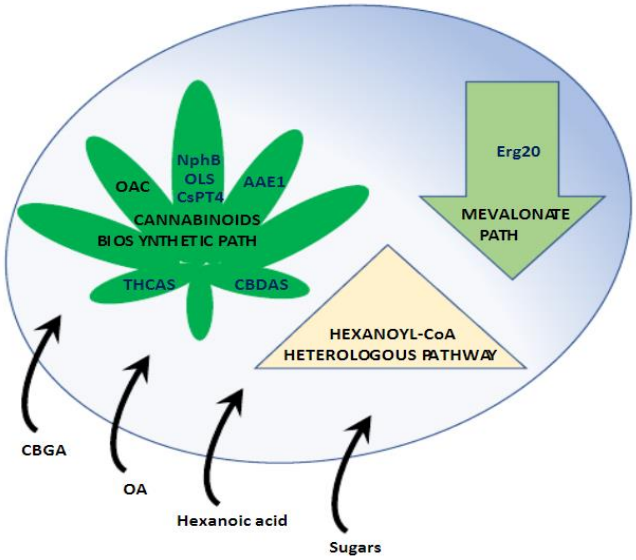
Analog (often genetically engineered) platforms based on organisms of various taxa allow us to expand the possibilities of cannabinoid biosynthesis [8]. Thus, representatives of the genus

Saccharomyces with a modified genome (based on the insertion of sections of the *C. sativa* reading frame) made it possible to consider the synthesis of new cannabioids in experiments (figure 2). Also, reagents such as carbohydrates and saturated hydrocarbons used in such fungal platforms make it possible to selectively avoid toxic intermediates and accidental rearrangements [8, 9].



the biosynthetic enzymes include geranyl pyrophosphate: olivetolate geranyltransferase (I), tetrahydrocannabinolic acid (THCA) synthase (II), cannabidiolic acid (CBDA) synthase (III), and cannabichromenic acid (CBCA) synthase (IV). OLA, olivetolic acid; CBGA, cannabigerolic acid (Adapted by [6])

Figure 1 – Cannabinoid biosynthesis



abbreviations: AAE1, acyl activating enzyme; CBDAS, cannabidiolic acid synthase; CBGAS, CBGA synthase; CsPT4, *C. sativa* prenyltransferase 4; Erg20, GPPsynthase; NphB, aromatic prenyltransferase from *Streptomyces* sp. CL190 strain; OAC, OA cyclase; OLS, olivetol synthase; THCAS, Δ9-tetrahydrocannabinolic acid synthase (Adapted by [8])

Figure 2 – Main pathways engineered in yeasts in order to produce cannabinoids from difprecursors

However, a combined approach is needed to obtain the most productive yield of “pure” cannabinoids in biotechnological synthesis. If we focus on phytoalkaloids and heavy metals, it also seems obvious to use methods of purification of biotechnology products: isolation of alkaloids and precipitation of heavy metals followed by removal from the mixture [9, 10].

Before starting controlled (for example, with the help of hormones or physico-chemical conditions) *in vivo* synthesis or *in vitro* synthesis, it is necessary to bring the reaction system to stable conditions (especially relative temperature stability, in order to prevent decarboxylation of oxylated forms of products) [7].

For the final purification of alkaloids from products, it is necessary to use non-polar solvents [11]: either halogen-substituted hydrocarbons, or, for example, esters. This process significantly reduces the amount of phytoalkaloids in the raw material [10].

The removal of heavy metals from biotechnology products is a complex issue and often requires specific solutions. The most convenient and practical method is the use of microorganisms as biosorbents for heavy metals [10, 11]. It is based on their ability to bind and convert metals into various compounds and oxidative stages. In addition to some bacteria, this role can be performed by fungi [11], especially yeast (for example, *Saccharomyces cerevisiae*), which expands the possibilities and potential of fungal platforms for the synthesis of cannabinoids.

Conclusion. There are two approaches to the biotechnological synthesis of cannabioids: cultivation of cannabis with controlled biochemical composition and the use of modified systems in vitro and in vivo. The use of genetically modified analogues allows us to expand the possibilities for the synthesis of these compounds. To obtain the most “pure” cannabinoids, a comprehensive approach to product purification is important, including the use of nonpolar solvents to isolate alkaloids. The use of microorganisms such as yeast, algae, and bacteria as biosorbents for heavy metals is an important and effective method in the purification of cannabioids synthesis products.

Bibliography

1. Alves, V. L. The synthetic cannabinoids phenomenon: from structure to toxicological properties. A review / V. Alves, J. Gonçalves, J. Aguiar, H. Teixeira, J. Câmara // Critical Reviews in Toxicology. – 2020. – T. 50. – №. 5. – Pp. 359–382.

2. Niaz, K. In the mammalian nervous system, cannabinoids bind to cannabinoid receptors (CV) associated with the G protein / K. Niaz // EXCLI journal. – 2017. – T. 16. – Pp. 688.

3. Marzo, V. D. Plant, synthetic, and endogenous cannabinoids in medicine / V. D. Marzo, L. D. Petrocellis // Annu. Rev. Med. – 2006. – T. 57. – Pp. 553–574.

4. Abrams, D. I. Cannabis in painful HIV-associated sensory neuropathy: a randomized placebo-controlled trial / D. I. Abrams, C. Jay, S. Shade, H. Vizoso, H. Reda, S. Press, M. E. Kelly, M. C. Rowbotham, K. L. Petersen// Neurology. – 2007. – T. 68. – №. 7. – Pp. 515–521.

5. Taura, F. Recent advances in cannabinoid biochemistry and biotechnology / F. Taura, T. Ryosuke // Science Asia. – 2019. – T. 45. – №. 5.

6. Sirikantaramas, S. Cannabinoids: biosynthesis and biotechnological applications / S. Sirikantaramas, F. Taura // Cannabis sativa L. - Botany and biotechnology. – 2017. – Pp. 183–206.

7. Sirikantaramas, S. Recent advances in Cannabis sativa research: biosynthetic studies and its potential in biotechnology / S. Sirikantaramas // Current pharmaceutical biotechnology. – 2007. – T. 8. – №. 4. – Pp. 237–243.

8. Kosalková, K. Biotechnological Fungal Platforms for the Production of Biosynthetic Cannabinoids / K. Kosalková, C. Barreiro, I. C. Sánchez-Orejas, L. Cueto, C. García-Estrada // Journal of Fungi. – 2023. – T. 9. – №. 2. – Pp. 234.

9. Pandey, A. Current developments in biotechnology and bioengineering: production, isolation and purification of industrial products / A. Pandey, S. Negi, C. R. Soccol – Elsevier, 2016. – P. 854.

10. Hubbuch, J. Isolation and Purification of Biotechnological Products / J. Hubbuch, M-R. Kula // Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics. – 2007. –Т. 32. – №2 – 2007. – Pp. 99–127.

11. Mosa, K. A. Potential biotechnological strategies for the cleanup of heavy metals and metalloids / K. A. Mosa, I. Saadoun, K. Kumar, M/ Helmy, O. P. Dhankher // Frontiers in plant science. – 2016. – Т. 7. – Pp. 183–197.

И. Д. КЛИМОВИЧ[1]
Научные руководители: Е. М.КАБАЧЕВСКАЯ[2],
кандидат биологических наук;
В. И. КОРНАКОВА[1],
кандидат филологических наук, старший преподаватель

ОЧИСТКА ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА КАННАБИНОИДОВ, СВЯЗАННЫХ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

[1]Белорусский государственный университет,
[2]Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь,
posket.klimovich@gmail.com

В статье рассматриваются вопросы выделения и дальнейшей очистки продуктов биосинтеза каннабиноидов от токсичных продуктов. Рассмотрены пути удаления, выделения и методы экологической оценки опасных соединений.

Ключевые слова: Каннабиноиды, биосинтез, каннабис, очистка, биотехнология.

UDC 631.95

A. K. POTAPOVA, A. A. SHABALINA

THE USE OF CHLORELLA MICROALGAE CULTURE TO STIMULATE PLANT GROWGHT IN ORGANIC FARMIHG

Specialized Educational and Scientific Center of Ural Federal University (SESC UFU), Yekaterinburg, Russia Federation,
an_p2009@mail.ru, shabalanna@yandex.ru

Chemical agropreparations increase productivity in crop production, but cause soil salinization. So it is necessary to replace them with effective, not harmful analogs. In this study we investigated the effect of such analogs (the liquid of chlorella vulgaris culture, its suspension) on radish growth. The results illustrated that effective stimulating agents are suspension of chlorella, mineral milieu. Thus, Chlorella suspension can be used as an analog.

Key words: chlorella, chlorella vulgaris, organic farming, cultivation the microalgae, radish growth.

Cell structure. Chlorella vulgaris has a complex cell wall structure. The strong cell wall contains three levels, which protect the cell nucleus from the influence of pathogens. The largest part of the envelope consists of cellulose and is located in the middle. The outer shell is a polymeric carotenoid capable of removing toxic elements from the body. The cytoplasm is a gel-like substance that contains water, soluble proteins, and minerals. It contains internal organelles: mitochondria, a small nucleus, vacuoles, one chloroplast and the Golgi apparatus. Chloroplasts have a grass-green coloration. They have an envelope of two membranes composed of phospholipids. Chloroplast endoplasmic network is absent. Lamellae consist of two to six or many converging thylakoids that form granae, peripheral thylakoids absent, genophores scattered. The pyrenoid, pierced by thylakoids, is immersed in the stroma of the chloroplast. The spare polysaccharide is starch; it is deposited inside the chloroplast around the pyrenoid and in the stroma (figure 1) [2, 3].

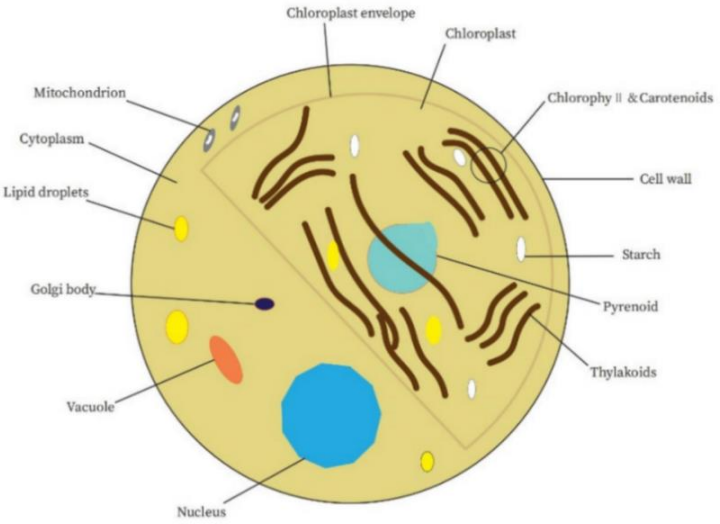


Figure 1 – Cell structure

According to the UN General Assembly, over the past 9 years, the number of people suffering from hunger has begun to rise again. Current estimates suggest that nearly 690 million people, or 8.9 percent of the world's population, are hungry - an increase of 10 million in one

year and nearly 60 million in five years. Improving agricultural productivity and sustainable food production are therefore critical to reducing the risk of hunger. The fifteenth goal of sustainable development is to protect and restore terrestrial ecosystems, suscombat desertification, and halt and reverse land degradation and stop biodiversity loss. As the report has found, the health of the ecosystems on which we and all other species depend is deteriorating faster than ever, affecting the very foundations of our economies, livelihoods, food security, health, and quality of life around the world [7].

Chemical agro-preparations (fertilizers, stimulants, insecticides, fungicides, etc.) increase productivity in crop production but cause:

1) soil salinization and depletion;

2) harm to human and animal health;

3) reduction of microorganisms necessary for plant growth;

4) reduction of plant resistance to diseases [4, 5].

From the above, the global problem of replacing chemical agropreparations with effective analogs that do not harm the environment is obvious. Chlorella microalgae culture can become one of such analog, it can be used in organic farming in the framework of which there is a conscious minimization of the use of synthetic fertilizers, pesticides, plant growth regulators.

The composition of the suspension of chlorella has:

1) macro- and microelements;

2) vitamins (E, group B, C);

3) proteins;

4) regulators of growth and development (cytokinins, auxins, gibberellins, phenolic compounds);

5) natural antibiotics (one of which is an arachidonic acid);

6) amino-acids [3], [6].

From these factors, it follows that chlorella can be used as an effective bio-stimulant in organic farming.

Hypothesis: Chlorella suspension and its cultural liquid effectively stimulate seed germination and radish growth ⇒ Chlorella can be an alternative to chemical fertilizers and stimulants.

Purpose: To prove experimentally that Chlorella suspension and its cultural liquid stimulate seed germination and growth of radish.

Objectives:

1) select and prepare nutrient milieu for culturing Chlorella;

2) to grow the culture of chlorella by controlling the optical densities;

3) to conduct an experiment on stimulation of radish seed germination and growth.

4) the object of the study is chlorella (Chlorella vulgaris).

The study took place in several stages.

Stage 1. The theoretical basis of the study concludes GOST 12038-84 “Seeds of agricultural crops, methods of germination determination” and GOST 10968-88 “Grain, methods of determination of germination energy and germination ability” was analyzed.

Stage 2. We have researched laboratory strain of live chlorella (figure 2).

Stage 3. Tamia milieu was used as a nutrient milieu because it provides optimal nutrition, maintains the necessary conditions for the development of algae [1]. Tamia milieu consists of the following ingredients:

1. Macronutrients (g. per 1 liter of water):

KNO_3 – 5; $MgSO_4 * 7H_2O$ – 2.5; KH_2PO_4 – 1,25; $FeSO_4 * 7H_2O$ – 0,003.

2. Trace elements (mg per 1 liter of water):

H_3BO_4 – 114; $ZnSO_4 * 7H_2O$ – 88; $MnCI_2 * 7 H_2O$ – 14; MoO_3 – 6; $CuSO_4 * 5 H_2O$ – 16; $Co(NO_3)_2 * 4 H_2O$ – 5; $Ca(NO_3)_2 * 4 H_2O$ – 177.

Next, Tamia milieu (50% solution) was prepared and a laboratory strain of live Chlorella was inoculated into it.

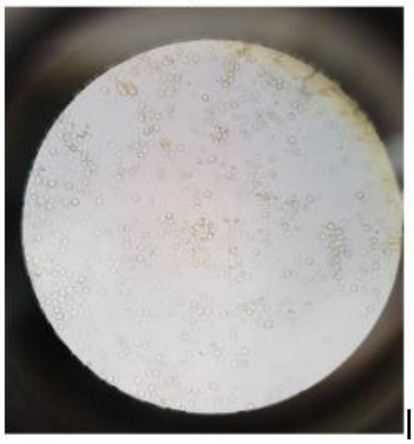


Figure 2 – Researching laboratory strain of live chlorella

Stage 4. Next day, we measured the optical density of Chlorella suspension by a spectrophotometer (figure 3). We got the amounts of d = 0,071 abs (№ 1). We obtained the culture liquid by filtration of chlorella suspension № 1 (figure 4). After that, we were enriching CO2 the fluid for 1 day. The optical density of Chlorella suspension has amounted d = 0,173 abs (№ 2). We obtained the cultural liquid by filtration of chlorella suspension № 2. So, on the first day of measurements we received non-concentrate fluid, the next day – concentrate.

Radish seeds were selected as experimental plants.

Figure 3 – Spectrophotometer

Figure 4 – Culture liquid

Stage 5. Placed 10 radish seeds each on filter paper in Petri dishes, seeds were moistened by:
1) chlorella suspension № 1 and its culture liquid;
2) chlorella suspension № 2 and its culture liquid;
3) tamia milieu (as a control);
4) water (as a control) (figure 5).

Figure 5 – Radish seeds in different milieus

Stage 6. The length of roots and shoots of seeds were measured, seed germination and germination energy were calculated.

Conclusions. The highest rates of seed germination were observed in Chlorella suspension № 1, culture liquid № 1, Tamia milieu. We assume that this is due to a higher content of dissolved chemical elements than in concentrated suspension of Chlorella № 2 and culture liquid № 2 (more dissolved substances were assimilated by Chlorella cells in suspension № 2, since there are more cells) (figure 6).

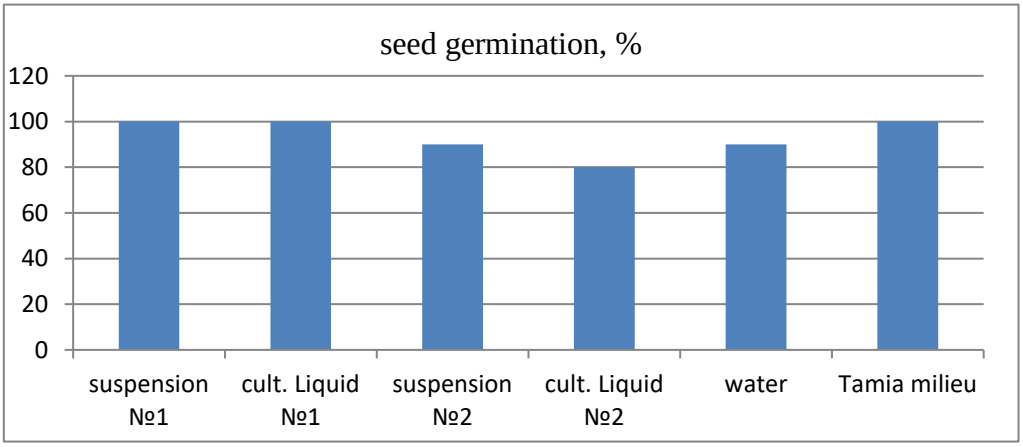


Figure 6 – Seed germination in different milieus

The highest germination energy values were observed in Tamia milieu. We assume that this is also due to the higher content of dissolved elements (figure 7).

High indicators of root length were observed in Tamiya milieu, Chlorella suspension № 1 (figure 8).

The highest values of shoot length were observed in suspension of Chlorella № 1 and its cultural liquid, which indicates the presence of cytokinins and gibberellins in the solution (figure 9).

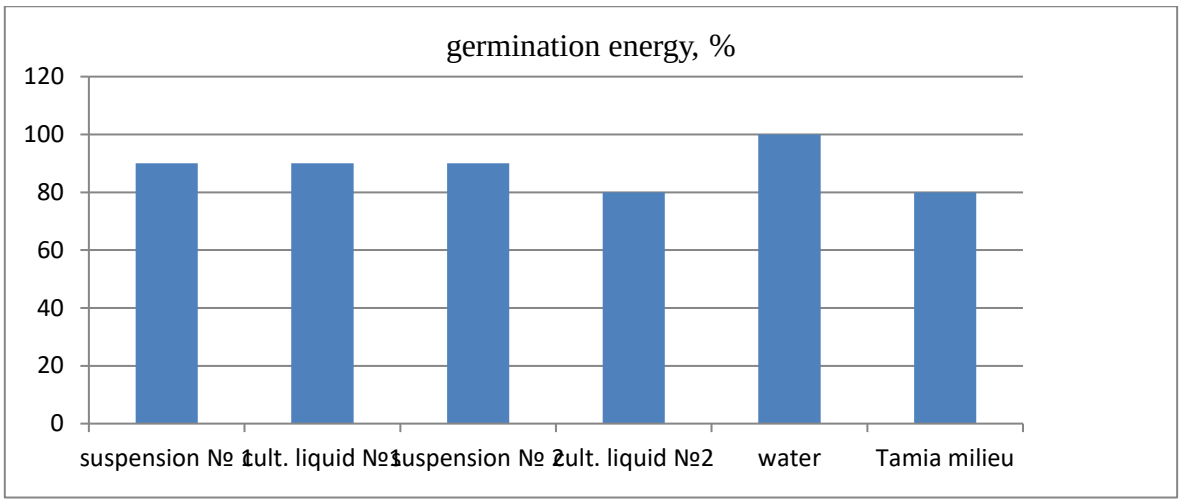


Figure 7 – Germination energy in different milieus

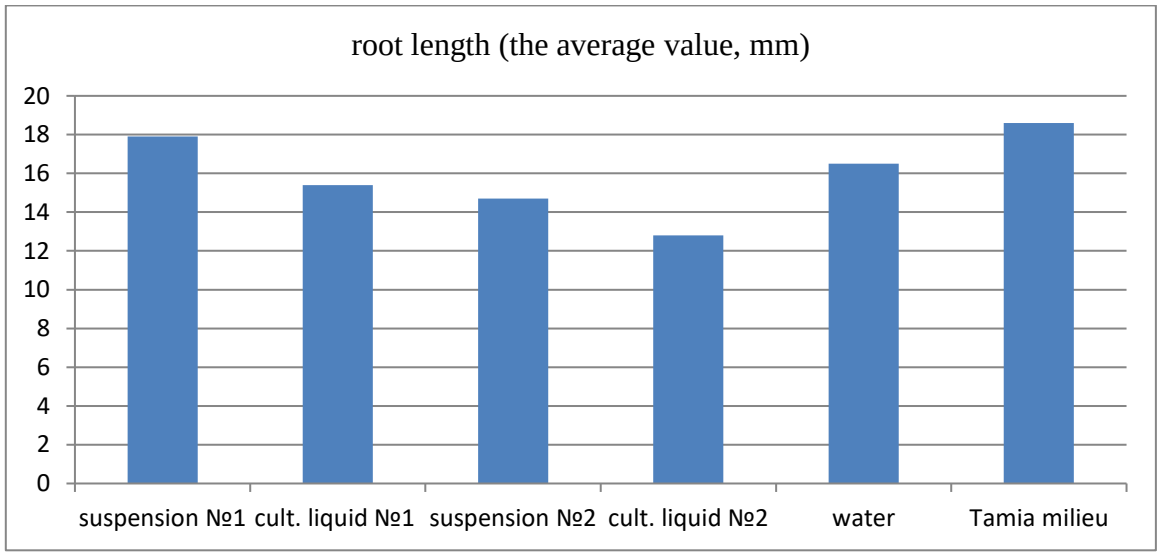


Figure 8 – Root length in different milieus

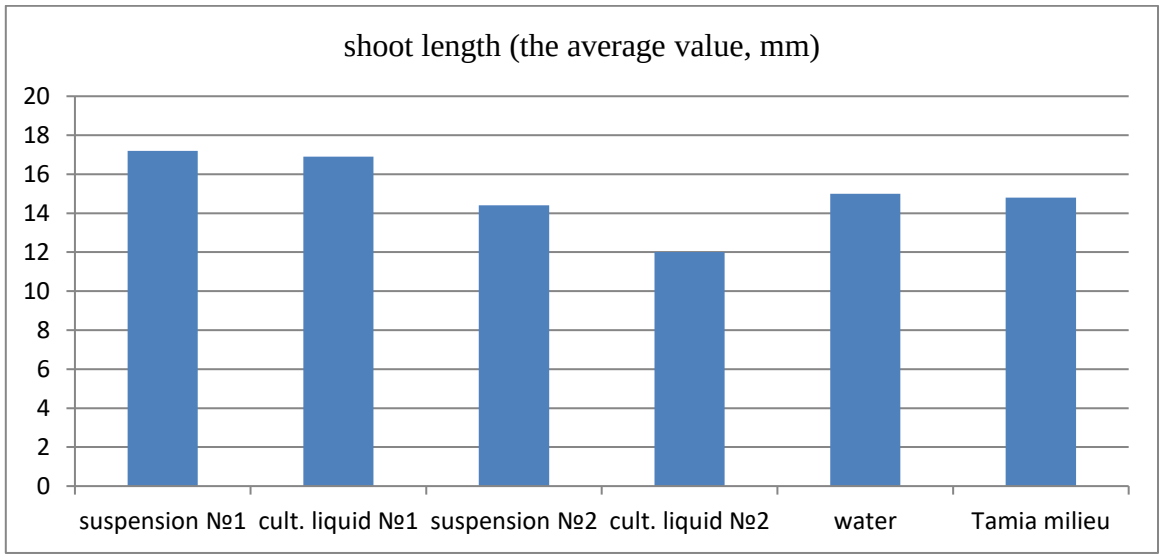


Figure 9 – Shoot length in different milieus

The objectives were accomplished:

1. Chlorella culture medium, namely Tamiya medium (concentrated 50 %) was selected and prepared.

2. Chlorella culture of different optical density was grown: d = 0,071 abs and d = 0,173 abs.

3. The most effective stimulating media are suspension of non-concentrated Chlorella and Tamiya medium, while the culture liquid of concentrated Chlorella is ineffective.

At our study we recorded that chlorella as a bio-stimulant is quite effective, especially in non-concentrated form.

Bibliography

1. Assessment of the possibility of industrial production microalgae chlorella vulgaris Beijer. f. globosa V. Andr. IPAS C-2024 in the field / M. Turieva [et.al]; ed.: Lehanova M, Shcemelina T. – Russia: Syktyvkar, 2021.

2. Insights into cell wall disintegration of Chlorella vulgaris/S.Weber [et al]; ed.: Grande M, Blank M. – Australia: St Lucia, The University of Queensland, 2019.

3. Oleynikova, D.V Chlorella Vulgaris / Oleynikova V, Gorbunova V. – Republic of Bashkortostan: Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, 2020.

4. Soil and the intensification of agriculture for global food security/P.Kopittke [et al]; ed.: N Menzies N, Wang P. – Australia: St Lucia, The University of Queensland, 2019.

5. Tamkanat A. Negative Effects Of Agriculture On The Environment [https://cropforlife.com/negative-effects-of-agriculture-on-the-environment/] / A. Tamkanat, 2021.

6. The capality of soil microalgae to improve germination and initial growth of white radish and kohlraby / V. Seman [et al]; ed.: Hajnal-Jafari T, Đuric S. – Serbi, University of Novi Sad, 2021.

7. UN General Assembly: Sustainable development goals.

А. К. ПОТАПОВА, А. А. ШАБАЛИНА.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ХЛОРЕЛЛЫ ДЛЯ СТИМУЛИРОВАНИЯ РОСТА РАСТЕНИЙ В ОРГАНИЧЕСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Специализированный образовательно-научный центр
Уральского федерального университета (СОНЦ УФУ),
г. Екатеринбург, Российская Федерация,
an_p2009@mail.ru, shabalanna@yandex.ru

Химические агропрепараты повышают продуктивность растениеводства, но вызывают засоление почв. Поэтому необходимо заменить их эффективными, не вредными аналогами. В данной работе мы исследовали влияние таких аналогов (жидкости культуры хлореллы обыкновенной, ее суспензии) на рост редиса. Результаты показали, что эффективными стимулирующими средствами являются суспензия хлореллы, минеральная среда. Таким образом, в качестве аналога можно использовать суспензию хлореллы.

Ключевые слова: хлорелла, хлорелла обыкновенная, органическое земледелие, выращивание микроводорослей, рост редиса.

UDC 57.047

D. K. VOLCHEK
Supervisor: V. I. KORNAKOVA,
PhD in Philology, senior lecturer

ENVIROMENTAL SAFETY OF HUMAN ACTIVITIES

Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
dasavolcek@gmail.com

The article examines the human influence on the state of such environmental aspects as air, water and soil. The effects of different types of human activities on the state of the environment are analyzed. The demand for solutions to problems caused by pollution of air, water and soil through human activity is stressed.

Key words: Ecology, environmental safety, human activity.

1. Human impact on the environment. Environmental pollution is one of the most important problems facing humanity in the modern world. This issue encompasses the pollution of air, water and soil as a result of human activities, which leads to negative effects on the ecosystems and human health. The deterioration of the ecological condition is caused by various human activities, including industrialization, transportation, agriculture and urbanization. The purpose of this article is to analyze the causes and consequences of air, water and soil pollution. Also consider how human activities affect the environmental situation in the world. ways to solve these problems will also be considered.

Air contamination occurs as a result of harmful particles and substances entering the atmosphere this affects the surroundings and the organisms living in it. The Industrial Revolution marked the beginning of this phenomenon, as increased extraction and use of fossil fuels led to emissions of particulate matter, carbon oxide (CO2), sulfur oxide (S2), nitrogen oxides (NOx) and water vapor. Although water vapor may seem harmless, the other substances mentioned pose a large danger, forming strong acids when combined with water and contributing to the occurrence of acid rain. As the industry developed, there was a shift from burning coal to burning fuel oil, which reduced the level of smog, but led to the emergence of new pollutants. These contaminants are formed as a result of power sources combustion in industry, automobile transport, as well as in the chemical and pharmaceutical industries. Additional sources of air pollution are power plants, waste incineration, household activities such as heating and cooking, as well as emissions of metals, metalloids, hydrocarbons (including chlorofluorocarbons and hydrofluorocarbons), halogens, volatile organic compounds and. The release of Cl, F and Br ions from hydrocarbons and halogens catalyzes numerous reactions with O3 in the stratosphere, enhancing the greenhouse effect. Pollutants released into the atmosphere trap solar heat, which leads to an increase in temperature on Earth, called global warming. Many environmental pollutants also act as greenhouse gases, creating risks to human health and contributing to global warming.

When substances such as nitrogen and sulfur oxides enter the air, they combine with water droplets to form acids. Acid rain, falling on the ground, harms animals and plants, destroys the soil. Moreover, acid rain can occur in various forms, such as snow, fog, hail or even acid dust, which leads to contamination of freshwater sources and harmful effects on forests.

People are very susceptible to diseases caused by air pollution. Most often, these diseases are associated with the respiratory tract. Asthma, strokes, heart attacks, lung cancer, chronic bronchitis and pneumonia are among the health consequences associated with foreign particles entering the air [6].

Pollution of water bodies occurs as a result of harmful substances entering natural reservoirs. Such reservoirs include lakes, rivers, oceans, seas and groundwater. All types of human activities cause enormous damage to water resources, posing a threat to them and, ultimately, having an impact on public health. Waterborne diseases such as cholera, diarrhea, dysentery and hepatitis A are directly linked to contamination of drinking water due to unsanitary conditions. For example, the emergence of environmental problems in the 19th century raised concerns about water pollution due to threats to human health. Widespread cholera outbreaks in Europe were a direct result of wastewater contamination of water sources. Although the 19th century may seem far away, the potential danger of people contracting dangerous infections due to contaminated water remains a real and serious threat that can have devastating consequences for human well-being [1]. Pollutants formed as a result of ground leaching, agricultural runoff, controlled discharges from wastewater treatment plants and industrial enterprises, as well as accidental releases from landfills and chemical incidents, pollute both surface and groundwater. Although some trace elements are necessary for human health, exceeding their norm can have an adverse effect on living organisms [2]. Agricultural toxic substances are one of the main causes of reservoirs pollution. Chemical fertilizers and pesticides are washed away by rainwater, run off into streams and eventually end up in the oceans. Chemicals negatively affect aquatic ecosystems and make them unsuitable for marine life.

Apart from environmental pollution, the most often overlooked phenomenon and side effect of our daily activities is soil pollution. One of the reasons why this type of harmful effects on ground is not discussed as often as air pollution is because it is not easy for many people to notice it. Smoke is seen coming out of the pipes, but toxins entering the soil are not noticed.

Soil contamination can be caused by any substances that harm living organisms. Pollutants reduce the quality of the soil, disrupt its natural composition and lead to erosion. Industrial and agricultural waste, as well as urban activities, can pollute the soil. Fertilizers and pesticides are most often found to be the cause of agricultural pollution. These chemicals penetrate deep into the ground and poison it, as well as groundwater. Improper disposal of industrial waste also has a detrimental effect on the earth [3].

Nature serves as a reservoir of environmental resources, including both exhaustible and renewable resources, which are necessary for the production of goods and services that meet human needs. Nature both “source” of materials and “sink” of waste. And there is a two-way relationship between two systems: (1) resources are transferred from nature to production and (2) waste from factories is transferred to the environment.

There are many reasons for the depletion of natural resources. First, it is the development of technologies that makes it possible to extract these resources faster and in large quantities. For example, in the past, only saws were used to cut down trees, and it took a long time to cut down one tree. Due to the development of technology, the rate of deforestation has increased significantly. Secondly, it is population growth. The more people there are, the more resources they consume. Thirdly, this type of resource is used as fuel in enterprises, since it is easily accessible and quite cheap. The depletion of natural resources entails a large number of adverse conditions. For example, the reduction of biodiversity. Many species of animals and plants are losing their natural habitats due to deforestation and deterioration of ground quality. The depletion of soil resources leads to a decrease in yields, erosion and soil degradation [4].

Mining leads to environmental situation deforestation, which leads to erosion and upturning of the soil due to the processing of minerals. This directly affects the productivity and survival of plants; in addition to the constant loss of nutrients by herbivores. The direct impact of factors leading to the loss of biodiversity (eutrophication, burning, soil pollution, erosion and flooding, etc.) on ecosystem processes and services often has a significant impact [5].

The scale of deforestation is increasing. The consequence of this is the loss of biodiversity, because deforestation deprives wild animals living in forests of food and shelter.

The uncontrolled use of pesticides and herbicides leads to environmental pollution, mercury pollution as a result of unregulated gold mining, the formation of urban liquid and solid waste, including untreated wastewater, the introduction of invasive exotic species and soil degradation.

2. Ways to solve environmental problems caused by human activity. The first and the most economically affordable way to purify the air are trees. They can be used as filters. Since their metabolism is based on gas exchange between the internal tissues of the plant and its environment. In most representatives of the plant world, it occurs through stomata on the surface of leaves and they directly affect the absorption of gaseous and liquid substances by the plant from the environment. Sufficiently small solid particles can enter through the stomata into the inside of the leaf. After their penetration, these particles can be subjected to various biochemical processes to protect the body from the toxic effects of pollutants, for example, the decomposition of these substances to simple metabolites, which the plant can later use for its own needs or simply release outside [6].

Also, the ability of plants to photosynthesize is to be mentioned. The cells of most plants contain different types of chlorophylls. And this molecule, in turn, is one of the most important components of photosynthesis.

Since plants use carbon dioxide to form carbohydrates for their nutrition and as a result release oxygen into the environment, this reduces the level of carbon monoxide in the atmosphere, thereby reducing the greenhouse effect. And as a result, the formation of ozone holes is reduced.

Also, nowadays there is a need to find ways to quickly and efficiently extract pollutants from water, which reduces their toxic effects on the environment and makes water safe and suitable for all living organisms.

Today, nano- and micro-motors have been created that can convert energy from various sources into the force used for movement, which allows them to perform specialized tasks using various mechanisms. These new engines are powered either by fuel or by non-fuel sources (electric or magnetic fields, sound, light). They have high power and speed, as well as precise motion control and ease.

So these engines can be used to create devices for cleaning surface or underwater pollution, such as spilled oil after a tanker disaster.

One more point to be analyzed is the activity of industrial enterprises. It is necessary to responsibly control the recycling of waste obtained as a result of the work of these organizations, as well as install and monitor the condition of filters through which harmful vapors pass.

Finally, the most important thing is the coordinated work of all countries to eliminate environmental disasters, and the massive transition to environmental approaches to solve some economic problems. After all, the efforts of one state do not make sense when the neighboring one does not make the same efforts.

Bibliography

1. Biomonitoring of Human Impacts in Freshwater Ecosystems: The Good, the Bad and the Ugly / N. Fiberg [et al.]: Advances in Ecological Research, 2011. – 374.

2. Hasan M. K., Shahriar A., Jim K. U. Water pollution in Bangladesh and its impact on public health [Electronic source]. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31406938/ (data of access: 31.03.2024).

3. Mishra R., Mohammad N., Roychoudhury N. Soil pollution: Causes, effects and control. [Electronic source]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/289281444_ Soil_pollution_Causes _effects_and_control (data of access: 31.03.2024).

4. Mittal I., Gupta R. K. Natural Resources Depletion and Economic Growth in Present Era // SOCH- Mastnath Journal of Science & Technology. – 2015. – Vol. 10. – № 3. – P.24–28.

5. Shende V., Janbandhu K., Patil K. Impact of Human Beings on Environment // International Journal of Researches in Biosciences, Agriculture and Technology. – 2015. – P. 23–28.

6. Wróblewska K., Jeong B.R. Effectiveness of plants and green infrastructure utilization in ambient particulate matter removal // Environmental Sciences Europe [Electronic source]. URL: https://link.springer.com/article/10.1186/s12302-021-00547-2 (date of access: 31.03.2024).

Д. К. ВОЛЧЕК
Научный руководитель: В. И. КОРНАКОВА,
кандидат филологических наук, старший преподаватель

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
dasavolcek@gmail.com

В статье рассматривается влияние человека на состояние таких аспектов окружающей среды, как воздух, вода и почва. Анализируется влияние различных видов деятельности человека на состояние окружающей среды. Подчеркивается необходимость решения проблем, вызванных загрязнением воздуха, воды и почвы в результате деятельности человека.
Ключевые слова: Экология, экологическая безопасность, деятельность человека.

Научное электронное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И НАУК О ЗЕМЛЕ

Международная научно-практическая конференция молодых учёных

(Гомель, 20 сентября 2024 года)

Сборник материалов

Научное электронное издание

Подписано к использованию 11.11.2024.

Объем издания 19,0 МБ.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий в качестве:
издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.
Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.

http://conference.gsu.by