



**ТРАНСГРАНИЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО
В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Гомель
2022

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»



ТРАНСГРАНИЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

VI Международная научно-практическая конференция

(Гомель, 2–3 июня 2022 года)

Сборник материалов

Научное электронное издание

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2022

ISBN 978-985-577-773-2

© Учреждение образования
«Гомельский государственный
университет имени
Франциска Скорины», 2022

УДК 502/504(082)

Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды [Электронный ресурс] : VI Международная научно-практическая конференция (Гомель, 2–3 июня 2022 года) : сборник материалов / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол. : А. П. Гусев (гл. ред.) [и др.]. – Электрон. текст. данные (11,0 МБ). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – 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 VI Международной научно-практической конференции представлены основные результаты исследований в области экологической безопасности и охраны окружающей среды белорусских и зарубежных исследователей. Среди основных проблем, находящихся в центре внимания участников конференции – 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 неблагоприятных 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:

А. П. Гусев (главный редактор),
О. В. Ковалева (заместитель главного редактора),
А. С. Соколов (ответственный секретарь),
Т. А. Тимофеева, А. Ф. Карпенко, А. И. Павловский,
Н. С. Шпилевская, Г. Л. Осипенко

Рецензенты:

доктор технических наук Е. Ф. Кудина,
кандидат сельскохозяйственных наук В. В. Дробышевская

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», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

РАДИОЭКОЛОГИЯ, ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ, ГИС

Voltayev A. S. GIS in the ecology of the oil and gas industry.....	8
Антипова Е. А., Дыдышко А. В., Чэнь Ли Использование ГИС-инструментария для составления и анализа карт демографического характера.....	10
Барейко А. А., Кантерова А. В., Сидоренко А. В. Разработка праймеров для ПЦР-диагностики фитопатогенного гриба <i>Penicillium olsonii</i>	15
Борисенко Д. В., Руденко М. С., Рябченко Н. С. Определение жесткости и содержания хлоридов в родниковой воде и почвах северо-восточной части города Гомеля.....	18
Волчек А. А., Парфомук С. И., Шешко Н. Н., Шпендик Н. Н. Методика оценки и мониторинга величины экологического стока.....	23
Воробей Н. А., Карпенко А. Ф. Потепление климата и состояние лесов.....	27
Головешкин В. В., Калиниченко С. А., Ненашев Р. А., Борисенко В. Л., Чудинов А. Н. Исследования влияния количества и интенсивности атмосферных осадков на параметры вертикальной миграции радионуклидов в почвах зоны отчуждения Чернобыльской АЭС.....	30
Гулаков А. В., Дроздов Д. Н. Влияние сезона года на формирование поглощенной дозы внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в организме диких копытных, обитающих на территории Полесского радиационно-экологического заповедника.....	34
Иванцов Д. Н., Гулаков А. В., Дроздов Д. Н. Зависимость накопления ^{137}Cs от промысловой длины хищных видов рыб.....	38
Иванцов Д. Н. База данных радиологических исследований животных.....	42
Иванов Д. Л., Ивашко Е. А. Сеть мониторинга поверхностных вод бассейна Днепра в системе контроля качества вод в Республике Беларусь.....	47
Кизеев А. Н., Сюрин С. А. Особенности распределения ^{137}Cs в растительных компонентах биогеоценозов Мурманской области.....	51
Ковалёв Е. Н., Ковалева О. В. Сброс загрязняющих веществ в водные объекты Гомельской области за период 2000–2020 годы.....	55
Ковальчук Л. С., Сибиркина А. Р. Оценка качества подземных вод Челябинской агломерации и пригодность их использования в питьевых целях.....	58
Корпанов Р. В. Агроэкологические аспекты борьбы с мелколепестником канадским (<i>Erigeron canadensis</i> L.).....	60
Космачева А. Г. Оценка показателей координации роста пшеницы и редиса при воздействии ампициллина и тилозина.....	65
Леонович С. И., Максимьюк Е. В., Дегтярик С. М., Сидоренко А. В. Идентификация бактерий рода <i>Aeromonas</i> , вызывающих заболевания рыб в рыбноводческих хозяйствах Республики Беларусь.....	68
Ненашев Р. А., Калиниченко С. А., Головешкин В. В., Шабалева М. А. Оценка поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в водоемы зоны отчуждения с жидким поверхностным стоком.....	72
Новиков Д. В., Ивановский В. В. Определение потенциальных мест гнездования скопы (<i>Pandion haliaetus</i>) на территории Глубокского, Ушачского и Докшицкого районов Витебской области.....	75
Павловский А. И., Шершнёв О. В., Моляренко В. Л., Андрушко С. В. Состояние депонирующих и транзитных сред в пределах Солигорского горнопромышленного района.....	78

Первошиков Р. Д., Меньшикова Е. А. Определение ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K в почвах в районе разработки месторождения калийных солей (Пермский край, Россия).....	84
Савицкая Т. А., Кимленко И. М., Ващенко С. В., Мостаччи Д., Компаньо С. Новая сетевая магистерская программа по ядерной и радиационной безопасности как шаг к экосистемному подходу в образовании.....	88
Сидорова Н. А., Кучко А. А., Чечкова Н. А. Морфологическая структура гетеротрофных сообществ прокариот донных отложений рыбохозяйственных водоемов.....	90
Соколик Г.А., Попеня М. В., Кольцов И. А., Кухлевский Е. А. Изменение запаса подвижного и биологически доступного ^{90}Sr в пойменной почве в зависимости от её влажности.....	95
Соколов А. С. Использование ГИС для картографирования геологических отложений по данным литологических характеристик разрезов скважин.....	99
Степанова Е. Г., Орлов Б. Ю., Жлобо Р. А., Печерица М. А., Мойдинов Д. Р. Оценка эффективности электрообработки сточных вод пищевых предприятий.....	103
Шпилевская Н. С. Мониторинг знаний населения города Гомеля в области органического сельского хозяйства.....	106
Чердакова А.С., Гальченко С. В. Изменение агрохимических свойств серой лесной почвы, загрязненной изотопом цезия-137 при внесении различных гуминовых препаратов.....	109

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Ахмадиева Ю. И., Дубенок С. А. Анализ подходов к внедрению наилучших доступных технологий по очистке сточных вод в Республике Беларусь и зарубежных странах.....	113
Бусько Е. Г., Георгиева А. С., Акшевская Е. В. Биохимическая и эколого-фармакологическая оценка сабельника болотного (<i>Comarum palustre</i> L.).....	117
Воробьёва М. М. Влияние биологии и экологии у инвазивных видов тлей на вариабельность гена COI.....	121
Галай Е. И., Филипчик Г.С. Сравнительный анализ выбросов загрязняющих веществ стационарными источниками Витебской и Гомельской областей в атмосферный воздух.....	124
Горошко З. А., Карлионова Н. В. Орнитофауна территории Гомельской области... ..	127
Греков О. А. Предложения по полувольному разведению кабана (<i>Sus scrofa</i>) в средней полосе России.....	131
Гусев А. П. Индикаторы современных ландшафтно-экологических тенденций (на примере восточной части Белорусского Полесья).....	136
Дуко Е. П., Зуев В. Н. Родники как истоки реки и ручьев (на примере Барановичского района).....	140
Карлионова Н. В. Миграционные стратегии куликов в условиях глобального изменения климата и антропогенной трансформации Припятского Полесья.....	142
Кислякова А. А., Карлионова Н. В. Обзор работы проекта ELVONAL в условиях заказника «Туровский луг».....	147
Ковзик Н. А. Оценка пойменных лугов нижнего течения реки Сож с использованием индикационных шкал Цыганова.....	150
Крюк Д. В., Жукова А. А., Макаревич О. А., Адамович Б. В. Влияние инвазивного моллюска <i>Dreissena polymorpha</i> , Pallas 1771 на динамику популяций моллюсков семейства Unionidae в Нарочанских озёрах (Беларусь).....	153

Кульнев В. В., Кочуров Б. И., Цветков И. В. Управление геоэкологическими рисками при современном водопользовании.....	157
Лебедев Н. А., Науменко Н. С. Случай естественной гибридизации красноперки <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.) и густеры <i>Blicca-Bjoerkna</i> (L.) в нижнем течении реки Припять (в пределах Беларуси).....	164
Лекунович С. Н. Действие ауксинов на адаптацию растений-регенерантов голубики высокорослой в условиях <i>Ex vitro</i>	169
Лозовая И. А., Карпенко А. Ф. Роль отдела экологии и природоохранных мероприятий БелНИПИнефть в решении экологических задач нефтедобычи.....	172
Лютяева Д. В. Основные административные и правовые меры по противодействию фитоинвазиям в ряде стран Европы и Северной Америки.....	175
Малышкина Е. Е., Митракова Н. В., Федотов С. В. Оценка экологической устойчивости зональных почв Пермского края к засолению хлоридом натрия.....	180
Мелешко Е. Д., Шпилевская Н. С. Влияние рекреации на окружающую среду.....	184
Носова М. В., Середина В. П. Основные свойства техногенно-засоленных почв пойменных экосистем Западной Сибири.....	186
Охременко Ю. И., Гайдученко Е. С. Генетический полиморфизм сомика американского (<i>Ameiurus nebulosus</i> (Le sueur, 1819)) на основе анализа последовательностей гена COI в популяциях естественного и приобретенного ареала.....	188
Подрубный Д. Г., Корнев К. В. Применение ретроспективного анализа при изучении геоэкологических особенностей зеленой инфраструктуры (на примере городского округа Балашиха Московской области).....	192
Полетаев А. С. Биологическая характеристика карася серебряного озера Марцебылинское (Витебская область, Беларусь).....	197
Селивончик И. Н. Зоопланктон озера Белое (Мядельский район, Беларусь).....	202
Хайрулина Е. А., Максимов А. Ю., Митракова Н. В., Мальцева П. Ю. Микробиологическое разнообразие почв в условиях техногенного галогенеза.....	204
Черноморец А. В., Самусенко И. Э. Динамика численности птиц на крупном полигоне отходов города Минска в период послегнездовых кочевок и осенней миграции в 2016–2021 годах.....	208
Чикунова Е. А., Герасимов П. Р. Инвазивные растения в городах Гомельской области.....	213
Шаруха І. М., Яротаў А. Я. Асаблівасці гідраніміі Гомельскай вобласці.....	216
Шпаковский И. В., Акшевская Е. В., Бусько Е. Г. Вторичные метаболиты эфиромасличных растений: на примере шалфея лекарственного (<i>Salvia officinalis</i> L.)	221

**ФИЗИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА.
БИОГЕОГРАФИЯ. ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ. УРБЭКОЛОГИЯ.
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ. ЮНИОРЫ В ЭКОЛОГИИ**

Арушаньянц А. Н. Устойчивая конкуренция как инструмент экологизации экономики и социальной сферы в контексте достижения целей устойчивого развития: международно-правовое обеспечение.....	226
Баталов Д. С., Иневатова А. А., Бессмертный И. В. Семантические особенности сельскохозяйственных топонимов Ростовской области.....	230
Бессмертный И. В. Методика комплексной оценки пространственного развития региона.....	235

Булатова Е. В., Гриншпан Д. Д. Сферификация как технология молекулярной гастрономии.....	239
Галай Е. И., Китаев Д. В. Методика определения значимости экологических аспектов деятельности ОАО «Газпром Трансгаз Беларусь».....	241
Garryev Y. A., Timofeeva T. A. Energy efficiency of waste-to-energy power plants.....	245
Герасименко С. В., Тимофеева Т. А. Влияние изменения климата на здоровье населения и рекомендации по адаптации населения к изменению климата.....	247
Губин В. Н. Анализ активных геодинамических зон для оценки устойчивости геологической среды.....	250
Гусева К. А., Гусев А. П. Анализ палеонтологических прототипов мифологических животных.....	254
Дуко Е. П., Зуев В. Н. Родники как истоки реки и ручьев (на примере Барановичского района).....	257
Завацкі Я. І. Палітыка ў сферы забруджвання атмасфернага паветра БССР транспартнымі сродкамі ў перыяд перабудовы (на прыкладзе Асіповіцкага раёна Магілёўскай вобласці).....	260
Иванов Ю. П., Гилёв М. Л., Плюснина И. А. Система практических работ школьного курса географии и её роль в модернизации современного географического образования.....	263
Кожемяк А. С. Оценка современного состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения Свердловской области.....	268
Корогода Д. Г., Зуев В. Н. Места военных сражений в Барановичском районе как элемент экскурсионных маршрутов.....	271
Коршак М. В. Сущность и роль экологической повестки в современном мире.....	275
Кудина Е. Ф., Приходько И. В., Курицын П. А. Оценка влияния вибрации на безопасность оборудования и экологию производства.....	279
Кулаков А. П., Наполов О. Б. Эколого-экономическая оценка восстановления особо охраняемой природной территории на федеральном уровне.....	282
Кульнев В. В., Кизеев А. Н. Метеоиндикация экологического состояния Ковдорского рудного района.....	287
Ли Т., Панков С. В. Сравнительный анализ сельского туризма, экотуризма и агротуризма.....	292
Мамаев А. В., Гриншпан Д. Д. Термохимический синтез активированных углей из древесных отходов.....	296
Мартынова А. Л., Абрамова Л. М. Роль <i>Zygodontia pinnatum</i> в растительном сообществе.....	300
Мележ Т. А. Экологические функции и свойства геологической среды в условиях урбанизированных территорий.....	305
Mikayilov A. M. Current state of desertification of winter pastures in the Kura basin.....	308
Миндубаев А. З., Бадеева Е. К., Бабынин Э. В. Биологическая детоксикация фосфорных соединений грибами аспергиллами.....	312
Науменко А. В., Гагина Н. В. Методические подходы к оценке обращения с ртутьсодержащими отходами.....	317
Новикова Ю. А., Тихонова Н. А., Федоров В. Н., Ковшов А. А., Мясников И. О., Мельцер А. В., Ерастова Н. В. Современные методические подходы к оценке качества питьевой воды с применением интегрального показателя.....	321
Носова М. В., Середина В. П. Экологическое состояние техногенно-загрязненных почв в условиях гумидного почвообразования Западной Сибири.....	325
Осипенко Г. Л., Карпова А. Д. Экологическая тропа – важная часть экологического образования у младших школьников.....	327

Перминова А. А., Митракова Н. В. Биоразнообразие особо охраняемой природной территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей..	329
Сопромадзе Н. Ш., Бабкина Л. А. Анализ шумовой нагрузки в городском жилом микрорайоне.....	333
Струк М. И., Флерко Т. Г. Учет геоэкологических условий сельских населенных пунктов Гомельской области при оценке их радиоактивного загрязнения.....	337
Струк М. И., Флерко Т. Г. Изменения сельского расселения Гомельской области в постчернобыльский период и их влияние на природопользование.....	343
Суздалев В. В., Осипенко Г. Л. Анализ и оценка реакции биоиндикатора на выбросы углерод оксида (СО) автомобильным транспортом (на примере клевера белого).....	349
Сюрин С. А., Кизеев А. Н. Риски здоровью при карбонильном переделе никеля.....	351
Томаш М. С. Использование озер города Гомеля в целях рекреации.....	356
Хаменок К. Д., Хацкевич Е. В. Государственная политика развития зелёной экономики в Беларуси.....	361
Яцухно В. М., Бачила С. С. Об актуальности осуществления международной инициативы по оценке экосистемных услуг в Республике Беларусь.....	363

UDC 911. 2/3:528. 9

A. S. BOLTAYEV

GIS IN THE ECOLOGY OF THE OIL AND GAS INDUSTRY

*Branch of Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NIU) in Tashkent,
Tashkent, Uzbekistan,
axrorboltayev001@gmail.com*

Today, every oil and gas facility affects the environment to one degree or another. Therefore, the modern approach to the automation of such objects implies the widespread use of geoinformation systems (GIS). It is necessary to find out how useful and effective the use of GIS.

Keywords: GIS technology, oil and gas industry, seismic profile, economonitoring, DBMS.

The extraction of "blue fuel" or hydrocarbon raw materials is always considered a priority direction of the economy of any oil and gas producing country. Any country that has large reserves of hydrocarbon raw materials can cover the needs not only of its own, but can also provide the external market with minerals to a certain extent, while receiving a certain profit. It is no secret to everyone that the budget of a state that produces hydrocarbons depends to a very large extent on the state of affairs in the oil and gas industry.

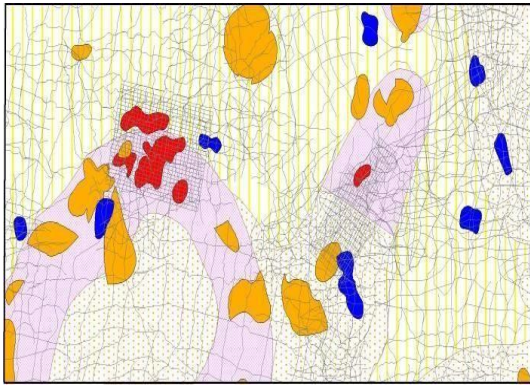
And the efficiency of this sphere directly affects the efficiency of the entire national economy as a whole. But, unfortunately, the use of oil and gas has and like all things has a negative side. The impact of OGC facilities is due to the toxicity of natural hydrocarbons and related resources, the variety of chemicals used in various chemical processes, as well as the specifics of the extraction, storage, preparation, processing, transportation and diverse use of oil and gas. Therefore, monitoring the state of the environment in the oil and gas industries is of considerable importance. At the same time, GIS (geographic information systems) play a rather important role in the information support of enterprises in this industry.

Geoinformation System (GIS) is a system that collects, stores, analyzes and visualizes special data and related information about the necessary oil and gas facilities [1]. The term is also used in a narrower sense – GIS as a tool that will allow users to search, analyze and edit digital maps, as well as additional information about objects, such as environmental friendliness. GIS includes the capabilities of database management systems (DBMS), vector graphics editors and analytical tools and are used in geology, meteorology, ecology, municipal management, transport.

One of the main directions of GIS application in the oil and gas sector is: ecology (oil spill control, damage assessment, modeling). What is the advantage of GIS over other information systems? First of all, this makes it possible to visually display spatial information while preserving all the features of storing and processing information that the DBMS has. When developing a field, extracting and transporting minerals, an oil or gas company primarily faces the problem of collecting, accumulating and processing large volumes of spatial geological and physical information. All data obtained from geological exploration expeditions, obtained from images and other sources are combined in a single database, and then entered into a GIS map and processed in a single information complex [2]. At the same time, GIS does not copy the DBMS functions, but complements it with new features, acting as an extended information superstructure over it. It allows you to visualize any spatial geophysical object on the map, while maintaining the ability to work with its tabular information.

GIS is a means of creating new information based on the available source data with the presentation of results, which allows several times to reduce the time of searching and evaluating promising sites.

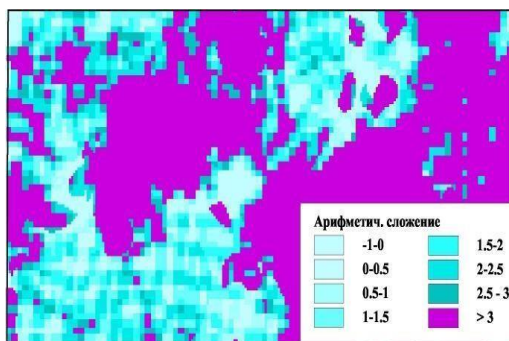
For example, figure 1 shows the process of determining the territories insufficiently studied as a result of geological exploration and its environmental friendliness, i. e. the figures show which areas have been studied sufficiently or even excessively, and where additional research is needed and which areas have not been studied at all [3]. At the same time, the criterion of study is the density of the location of wells and its effect on the atmosphere. Thus, based on the available information about the study of territories, a person receives data on the possible locations of oil and gas deposits and on the impact on the environment, as well as the necessary amount of work on seismic profiling in order to verify the data obtained.



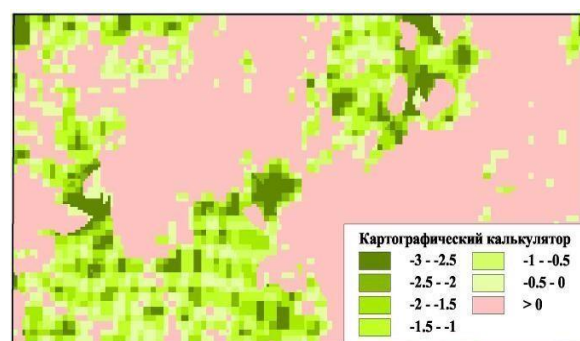
License area and source layers for modeling



The density of seismic profiles on the site



The result of arithmetic addition of grid- themes



The result of arithmetic addition of grid- themes

Figure 1 – Data analysis in GIS. Determination of the study of territories and planning of the required volume of seismic profiling

In conclusion, it should also be noted that the data obtained from alternative methods of monitoring the condition of objects (environmental monitoring, etc.) has its own specifics. With the expansion and deepening of environmental protection measures, one of the main areas of GIS application is monitoring the consequences of actions taken at the international level. Prospects for the expanded use of GIS technologies to solve complex environmental protection problems in the oil and gas industry are associated with the development of the proposed approach to improving the ecological condition of the territory based on the use of aerospace information. The use of GIS is also effective for monitoring the living conditions of local and introduced species, identifying cause-and effect chains and relationships, assessing the favorable and adverse effects of environmental measures taken on the ecosystem as a whole and its individual components, making operational decisions to adjust them depending on changing external conditions.

List of literature

1 Krasovskaya, O. Ya. GIS in the system of territorial planning and territory management / O. Ya. Krasovskaya, S. Tablecloths, S. Tyasto // ArcReview. – 2020. – № 3 (38). – P. 20–30.

2 Danilenko, A. GIS in the oil and gas industry [Electronic resource] / A. Danilenko // NefteGazRU. – URL: <https://neftegaz.ru/science/development/332617-gis-v-neftegazovoy-otrasli>. – Date of access: 20. 04. 2022.

3 Smirnov, N. P. Geoecology: textbook / N. P. Smirnov. – St. Petersburg : Publishing house of RGGMU, 2006. – 307 p.

А. С. Болтаев

ГИС В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Филиал Российского Государственного Университета нефти и газа
(Национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина в Ташкенте,
г. Ташкент, Узбекистан,
axrorboltayev001@gmail.com*

Сегодня каждый нефтегазовый объект в той или иной степени оказывает влияние на окружающую среду. Поэтому современный подход к автоматизации таких объектов подразумевает широкое использование геоинформационных систем (ГИС). Необходимо выяснить, насколько полезно и эффективно использование ГИС.

Ключевые слова: ГИС-технологии, нефтегазовая отрасль, сейсмический профиль, экомониторинг, СУБД.

УДК 911. 3:312 (476)

Е. А. АНТИПОВА, А. В. ДЫДЫШКО, ЧЭНЬ ЛИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА КАРТ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
antipovakaterina@gmail.com, alesyadyshko@gmail.com,
1914391266@qq.com*

В статье охарактеризован опыт авторов в использования программного обеспечения ArcMap 10.7 и ArcScene 10.7 для составления картографического материала демографического характера. На примере показателей возрастной структуры населения Беларуси и Китая показаны алгоритмы создания 2D и 3D демографических карт распределения населения в возрасте моложе трудоспособного возраста, 0 – 14 лет.

Ключевые слова: географическая информационная система (ГИС), картографический материал, демография, возрастная структура населения.

В настоящее время в условиях необходимости обработки BigData в демографии, важно оперативно анализировать и обрабатывать сведения. Данной необходимостью обусловлено широкое применение географических информационных систем (ГИС). ГИС предназначены для сбора, хранения, анализа и графического отображения различных пространственных данных. Благодаря использованию ГИС процесс визуализации пространственной информации

характеризуется наглядностью, оперативностью и удобством. Использование инструментов ГИС дает возможность более эффективно обрабатывать большие объемы информации, структурировать их [3]. В более ранних публикациях авторов был показан опыт авторов использования ГИС-технологий в географии сельского населения Беларуси [1].

Необходимость визуализации информации демографического характера обусловлена высокой ролью населения в различных социально-экономических процессах. Население является основной производительной силой общества, с ним непосредственно связаны важнейшие элементы хозяйственного процесса – производство и потребление материальных и духовных ценностей. Население взаимодействует с природными условиями как условиями обитания людей, оно тесно связано с экономикой и социальной средой. На картах демографического характера отображаются данные, касающиеся динамики численности населения, естественного движения населения, его возрастной структуры и др. Картографирование демографической информации и различных процессов, связанных с ней, необходимо для выявления закономерностей распределения трудовых ресурсов в пространстве, для планирования народного хозяйства, для организации сферы обслуживания, для составления различных прогнозов развития населения [6].

В настоящей работе опыт использования ГИС-инструментария будет применен для подготовки картографического материала, отражающего возрастную структуру населения Беларуси и Китая. На примере Беларуси показан опыт создания 2D-карт, на примере Китая – 3D-карт.

Возрастная структура населения формируется за счет основных показателей естественного движения – рождаемости, смертности, а также миграции населения. В свою очередь, показатели возрастной структуры оказывают большое влияние на другие основные демографические процессы. К ним можно отнести следующие: воспроизводство населения, демографическая нагрузка, старение населения, распределение трудоспособного населения и прочее. Для широты понимания данных процессов необходимость в их наглядном отображении возрастает.

Целью данной работы является описать основные преимущества использования ГИС-инструментария для картографирования демографической информации, в частности информации о распределении населения в возрасте 0 – 14 лет.

В настоящее время существует множество крупных фирм, которые занимаются разработкой программного обеспечения ГИС. В данной работе было использовано программное обеспечение ArcMap 10.7 и ArcScene 10.7.

ArcMap является такой средой, в которой необходимая пространственная информация отображается в виде набора слоев, а также других элементов карты. В ArcMap существует два вида предназначенных для работы с картами, которые включают вид данных и вид компоновки. На примере показателя удельного веса населения моложе трудоспособного возраста в общей численности городского и сельского населения Республики Беларусь будут отображены основные этапы картографирования с использованием программного обеспечения ГИС, в частности ArcMap 10.7.

Процесс составления картографического материала начинается со сбора всей необходимой информации, которую требуется визуализировать. В данном случае нам понадобились данные о численности населения моложе трудоспособного возраста, а также общая численность населения по городам и сельской местности Республики Беларусь. В качестве основного источника информации был использован статистический бюллетень «Половозрастная структура населения Республики Беларусь на 1 января 2021 г. и среднегодовая численность населения за 2020 год», который предоставляется Национальным статистическим комитетом (Белстат) [5].

За базовую основу был взят макет карты Республики Беларусь, содержащий границы страны, границы областей и административных районов страны. В данный макет также был добавлен слой с городами Республики Беларусь. Для того, чтобы появилась возможно визуализировать необходимые данные в данной программе, необходимо ввести всю числовую информацию, которую мы собираемся отобразить на карте, в специальную атрибутивную таблицу.

После того, как все необходимые данные введены, можно перейти к этапу настройки символического отображения всех показателей на карте. Для этого необходимо использовать вид данных и путем настройки символов задать все характеристики отображения информации на карте. В нашем случае для отображения удельного веса численности населения моложе трудоспособного возраста в общей численности городского и сельского населения был использован способ градуированных цветов от более светлого к более тёмному оттенку одного цвета. Для отображения численности населения городов Республики Беларусь удобнее всего использовать метод градуированных символов, который наглядно отображает численность городов в зависимости от размера символа. После того, как все настройки заданы и все символы установлены, можно перейти в вид компоновки и закончить редактирование карты, путем добавления легенды и всех необходимых элементов карты, таких как масштабная линейка, заголовков и прочее.

Таким образом, в ходе работы с данным программным обеспечением удалось оперативно создать картографический материал, который отображает удельный вес населения моложе трудоспособного возраста в общей численности городского и сельского населения (рисунок 1).

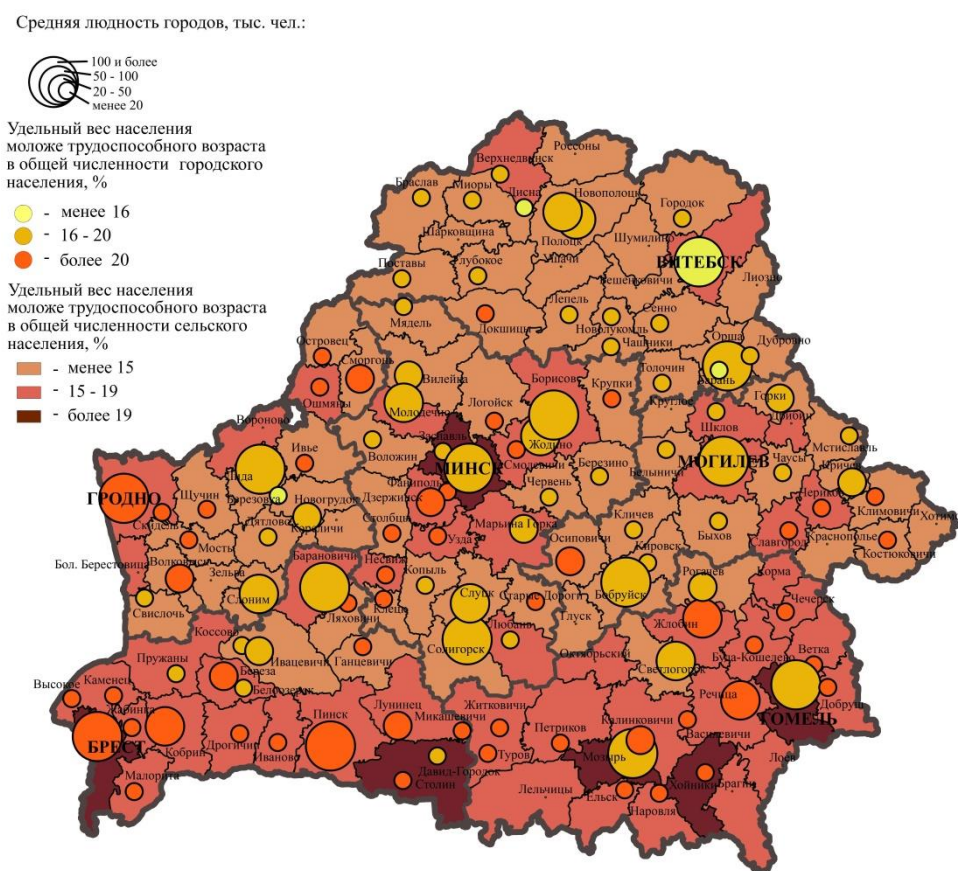


Рисунок 1 – Распределение населения моложе трудоспособного возраста в Республике Беларусь, %, 2020 год

Полученная карта дает возможность увидеть ряд закономерностей распределения населения моложе трудоспособного возраста по территории Республики Беларусь. Так, например, ярко видно, что регионами, в которых доля населения моложе трудоспособного преобладает, являются Брестская и Гомельская области. Помимо них ярко выделяется Минский район с удельным весом населения моложе трудоспособного более 19 %. Витебская область и город Витебск, в частности, характеризуется наименьшей долей молодого населения. Гродненская, Минская и Могилевская область имеют приближенные к средним по стране показателям.

3D-картографирование населения представляет собой качественно новый уровень визуализации картографического изображения в аналоговой форме – объемную блок-диаграмму, которая обладает существенно лучшей информативностью и наглядностью по сравнению с традиционной картограммой. Толчком к бурному развитию 3D-картографии стало, во-первых, появление высокопроизводительных аппаратных платформ, во-вторых, появление геоинформационных систем, что обеспечило возможности хранения, обработки и визуализации трехмерных данных. В более ранних публикациях был представлен опыт авторов в создании 3D-карт демографического старения Беларуси с использованием трех программных продуктов – ArcScene 10.5, Microsoft 3D Builder и Cura [2]. В данной работе показан опыт создания 3D-карт возрастной структуры населения на примере Китая с использованием ArcScene 10.7. Источником данных выступила официальная статистическая информация о численности населения в возрасте 0 – 14 лет в разрезе провинций Национального статистического бюро Китая [4].

Первые шаги алгоритма схожи с созданием двухмерных карт, описанных выше. Далее, чтобы из 2D-карты сделать 3D необходимо открыть «Свойства» → «Базовые высоты» и выбрать «Плавающие на пользовательской поверхности». Это позволит всю будущую фигуру карты иметь базовую высоту. Далее выбирается «Использовать постоянное значение или выражение», что позволит установить высоту на основе значения атрибута объекта.

Для лучшего отображения 3D-стереоскопического эффекта следует выбрать функцию «Вытягивание» и поставить галочку «Вытягивать объекты слоя». Вытягивание превращает точки в вертикальные линии, линии в вертикальные поверхности, а полигоны в объемные фигуры. В «Значение или выражение вытягивания» вводится выражение «[B1_2020] *30» и выбирается коэффициент растяжения в соответствии с визуальным эффектом. На заключительном этапе, чтобы лучше отображать эффект данных, мы назначаем цвета. Для этого выбираем «Символы» → «Количество» → «Градуированные цвета» → Значение «B1_2020» (Численность населения за 2020 г.) → «Классифицировать» и завершаем шаг подтверждением «ОК». В итоге получаем следующий трехмерный результат (рисунок 2).

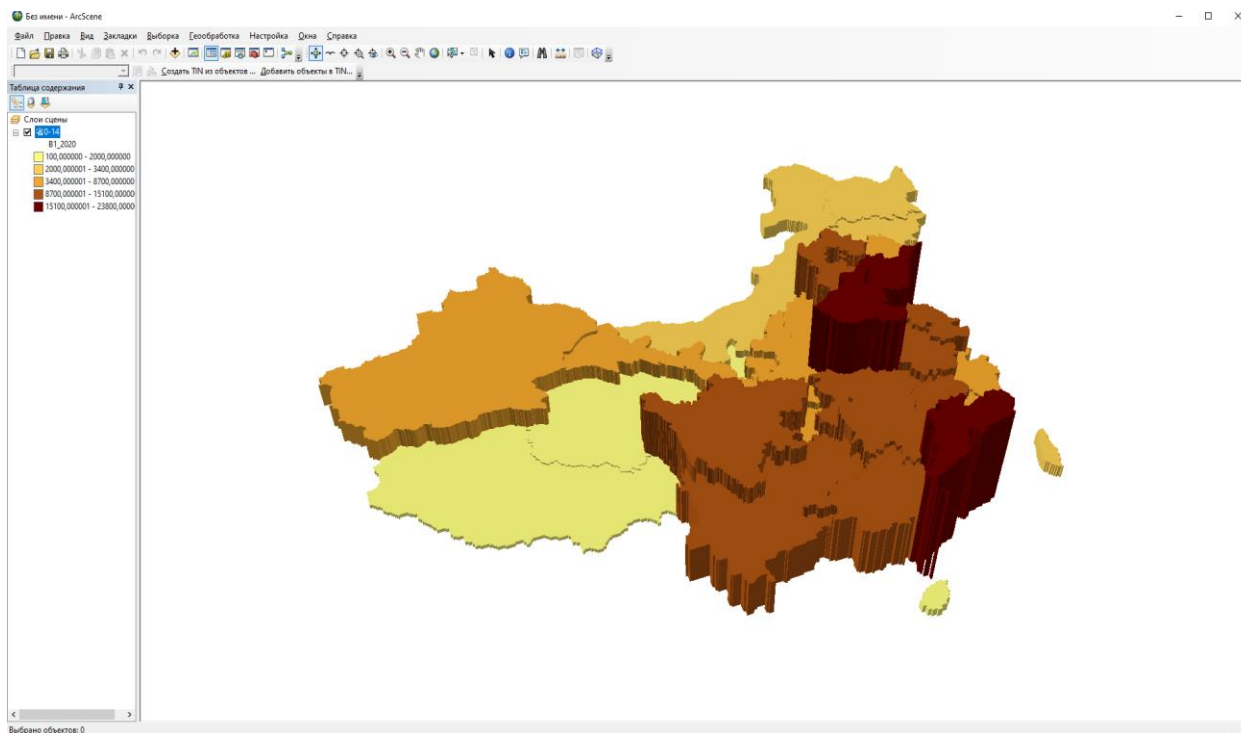


Рисунок 2 – Распределение населения моложе трудоспособного возраста в Китае, тыс. чел., 2020 год

Таким образом, демографическое картографирование с помощью ГИС помогло быстро добиться желаемого результата и наглядно отобразить числовые данные на карте, которые в дальнейшем можно использовать для сравнения демографической ситуации в разных регионах страны и анализа распределения населения по ее территории. 2D-картографирование отдельных элементов возрастной структуры имеет очевидные преимущества, характеризующиеся многократным использованием географической основы для различных целей, удобством и быстротой ввода необходимой информации с возможностью ее дальнейшего редактирования и корректировки, возможностью выбора наиболее наглядного способа отображения информации. Эти достоинства дополняются преимуществом 3D-картографирования, заключающимся в ранее недостижимой точности отображения полимасштабной дифференциации в распределении населения страны.

Список литературы

- 1 Антипова, Е. А. Опыт использования ГИС-технологий в географии населения / Е. А. Антипова // Вестник БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2007. – № 2. – С. 87–93.
- 2 Антипова, Е. А. Картографирование демографического старения в Республике Беларусь с использованием 3D-визуализации / Е. А. Антипова, В. М. Храмов, А. А. Сазонов // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2019. – № 1. – С. 10–20.
- 3 Берлянт, А. М. Геоинформационное картографирование / А. М. Берлянт. – 2-е изд. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 251 с.
- 4 Национальное бюро статистики Китая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stats.gov.cn>. – Дата доступа: 20. 02. 2022.
- 5 Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 20. 02. 2022.
- 6 Жмойдяк Р. А. Социально-экономическая картография: курс лекций [Электронный ресурс] / Р. А. Жмойдяк. – Минск : БГУ, 2011. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/15043>. – Дата доступа: 20. 02. 2022.

E. A. Antipova, A. V. Dydyshko, Chen Li

USING GIS TOOLS FOR COMPILATION AND ANALYSIS OF DEMOGRAPHIC MAPPING

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
antipovaekaterina@gmail.com, alesyadydyshko@gmail.com, 1914391266@qq.com*

Abstract. The authors' experience in using of the ArcMap 10.7 and ArcScene 10.7 software to compile demographic cartographic material are described in the article. On the example of indicators of the age structure of the population of Belarus and China algorithms for the creating 2D and 3D demographic maps of the distribution of the population under the age of working age, 0-14 years old are shown.

Keywords: geographic information system (GIS), cartographic material, demography, population age structure.

А. А. БАРЕЙКО, А. В. КАНТЕРОВА, А. В. СИДОРЕНКО

**РАЗРАБОТКА ПРАЙМЕРОВ ДЛЯ ПЦР-ДИАГНОСТИКИ
ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА *PENICILLIUM OLSONII***

*Институт микробиологии НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь,
bareiko.hanna@gmail.com*

*На основе нуклеотидной последовательности гена *benA*, кодирующего β -тубулин, разработаны видоспецифичные праймеры для ПЦР-диагностики фитопатогенного гриба *Penicillium olsonii*. Подтверждена специфичность сконструированных праймеров и возможность их использования для детекции *P. olsonii* с помощью стандартной ПЦР и ПЦР в режиме реального времени.*

*Ключевые слова: *Penicillium olsonii*, болезни растений, ПЦР-диагностика.*

Ежегодные потери урожая сельскохозяйственных культур от болезней, вызываемых фитопатогенными микроорганизмами, в развитых странах составляют около 10%, в развивающихся странах достигают 20-50% [10]. Некоторые инфекционные болезни растений проявляются не на стадии вегетации и плодоношения, а в период хранения, что приводит к дополнительным экономическим потерям.

Среди патогенов, вызывающих порчу овощей при хранении, выделяют обширную группу мицелиальных грибов рода *Penicillium*, насчитывающего порядка 200 видов [4]. Долгое время основными патогенами растений считались *Penicillium expansum* и *Penicillium digitatum* [7], однако в последние годы отмечается поражение сельскохозяйственных культур и другими представителями этого рода. Так, у *Penicillium olsonii*, ранее относившегося к сапрофитным обитателям тропических почв, выявлена способность вызывать пятнистость и плодовую гниль томата. Симптомы заболевания, вызываемого *P. olsonii*, начинают проявляться через 3-4 месяца в зависимости от сорта растения и условий хранения. Данный микроорганизм как патоген обнаружен в 2009-2010 гг. в тепличных хозяйствах Канады [3], в 2015 г. – в Иране [5], а в 2021 г. – в Сербии [9]. Сведения о распространении фитопатогенных грибов *P. olsonii* в Республике Беларусь и странах СНГ до настоящего времени отсутствуют.

Расширение спектра и ареала распространения фитопатогенных микроорганизмов, а также необходимость постоянного мониторинга фитосанитарного состояния теплиц и сельскохозяйственных предприятий на территории Республики Беларусь, актуализируют исследования, направленные на разработку специфичных и чувствительных способов детекции патогенов растений.

Целью работы являлась разработка видоспецифичных праймеров для ПЦР-диагностики грибов *P. olsonii*.

Дизайн видоспецифичных праймеров осуществляли с использованием последовательностей гена *benA*, кодирующего β -тубулин, грибов вида *P. olsonii*, представленных в базе данных NCBI [2]. Выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили с помощью алгоритма Нидельмана-Вунша, реализованного в программе SnapGene [8]. Подбор праймеров проводили вручную. Анализ структуры, термодинамических параметров и проверку специфичности сконструированных праймеров к определенным видам фитопатогенных грибов *in silico* осуществляли с помощью программы PrimerBlast [6].

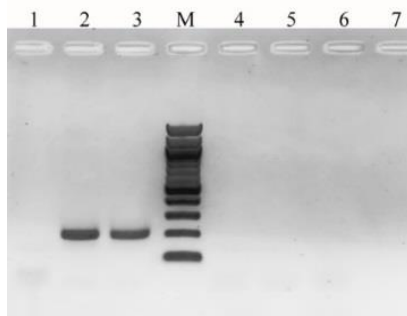
Для тестирования специфичности праймеров *in vitro* использовали культуры мицелиальных грибов, депонированные в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов: *P. olsonii* БИМ F-801, БИМ F-813, БИМ F-815; *P. brevicompactum* БИМ F-812; *P. expansum*

БИМ F-39, БИМ F-171; *P. chrysogenum* БИМ F-281; *Talaromyces purpureogenus* БИМ F-40, БИМ F-152; *Aspergillus flavus* БИМ F-1, БИМ F-172. Стандартную ПЦР проводили на амплификаторе SureCycler 8800 (Agilent). Реакционная смесь, объемом 20 мкл, содержала: «2× премикс для ПЦР-РВ» (Праймтех) – 10 мкл, прямой и обратный праймеры (4 пмоль) – 1,5 мкл, образец ДНК – 2 мкл, вода для ПЦР – до 20 мкл. Образцы ДНК и продукты ПЦР анализировали методом электрофореза в 1 % агарозном геле с использованием 1× трис-ацетатного буфера при напряженности электрического поля 5 В/см. Для визуализации ДНК гель окрашивали раствором бромистого этидия (0,05 мкг/мл). В качестве стандарта для определения размера продуктов ПЦР применяли маркер молекулярной массы фрагментов ДНК «GeneRuler DNA Ladder Mix» (ThermoFisher Scientific). ПЦР в режиме «реального времени» проводили на амплификаторе CFX96 Touch™ (Bio-Rad). В состав реакционной смеси (объем 25 мкл) входили: «2× премикс для ПЦР-РВ» (Праймтех) – 12,5 мкл, прямой и обратный праймеры (7 пмоль) – 1 мкл, интеркалирующий краситель ZUBR Green-1 (Праймтех) – 0,13 мкл, образец ДНК – 5 мкл, вода для ПЦР – до 25 мкл.

На основании данных литературы в качестве диагностического локуса для конструирования видоспецифичных праймеров выбран ген *benA*, кодирующий β-тубулин. Этот ген является высококонсервативным, однако имеет варибельные участки, позволяющие дифференцировать близкородственные виды *Penicillium* [1]. С помощью компьютерного анализа пяти референсных последовательностей гена *benA* *P. olsonii*, а также их сравнения с последовательностями гена *benA* близкородственного вида *P. brevicompactum*, определены участки, относительно консервативные для *P. olsonii* и по своим параметрам (ГЦ-состав, длина) подходящие для подбора праймеров.

Сконструирована пара видоспецифичных праймеров P_{ols_F} (5'-TGACTCAAAGGCAAAC-3') и P_{ols_R} (5'-TGGGAGGTCAAAGACAT-3'), окаймляющих фрагмент гена *benA* длиной 225 п. н. Небольшой размер целевого ампликона позволяет сократить время амплификации и проводить детекцию продуктов ПЦР в режиме реального времени.

Анализ праймеров P_{ols_F} и P_{ols_R} *in silico* с помощью программы Primer-BLAST показал наличие продуктов амплификации только с хромосомной ДНК разных штаммов *P. olsonii*, что подтверждает их специфичность.



М – маркер молекулярного веса ДНК; 1 – отрицательный контроль ПЦР;
2 – *P. olsonii* БИМ F-813; 3 – *P. olsonii* БИМ F-815, 4 – *P. brevicompactum* БИМ F-812;
5 – *P. expansum* БИМ F-39; 6 – *A. flavus* БИМ F-172; 7 – *T. purpureogenus* БИМ F-152

Рисунок – Электрофореграмма продуктов ПЦР с праймерами P_{ols_F} и P_{ols_R}

С использованием хромосомной ДНК коллекционных штаммов *P. olsonii* БИМ F-801, F-813, БИМ F-815 оптимизированы температурно-временные параметры стандартной ПЦР с праймерами P_{ols_F} и P_{ols_R}: 95°C – 3 мин; 35 циклов: 95°C – 30 с, 50°C – 30 с, 72°C – 20 с; 72°C – 5 мин; 4°C – 5 мин. Показано, что при проведении ПЦР с праймерами P_{ols_F} и P_{ols_R} ампликоны целевого размера образуются только для грибов *P. olsonii* БИМ F-801, БИМ F-813, БИМ F-815, продукты амплификации с ДНК *P. brevicompactum* БИМ F-812; *P. expansum*

БИМ F-39, БИМ F-171; *P. chrysogenum* БИМ F-281; *T. purpureogenus* БИМ F-40, БИМ F-152; *A. flavus* БИМ F-1, БИМ F-172 отсутствуют (рисунок, данные приведены для отдельных культур). Полученные данные свидетельствуют о специфичности праймеров к грибам *P. olsonii*.

В последние годы для детекции фитопатогенных микроорганизмов широкое применение находит ПЦР в реальном времени. Основным преимуществом данного подхода перед стандартной ПЦР является более высокая чувствительность и скорость анализа. Оптимизированы температурно-временные параметры ПЦР в реальном времени с праймерами P_{ols_F} и P_{ols_R}: 95°C – 3 мин; 35 циклов: 95°C – 20 с, 60°C – 15 с, 72°C – 10 с; кривая плавления: 60°C – 15 с; 95°C – 5 с.

При проведении ПЦР в реальном времени с праймерами P_{ols_F} и P_{ols_R} ДНК *P. olsonii* БИМ F-801, БИМ F-813, БИМ F-815 выявлялась при пороговом цикле 23-24, а ДНК грибов близкородственных видов (*P. brevicompactum* БИМ F-812; *P. expansum* БИМ F-39, БИМ F-171; *P. chrysogenum* БИМ F-281; *T. purpureogenus* БИМ F-40, БИМ F-152; *A. flavus* БИМ F-1, БИМ F-172) детектировалась незначительно позже – после 27 цикла (таблица). Анализ кривых диссоциации показал, что температура плавления специфических продуктов, полученных для *P. olsonii* БИМ F-801, БИМ F-813, БИМ F-815, значительно отличается от температуры плавления неспецифических продуктов, характерных для *P. brevicompactum* БИМ F-812; *P. expansum* БИМ F-39, БИМ F-171; *P. chrysogenum* БИМ F-281; *T. purpureogenus* БИМ F-40, БИМ F-152; *A. flavus* БИМ F-1, БИМ F-172. Представленные результаты свидетельствуют, что праймеры P_{ols_F} и P_{ols_R} могут использоваться для детекции *P. olsonii*.

Таблица – Проверка специфичности праймеров P_{ols_F}/P_{ols_R} методом ПЦР в реальном времени

Штамм	Пороговый цикл	Детекция <i>P. olsonii</i>
<i>P. olsonii</i> БИМ F-801	23	+
<i>P. olsonii</i> БИМ F-813	23	+
<i>P. olsonii</i> БИМ F-815	24	+
<i>P. brevicompactum</i> БИМ F-812	>27	-
<i>P. expansum</i> БИМ F-39	>27	-
<i>P. expansum</i> БИМ F-171	>27	-
<i>P. chrysogenum</i> БИМ F-281	>27	-
<i>A. flavus</i> БИМ F-1	>27	-
<i>A. flavus</i> БИМ F-172	>27	-
<i>T. purpureogenus</i> БИМ F-40	>27	-
<i>T. purpureogenus</i> БИМ F-152	>27	-

Таким образом, сконструированные праймеры P_{ols_F} и P_{ols_R} являются специфичными к грибам *P. olsonii* и могут использоваться для их детекции с помощью стандартной ПЦР и ПЦР в режиме реального времени, что расширяет диагностический инструментарий для мониторинга фитосанитарной ситуации в Республике Беларусь, своевременного выявления и профилактики инфекционных болезней сельскохозяйственных культур.

Список литературы

- 1 A re-evaluation of *Penicillium* section *Canescentia*, including the description of five new species / С. М. Visagie [et al.] // *Persoonia – Mol. Phyl. Evol. Fungi.* – 2021. – V. 46. – P. 163–187. <https://doi.org/10.3767/persoonia.2021.46.06>.
- 2 Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) [Electronic resource] – NCBI, 2020. – Mode of access: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> – Date of access: 26. 12. 2021.

3 Chatterton, S. Fruit infection and postharvest decay of greenhouse tomatoes caused by *Penicillium* species in British Columbia / S. Chatterton, A. C. Wylie, Z. K. Punj // *Can. J. Plant Pathol.* – 2012. – V. 34, № 4. – P. 524–535. <https://doi.org/10.1080/07060661.2012.710069>.

4 Identification and nomenclature of the genus *Penicillium* / C. M. Visagie [et al.] // *Stud. Mycol.* – 2014. – V. 78. – P. 343–371. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>.

5 Five new species of *Penicillium* and *Talaromyces* for mycobiota of Iran / A. Khodaei. [et al.] // *Rostan.* – 2015. – V. 16, № 2. – P. 186–199. <https://doi.org/10.22092/BOTANY.2016.105987>.

6 PrimerBlast [Electronic resource] – NCBI, 2020. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/> – Date of access: 26. 12. 2021.

7 Rosario, D. L. *Penicillium expansum*: biology, omics, and management tools for a global post-harvest pathogen causing blue mould of pome fruit / D. L. Rosario, N. P. Keller, W. M. Jurick // *Mol Plant Pathol.* – 2020. – V. 21, № 11. – P. 1391–1404. <https://doi.org/10.1111/mpp.12990>.

8 SnapGene [Electronic resource] – Insightful Science, 2020. – Mode of access: <http://www.snapgene.com/>. – Date of access: 26. 12. 2021.

9 Živković, S. First report of *Penicillium olsonii* causing postharvest fruit rot on tomato in Serbia / S. Živković, D. Ristić, S. Stošić // *Plant Dis.* – 2021 – V. 105, No. 8. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-21-0323-PDN>.

10 Федоренко, В. Ф. Перспективные технологии диагностики патогенов сельскохозяйственных растений: науч. анализ. обзор. / В. Ф. Федоренко, Н. П. Мишуров, Л. А. Неменуцкая. – М. : ФГБНУ «Росинформрагротех», 2018. – 68 с.

H. A. Bareika, H. V. Kanterava, A. V. Sidarenka

PRIMER DEVELOPMENT FOR PCR DIAGNOSTICS OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI *PENICILLIUM OLSONII*

*The Institute of Microbiology NAS of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
bareiko.hanna@gmail.com*

*Abstract. Species-specific PCR-primers were developed based on the sequence of β -tubulin encoding gene benA for detection of phytopathogenic fungi *Penicillium olsonii*. Primers specificity and potential for *P. olsonii* detection in conventional and real-time PCR were confirmed.*

*Keywords: *Penicillium olsonii*, plant disease, PCR diagnostics.*

УДК 543. 321:628. 112:546. 131:631. 4(476. 2-21 Гомель)

Д. В. БОРИСЕНКО, М. С. РУДЕНКО, Н. С. РЯБЧЕНКО

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИДОВ В РОДНИКОВОЙ ВОДЕ И ПОЧВАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
borisenk2011@mail.ru, mariarydenko962@gmail.com, ryabchenko_nadezhda@mail.ru*

Анализируются пробы родниковых вод на содержание хлоридов и карбонатов в осенний и весенний период. Данные исследования проводились методом титрования для жидкости и рентгенофлуоресцентный анализ для грунта. Изучены так же образцы водной вытяжки

из почвы, отобранной ниже по склону от нисходящего родника на улице Подгорная, 97. Полученные данные проанализированы и сделан вывод, что с изменением режима уровней и расходов меняются жёсткость родниковых вод.

Ключевые слова: хлориды и карбонаты, титрование, рентгенофлуоресцентный метод, водная вытяжка, грунт, почва.

Родники являются частью культуры и быта белорусов. В городе Гомеле по состоянию на 2022 год зарегистрировано 20 родников одним из важнейших является родник Казанской иконы Божией Матери расположенный по улице Подгорной 97 (рисунок 1). Родник освящён православной церковью, имеется купель расположенная в 30 метрах от родника вниз по склону в пойме реки Сож. Целью исследования является изучения химических свойств питьевой воды.

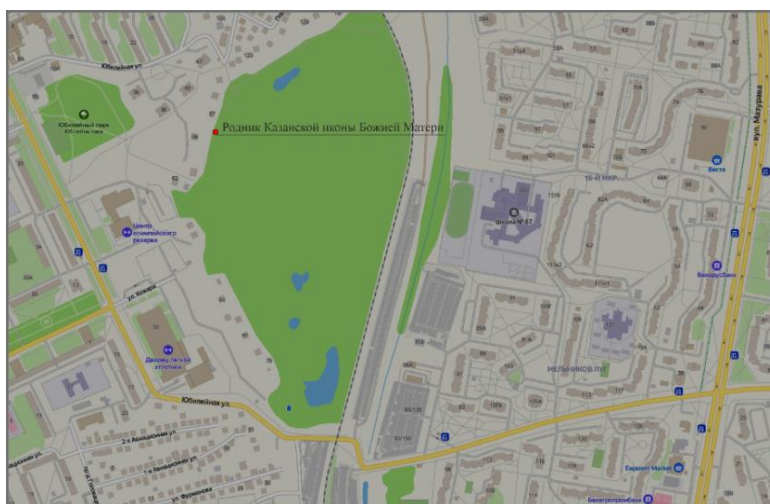


Рисунок 1 – Схема расположения Казанского родника (ЯндексКарты, 2022)

Были изучены пробы родниковой воды и грунта, отобранные в г. Гомеле по ул. Подгорной. Отобраны 5 проб воды (3 в ноябре и 2 в апреле) из каптированного бетонным кольцом нисходящего источника, который выводит на поверхность подморенные воды ниже-среднеплейстоценового водоносного горизонта. Водоносный горизонт перекрывается суглинистой толщей днепровской морены, которая в районе города Гомеля имеет повышенный карбонатный состав (по данным А. Н. Галкина меловых пород содержится на востоке Беларуси до 50 %) [1]. Подстиляется горизонт алевроитами палеогена которые являются водоупором. Вода выходит на поверхность в виде трех струй, центральная из которых каптирована отводной трубкой (рисунок 2), из которой местное население берет воду на питьевые цели.

Было отобрано 3 образца почвы ниже по склону от родника в осенний период. Склон покрыт делювиальными отложениями в различной степени гумуссированными. Пробы отбирались с приповерхностной части толщи делювиальных отложений, преобразованных почвенными процессами.

Компоненты определялись в СНИЛ «Геолог» ГГУ им. Ф. Скорины г. Гомель и в испытательной лаборатории СООО «СинерджиКом» г. Речица.

Пробы воды анализировались титриметрическим методом с нитратом серебра на концентрацию хлоридов по СТБ 17.13.05-39-2015. Жёсткость анализировалась по ГОСТ 31954-2012 (таблица 1, 2) [2, 3].

Водная вытяжка из почвы для определения хлоридов и жёсткости (таблица 3) готовилась по СТБ 17.13.05-36-2015. Определение компонентов вытяжки проводилось по СТБ 17.13.05-39-2015 (концентрация хлоридов), ГОСТ 31954-2012 (жёсткость) [2].



Рисунок 2 – Родник иконы Казанской Божией Матери. Авторы статьи (слева Д. В. Борисенко, справа Н. С. Рябченко) (фото А. Ф. Акулевич, 04.10.2021)

Таблица 1 – Значения жёсткости проб воды в осенний период

№ пробы	Дата отбора	Содержание хлоридов, мг/дм ³	Жёсткость, Ж°	Аналитик
1*	04. 10. 2021	124	22	Рябченко Н. С.
2	04. 10. 2021	127	21	Борисенко Д. В.
3	07. 10. 2021	124	22	Руденко М. С.

*Кроме того в пробе №1 определены концентрация железа общего СТБ 17. 13. 05-45-2016 равная 1,72 мг/дм³; водородный показатель по СТБ ISO 10523-2009 равный 7,56; концентрация нефтепродуктов по ПНД Ф 14. 1:2:4. 128-98, нефтепродукты не выявлены.

Таблица 2 – Значения жёсткости проб воды в весенний период

№ пробы	Дата отбора	Содержание хлоридов, мг/дм ³	Жёсткость, Ж°	Аналитик
1	04. 04. 2022	125	16,5	Борисенко Д. В.
2	11. 04. 2022	126	17	Борисенко Д. В.

Исходя из норм, допускаемых СанПиН 10–124 РБ 99 для питьевой воды, и весной, и осенью содержание хлоридов в воде вдвое меньше предельно допустимой нормы (300 мг/дм³), однако содержание карбонатов в водной вытяжке превысило норму в 3 раза (при 7 °Ж) и превысило максимально допустимый уровень в 2 раза (при 10 °Ж) [3].

Судя по полученным данным, содержание хлоридов не меняется с изменением режима родника и сезона года, однако содержание карбонатов, отвечающих за жёсткость воды снизилось в весенний период, хотя всё ещё много выше предельной допустимой нормы по СанПиН 10–124 РБ 99. Высокое содержание хлоридов не характерное для родниковых вод. Для данного источника можно объяснить техногенным загрязнением [3].

Таблица 3 – Значения жёсткости проб водной вытяжки в осенний период

№ пробы	Дата отбора	Содержание хлоридов, мг/дм ³	Жёсткость, Ж	Аналитик
1	04. 10. 2021	124	23	Рябченко Н. С.
2	04. 10. 2021	125	22	Борисенко Д. В.
3	07. 10. 2021	125	23	Руденко М. С.

В водной вытяжке из почв содержание хлоридов и жёсткость такие же, как и в родниковой воде.

Определение элементного состава твёрдой компоненты почвы определялось на приборе Titan S1 BRUKER (рисунок 3). Анализатор предназначен для измерения легких и тяжелых элементов от Mg до U на основе рентгенофлуоресцентного метода.



**Рисунок 3 – Анализатор Titan S1 BRUKER
испытательной лаборатории СООО «СинерджиКом» (фото Н. С. Рябченко, 2021)**

Таблица 4 – Результаты рентгенофлуоресцентного анализа образца почвы №2

Вещество	Процентное содержание, %	Кларки элементов в городских почвах, %
Mg	1,04	7,9
Al	1,61	3,8
Si	27,4	28,9
P	0,09	0,12
S	0,29	0,12
Cl	0,009	0,02
Ca	5,41	5,3
Ti	0,21	0,47
Fe	0,94	2,23
Cr	0,012	0,08
Zr	0,014	0,25
Mn	0,011	0,07
K	0. 96	1,34
Ba	0,029	0,85

Анализ, испытание и аналитика – Н. С. Рябченко

В анализе преобладают кремний 27,4%, кальций 5,41%, алюминий 1,61% и магний 1,04. Содержание кремния существенно превышает все остальные компоненты. Сравнения полученные данные с кларками элементов в городских почвах можно отметить что, только содержание серы в анализе больше чем кларк в 2,4 раза. Для таких элементов как Fe, Mg, Al, K, Ti, Mn содержание меньше чем кларки в несколько раз. Содержание в пробе почвы Si, P, Ca соответствует их кларку в городских почвах.

Таким образом, анализируемая вода имеет повышенную жёсткость по сравнению с СанПиН на питьевые воды в 2-3 раза. Жёсткость воды в весенний период уменьшается в 1,4 раза по сравнению с осенним минимумом, что мы связываем с дождевым инфильтрационным питанием. Содержание хлоридов в подземных водах довольно значительное (125 мг/дм³), однако ниже ПДК на питьевые нормы. Наличие хлоридов высокое и не характерно для природных вод, видимо связано с техногенным загрязнением, что требует изучения данного источника на предмет бактериального загрязнения. Компонентный анализ почв показывает, что в ней 27,4% составляет Si, 4,5%. а Ca и Mg – 5,41% и 1,04% соответственно. Обеднённость почвы такими элементами как Fe, K, Ti, Mn связана с выносом их грунтовыми и поверхностными водами.

Список литературы

1 Галкин, А. Н. Инженерная геология Беларуси : монография : в 3 ч. Ч. 1: Грунты Беларуси / А. Н. Галкин; под науч. ред. В. А. Королева. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2016. – 367 с. – ISBN 978-985-517-541-5.

2 Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический (лабораторный) контроль и мониторинг. Качество почвы. СТБ 17. 13. 05-36-2015. – разработан впервые; введ. РБ 25. 05. 2015 – Минск : Беларусь Государственный стандарт Республики Беларусь, 2015. – 12 с.

3 Межгосударственный стандарт. Вода питьевая. Методы определения жесткости: гост 31954-2012 – взамен гост 4151-72; введ. РБ 10. 14. 2014 – Минск : Беларусь. Гост. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. – 10 с.

4 Санитарные правила и нормы 2. 1. 4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99 – введ. РБ 19.10.1999 №46 – 12 с.

D. V. Borisenko, M. S. Rudenko, N. S. Ryabchenko

DEFENITION OF WATER HARDNESS AND CHLORIDE CONTENT IN SPRING WATER AND SOILS OF THE NORTH-EASTERN PART OF GOMEL

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,*

borisenk2011@mail.ru, mariarydenko962@gmail.com, ryabchenko_nadezhda@mail.ru

Abstract. Spring water samples were analyzed for chloride and carbonate content in autumn and spring. These analyses were carried out by titration for the liquid and X-ray fluorescence analysis for the soil. Water extract samples from soil taken downhill from a descending spring at 97 Podgornaya Street were also studied. The received data have been analyzed and it has been concluded, that hardness of a spring water changes with change of a mode of levels and flows.

Keywords: chlorides and carbonates, titration, X-ray fluorescent method, water extract, ground, soil.

А. А. ВОЛЧЕК, С. И. ПАРФОМУК, Н. Н. ШЕШКО, Н. Н. ШПЕНДИК

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА ВЕЛИЧИНЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТОКА

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь,
volchak@tut.by*

Предложена методика классификации водных объектов по уровню изъятия воды, которая выделяет 3 зоны (Зеленую, Желтую и Красную) и позволяет определять текущую ситуацию на водотоке. Предложенный комплексный подход к оценке экологического стока позволяет принимать оперативные управленческие решения с целью сохранения природного ресурса.

Ключевые слова: экологический сток, оценка, водный объект, река, Беларусь.

Водопотребление Республики Беларусь из поверхностных источников (рек и проточных водохранилищ) составляет более 40 % от общего объема водопотребления [1]. Основное направление использования поверхностных вод — это промышленное водоснабжение, рыбное и прудовое хозяйство, и в незначительной степени орошение. При этом в условиях пересмотра природоохранных подходов требуется всесторонняя оценка предельно допустимой нагрузки на водотоки. Данная оценка должна осуществляться как с учетом антропогенной составляющей, так и с учетом современных изменений климатических условий. Одним из подходов к оценке предельно допустимой нагрузки на водотоки является определение величины экологического стока.

Экологический сток представляет собой минимальную величину речного стока постоянного или переменного в течение года. В общем случае экологически допустимый сток должен учитывать следующие факторы [5]: объем стока должен обеспечивать нормальное развитие гидробионтов. Это достигается поддержанием скорости течения воды в диапазоне 0,25...0,6 м/с [2], а глубина потока не менее 0,1...3 м [4, 7].

Экологически допустимый сток должен учитывать [3, 6]: объем, необходимый для нормального развития гидробионтов; выполнение рекой ее природных функций; внутригодовую изменчивость стока; изменчивость стока по годам.

В период активного развития промышленного производства прошлого века использовалось понятие минимального стока. Однако оно в большей степени было направлено на учет потребности человека в водных ресурсах. Кроме того, минимальное количество воды, поступающей в нижний бьеф, было связано с наличием водопотребителей ниже по течению реки. Естественно, с учетом современного мировоззрения такие предпосылки к оценке минимального стока являются не приемлемыми.

Существующие в настоящее время методы оценки величины экологического стока по большей части оперируют понятием допустимой доли изъятия, которая в свою очередь определяется на основе нормативного коэффициента пропорциональности.

Как указывается в работе [2], размер минимального (экологического) стока принимается как доля минимального среднемесячного стока 95 % обеспеченности (таблица 1) [4]. Кроме того, исходя из рекомендаций [3] объем экологического стока принимается в зависимости от вариации годового стока реки. При значительной изменчивости годового стока экологический сток может доходить по абсолютному значению до минимального годового стока.

Таблица 1 – Критерии определения экологического стока

Способ градации	Размер экологического стока	Способ градации	Размер экологического стока
$C_v < 0,25$	Минимальный месячный сток	Ручьи	4 % от минимального 5 суточного стока
$C_v = 0,25 \dots 0,40$	Минимальный меженный сток	Малые реки	20 % от минимального суточного стока
$C_v > 0,40$	Минимальный годовой сток	Средние реки	75 % от минимального месячного стока 95 % обеспеченности

Применение такого рода подходов не позволяет учесть особенности формирования стока конкретной реки. В основе предлагаемой методики лежит предположение, что экологический сток – это вероятное состояние речной экосистемы, при котором не наблюдаются долгосрочные негативные последствия изъятия части водных ресурсов. Таким образом, необходимо оценить гидрологические характеристики водотока в особых условиях. Наиболее обстоятельным для решения данной задачи видится модифицированный метод переноса обеспеченностей [8], который позволяет сохранить статистические параметры стока реки в естественных условиях.

Не менее важной задачей рационального водопользования является задача мониторинга соблюдения хозяйствующими субъектами предельной величины экологического стока. Проведение периодических гидрометрических измерений в различных речных створах, приуроченных к местам забора водных ресурсов дорогостоящее и не всегда эффективное мероприятие. Исходя из этого, необходим простой и экономичный способ контроля уровня воздействия на реки в случае забора воды.

Для анализа и оценки уровня воздействия водопользователей на водный режим рек предлагается введение цветовой индикации. В качестве критерия отнесения к той или иной зоне по уровню воздействия примем соотношение текущего объема изъятия воды предприятием к доступному объему изъятия при различных условиях. Примем три основные зоны (таблица 2).

В качестве инструмента для оперативного контроля и отнесения в ту или иную зону, предлагается использовать демонтируемую градуированную в соответствии с критериями таблицы 2 рейку. Установка данного устройства в мониторинговых створах позволит вести визуальный контроль за состоянием водотока, при этом наблюдателями могут быть не только специалисты, имеющие соответствующую квалификацию, но и граждане, проживающие в данном районе.

Таблица 2 – Зоны уровня воздействия предприятий на водный режим рек

Зона	Критерий отнесения
Зеленая зона	Объем изъятия воды не превышает доступный при расчетном экологическом стоке 95 % вероятности превышения
Желтая зона	Объем изъятия воды превышает доступный при расчетном экологическом стоке 95 % вероятности превышения, но меньше критического значения экологического стока, принимаемого как 0,75 от минимального месячного стока 95 % обеспеченности
Красная зона	Объем изъятия превышает максимально допустимый при расчетном критическом значении экологического стока.

С целью более эффективного управления и анализа деятельности предприятий Зеленую зону разделим на 2 подзоны:

1 Зеленая зона подзона 1 – объем изъятия воды не превышает доступный при расчетном экологическом стоке 75 % вероятности превышения;

2 Зеленая зона подзона 2 – объем изъятия воды превышает доступный при расчетном экологическом стоке 75 % вероятности превышения, но меньше в случае экологического стока 95 % вероятности превышения.

Для каждой зоны и подзоны рекомендуются действия с целью обеспечения допустимого уровня воздействия на водные объекты хозяйственной деятельности предприятий (таблица 3).

Таблица 3 – Допустимые уровни воздействия хозяйственной деятельности предприятий на водные объекты по зонам

Зона	Уровень воздействия на водные объекты
Зеленая зона подзона 1	Уровень воздействия на водные объекты значительно ниже допустимых его значений. Рекомендуется сохранить текущий уровень воздействия без его увеличения.
Зеленая зона подзона 2	Уровень воздействия на водные объекты значительно ниже допустимого, однако в отдельные маловодные и экстремально маловодные периоды может наблюдаться напряженная экологическая обстановка в акватории. Рекомендуется рыбохозяйственным предприятиям разрабатывать план действий для очень маловодных лет.
Желтая зона	Уровень воздействия на водные объекты превышает допустимый. Предприятиям необходимо пересматривать водохозяйственный баланс и, возможно, технологию по выращиванию рыбы.
Красная зона	Критический уровень воздействия хозяйственной деятельности на водный объект. Данный уровень воздействия незамедлительно должен быть снижен, а также должен быть проведен дополнительный анализ деятельности предприятия как в части обоснованности текущего уровня производства продукции, так и возможности вовлечения иных источников водных ресурсов. Данная зона является полностью неприемлемой с точки зрения сохранения водотоков и их экосистем.

Описанные подходы апробированы при реализации НИР «Оценка воздействия рыбхозов, расположенных в бассейне реки Припять, на гидрологический режим водных объектов», который позволил установить фактические уровни воздействия рыбохозяйственных предприятий на водный режим.

Сопоставляя существующие объемы изъятия и рассчитанные величины допустимого изъятия поверхностных вод из исследуемых рек с учетом сохранения экологического стока [8], а также используя предложенное зонирование уровней воздействия рыбохозяйственных предприятий на водный режим рек, получено деление исследуемых рек по зонам в зависимости от степени воздействия на водные объекты, представленное в таблице 4.

Таблица 4 – Разделение исследуемых рек по зонам в зависимости от степени воздействия на водные объекты

Зона	Исследуемые реки
Зеленая зона подзона 1	Смердь, Случь, Бобрик, Пина, Филипповка, Вислица, Птичь
Зеленая зона подзона 2	
Желтая зона	Ясельда, Лань, Морочь, Тремля
Красная зона	

Представленная методика классификации водных объектов по уровню изъятия воды позволяет на интуитивно понятном уровне определять текущую ситуацию на водотоке. При переходе рек из Зеленой зоны в Желтую по уровню изъятия поверхностных вод предприятиям необходимо предпринимать компенсирующие мероприятия по снижению последствий такого перехода и по возможности стараться находиться в Зеленой зоне (подзона 1 или подзона 2). Следует также отметить, что Красная зона является полностью неприемлемой с точки зрения сохранения водотоков и их экосистем.

Таким образом, предложенный комплексный подход к оценке экологического стока и методе его контроля позволяет принимать оперативные управленческие решения с целью сохранения данного природного ресурса.

Список литературы

1 Павлович, Н. Питыевые подземные воды: вчера, сегодня, завтра / Н. Павлович // Строительство и недвижимость [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2004/22/sn42212.html> – Дата доступа: 24. 04. 2015.

2 Владимиров, А. М. Принцип оценки экологического стока рек / А. М. Владимиров, Ф. А. Имамов // Вопросы экологии и гидрологические расчеты. – СПб., 1994.

3 Ланцова, И. В. Малые реки / И. В. Ланцова, Г. В. Тулякова // Тольятти: ИЭВБ, 2001.

4 Ткачев, Б. П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы / Б. П. Ткачев, В. И. Буланов. – Новосибирск, 2002.

5 Маркин, В. Н. Внутригодовое распределение экологического стока малых рек / В. Н. Маркин // «Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России» (сборник научных трудов). – Москва : МГУП, 2005.

6 Оценка влияния рыбхоза «Селец» на сток реки Ясельда / А. А. Волчек [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2022. – № 1(127). – С. 86–96.

7 Рэкі і каналы // Беларуская Савецкая Энцыклапедыя : у 12 т. Т. 12: БССР / гал. рэд. П. У. Броўка. – Мінск: Беларуская Савецкая Энцыклапедыя, 1975. – С. 30–32.

8 Волчек, А. А. Оценка трансформации водного режима малых рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере р. Ясельда) / А. А. Волчек, С. И. Парфомук // Водное хозяйство России. – 2007. – № 1. – С. 50–62.

A. A. Volchak, S. I. Parfomuk, N. N. Sheshko, N. N. Shpendik

METHODOLOGY OF ASSESSMENT AND MONITORING OF ENVIRONMENTAL RUNOFF

*Brest State Technical University
Brest, Republic of Belarus,
volchak@tut.by*

Abstract. A methodology for classifying water bodies by the level of water withdrawal is proposed, which identifies 3 zones (Green, Yellow and Red) and allows determining the current situation on the watercourse. The proposed integrated approach to the assessment of ecological runoff makes it possible to make operational management decisions in order to preserve the natural resource.

Keywords: ecological runoff, assessment, water body, river, Belarus.

Н. А. ВОРОБЕЙ, А. Ф. КАРПЕНКО

ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
natashka.vorobey21@gmail.com, kaf51@list.ru*

В статье дана характеристика Новой климатической зоны Беларуси, а также оценка её влияния на лесную экосистему. Определены древесные типы растительности наиболее подверженные вымиранию, из-за расширения Новой зоны, а также возможные пути решения данной проблемы.

Ключевые слова: климат, зона, изменение, лес, хвоя.

Первое потепление в Республике Беларусь пришлось примерно на 1936–1940 годы. Второе потепление наступило в 1989 году и продолжается по настоящее время. Лето 2010 г. стало самым жарким за всю историю наблюдений (последние 65 лет) когда температура воздуха достигла 38,9 °С [1].

Все эти явления обусловили смещение агроклиматических областей страны с юга на север. Если раньше на территории Беларуси насчитывалось три климатические зоны, то сейчас их стало четыре. Северная агроклиматическая область почти распалась, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая область (Новая зона) [2].

Цель исследований заключалась в оценке влияния Новой климатической зоны на состояние лесов.

Материалы исследования: научная и учебная литература, материалы преддипломной практики. Методы исследований: аналитический, описательный, картографический и другие.

Новая зона на данный момент занимает южную часть Полесской провинции и включает в себя часть Брестской и Гомельской административных областей. Климат характеризуется короткой зимой и продолжительным, теплым вегетационным периодом. Весна и лето начинаются раньше и заканчиваются позже. Так же в этой зоне наблюдается наибольшая продолжительность безморозного периода: в среднем примерно около 164 – 148 дней, а период залегания снежного покрова довольно короткий (72 дня). В этой области происходят наиболее частые продолжительные засухи и другие засушливые явления, которые в итоге приводят к истощению запасов почвенной влаги и нарушению водного баланса растений. Эти явления нарушают развитие древесных насаждений и растений, предпочитающих более холодный климат, нежели сейчас.

Наиболее сильное влияние изменение климата оказывает на состояние еловой породы и такие виды как ольха и сосна серые, ясень обыкновенный и ольха черная, которые утрачивают устойчивость, конкурентоспособность и сокращают удельный вес в составе лесов [3].

Известно, что еловые леса плохо растут в теплых климатических условиях. В настоящее время в республике граница распространения ели сместилась на 250–300 км севернее и проходит практически по границе подзоны дубово-темнохвойных лесов. И если такая тенденция сохранится в дальнейшем, то можно ожидать постепенного смещения границы ели в северо-восточном направлении [4].

Одним из факторов, влияющих на продуктивность древостоев, является продолжительность вегетационного периода. Его изменение связано с потеплением в зимние месяцы, и оно способствует приросту лесной продукции. Однако, древесные растения довольно медленно адаптируются к резким изменениям условий произрастания. Перераспределение теплообеспеченности вегетационного периода также оказывает влияние на пространственное распространение древесных насаждений. Раннее начало вегетации, в результате изменения климата,

резко повышает вероятность возникновения и вредоносности поздних весенних заморозков, оказывающих отрицательное влияние на текущий прирост древостоев, приводят к повреждению цветов и завязей плодов древесных растений и лесных ягод.

С потеплением увеличивается вероятность возникновения засух в вегетационный период, что при одновременном понижении уровня грунтовых вод приводит к сокращению ареала влаголюбивых деревьев. Следует отметить, что за последние 15 лет в Республике Беларусь уже происходили массовые усыхания ельников. По данным Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь с 1993 года по настоящее время усохло и вырублено более 100 тыс. га еловых древостоев [5].

Для повышения устойчивости еловых лесов целесообразно создание смешанных насаждений. При этом на богатых почвах ель полностью или частично заменяется широколиственными породами (дуб черешчатый, липа сердцевидная) и лиственницей европейской. Для сохранения ели в составе лесов рекомендуется реконструкция мелколиственных древостоев, когда их заменяют березово-еловыми и осиново-еловыми насаждениями, создаются смешанные елово-сосновые, елово-дубовые и елово-липовые лесные культуры. Это позволяет не только сохранить ель, но и увеличить ее долю в составе лесов. С потеплением климата возможно введение в состав лесов бука европейского и более широкое использование лиственницы. Примесь бука в сосновых и дубовых культурах на супесчаных почвах повышает их плодородие и способствует улучшению роста главной породы [5].

В Беларуси уже существует проблема усыхания дубрав, обусловленная изменениями гидрологического режима почв. Деревья особенно болезненно реагируют на понижение уровня грунтовых вод. Поэтому нет ничего удивительного в том, что они усыхают и страдают от вредителей леса.

Возможно расширение насаждений пихты белой в Брестской и Гомельской областях. Ареал распространения данной породы приходится на Карпаты, Центральную и Южную Европу. С точки зрения возможности появления на территории Беларуси интерес также представляет дуб скальный. Данная порода широко распространена практически по всей Европе.

С целью смягчения последствий от климатических изменений постоянно должна проводиться работа по увеличению лесистости территории страны, так как именно леса играют решающую роль в регулировании температурного режима на планете, являясь главными «поглотителями» углекислого газа.

При проектировании лесокультурных работ необходимо отдавать предпочтение методам естественного возобновления лесов.

Для повышения доли участия твердолиственных пород целесообразно увеличение объемов выращивания и использования посадочного материала клена остролистного, ясеня обыкновенного и др.

Одной из основных задач лесного семеноводства является сохранение ценного генофонда лесных древесных видов, которая становится особенно актуальной в условиях происходящих климатических изменений, так как в этом случае риск потери ценных генотипов плюсовых и элитных деревьев значительно возрастает.

Потепление климата приводит как к увеличению количества пожаров, так и массовой вырубке лесов вследствие поражения деревьев короедом. Усыхание лесов в последние 15 – 20 лет – проблема не только Беларуси, но и многих государств. Европы. Короеды паразитируют преимущественно на ослабленных одиночных деревьях.

При изменении климата в сторону потепления следует и в дальнейшем ожидать увеличения площадей лесов и торфяных болот с повышенной степенью пожарной опасности, а также с большей вероятностью распространения вредителей и болезней леса, что, в свою очередь, может неблагоприятно сказываться на ведении лесного хозяйства. По прогнозам, увеличение числа засушливых явлений, связанных с изменением климата, наряду с увеличением доли торфяников в лесном хозяйстве, может приводить не только к значительному экономическому

ущербу, но и несет угрозу биоразнообразию республики. Данные изучения изменений древесной растительности за последние 10–15 лет свидетельствуют, что к 2025 году возможно понижение прироста деревьев ели на 8–10 %, к 2050 – до 20 % в южной части республики и даже на севере потери прироста могут составить до 6 %. Исключение возможно будут составлять коренные островные местообитания ели в Полесье по окраинам болот и вокруг водоемов и водотоков на почвах избыточного увлажнения. Площадь мелколиственных лесов (березняков и осинников) может уменьшиться примерно на 38,0 % соответственно, а к 2050 г. – на 60,9 %, в зависимости от лесхоза [4, 5].

По результатам прогнозов в Беларуси к 2039 г. ожидается увеличение среднегодовой температуры воздуха на 1 °С, увеличение продолжительности периода вегетации почти на две недели, а к концу столетия – до одного месяца. Кроме этого, ожидается значительное увеличение осадков в зимний и весенний сезоны, увеличение теплообеспеченности вегетационного периода, возрастание засушливости территории по причине недостатка влаги.

В настоящее время актуальной задачей становится дальнейшее совершенствование системы мониторинга лесов на реакцию климатических изменений и разработка мероприятий по их сохранению.

Список литературы

1 Проект ClimaEAST «Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь» / В. Мельник, В. Яцухно, Н. Денисов, Л. Николаева, М. Фалолеева. – Минск-Женева, 2017. – 84 с.

2 Брилевский, М. Н. География Беларуси 10 класс / М. Н. Брилевский, Г.С. Смоляков. – Минск : Народная асвета, 2012. – 304 с.

3 Давыденко, О. В. Агроклиматическое районирование Беларуси в условиях изменения климата / О. В. Давыденко // Вестник БГУ, 2009. Серия 2. № 1. – С. 106–110.

4 Динамика лесистости Беларуси [Электронный ресурс]. – URL: <https://greenbelarus.info/articles/23-07-2019/chto-takoe-normalnyy-les-dialog-v-semi-voprosah-i-otvetah> (дата обращения: 25. 02. 2022).

5 Эколого-ориентированное развитие лесного хозяйства Беларуси в условиях климатических изменений : учеб. пособие для доп. образования / И. В. Войтов [и др.] – Минск : БГТУ, 2019. – 201 с.

N. A. Vorobey, A. F. Karpenko

CLIMATE WARMING AND FOREST HEALTH

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
natashka.vorobey21@gmail.com, kaf51@list.ru*

Abstract. The article gives a description of the New Climatic Zone of Belarus, as well as an assessment of its impact on the forest ecosystem. Tree types of vegetation most susceptible to extinction have been identified due to the expansion of the New Zone, as well as possible ways to solve this problem.

Keywords: climate, zone, change, forest, needles.

В. В. ГОЛОВЕШКИН, С. А. КАЛИНИЧЕНКО,
Р. А. НЕНАШЕВ, В. Л. БОРИСЕНКО, А. Н. ЧУДИНОВ

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА И ИНТЕНСИВНОСТИ
АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ
НА ПАРАМЕТРЫ ВЕРТИКАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ
В ПОЧВАХ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

*Полесский государственный радиационно-экологический заповедник,
г. Хойники, Республика Беларусь,
goloveshkin.victor@yandex.ru*

Результаты наших исследований подтвердили наличие взаимосвязи между параметрами вертикальной миграции радионуклидов в почвах и метеорологическими показателями (суммой и интенсивностью атмосферных осадков). Определили, что скорость вертикальной миграции радионуклидов составила для ^{137}Cs 0,19 – 0,48 см/год; ^{90}Sr 0,31 – 0,60 см/год и ^{241}Am 0,16 – 0,33 см/год.

Ключевые слова: почва, вертикальная миграция, радионуклиды, осадки, режим увлажнения.

Почва является сложной и многокомпонентной системой депонирующей различные токсиканты, в частности, радиоактивные изотопы, которые могут по пищевым цепочкам попадать в организм человека [5, 6]. Распределение радионуклидов в почве во многом определяет их биологическую доступность, накопление в растениях, а также радиационную обстановку в наземных экосистемах. Миграционные способности радионуклидов в почве и их включения в биологические циклы определяются большим количеством свойств самих радионуклидов, почвы, различными факторами окружающей среды [1]. Среди факторов, определяющих поведения радионуклидов в почве, особый интерес представляют погодно-климатические условия. На процессы, протекающие в почве, определенным образом влияют как количество, так и распределение атмосферных осадков. Атмосферные осадки играют значительную роль при конвективном переносе радионуклидов в почве и диффузии свободных и адсорбированных ионов. Атмосферные осадки, поступающие в почву, растворяют минеральные и органические соединения, перемещают их в нижние горизонты. Под воздействием атмосферных осадков происходят процессы гидролиза первичных минералов и формирование вторичных глинистых минералов. Атмосферные осадки прямо и опосредованно влияют на процессы гумификации и формирования генетических горизонтов почвы. Характер атмосферных осадков на данной территории влияет на термический режим почв [2].

Целью исследований в 2021 году являлось изучение особенностей вертикального распределения радионуклидов в почвах зоны отчуждения в зависимости от режима увлажнения.

Исследования проводились на пяти пунктах наблюдения (ПН) Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, характеризующихся различной степенью увлажнения и уровнем радиоактивного загрязнения. ПН-1 – березняк: расположен в закрытой ложбине, где в весенний период грунтовые воды находятся на уровне 15 см от поверхности почвы. Почва дерново-подзолистая с расположенным под подстилкой оторфованным гумусовым горизонтом (5-15 см). ПН-2 – черноольшаник: расположен на берегу ручья. Почва торфянисто-подзолисто-глеевая. В черноольшанике в весенний период уровень грунтовых вод составляет 25 см. ПН 3 – дубрава: расположена на берегу искусственного затопления, образованного в результате перекрытия Погонянского канала. Уровень стояния грунтовых вод в дубраве составляет 40 см. Почва дерново-подзолистая глеевая. ПН 4 – залежь: представлена суходольным лугом. Почва дерново-подзолистая, супесчаная, слабоподзоленная, пахотная. Глубина залегания грунтовых вод около 150 см. ПН 5 – сосняк: почва дерново-подзолистая, песчаная. Глубина залегания грунтовых вод – 250 см.

По условиям увлажнения почвы березняка и черноольшаника – гидроморфные, дубравы – полугидроморфные, залежи и сосняка – автоморфные.

Отбор проб почвы проводился по почвенному разрезу послойно: верхний слой 0-10 см с интервалом 1 см, далее – с интервалом 5 см (10-30 см) и 10 см (30-100 см). Образцы подстилки отбирались по схеме 50x50 см. Образцы почвы отбирались на глубину 100 см.

В лабораторных условиях пробы подстилочного слоя, дернины и почвы высушивались при температуре 20-25 °С. По окончании пробоподготовки образцы помещались в сосуды «Маринелли» (объем 1 л), или "денты" (0,1 л) для последующего определения радионуклидов. Определение удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах проводили инструментальным методом на γ -спектрометре "МКС-АТ1315" (Атомтех, Беларусь) с блоком детектирования для регистрации γ -излучения на основе сцинтилляционного кристалла NaI (ТГ) размерами $\varnothing 63 \times 63$ мм с погрешностью измерений не более 20 %. Для регистрации β -излучения использовался органический сцинтиллятор на основе полистирола, активированного паратерфинилом, размерами $\varnothing 128 \times 9$ мм [3]. Измерения ^{241}Am проводили на γ -спектрометре "Canberra" (Canberra Industries, Inc., USA) с детектором из особо чистого германия с композитным углеродным окном с регистрацией. γ -излучения в диапазоне энергий 20 – 2000 кэВ с погрешностью не более 25 % [4].

Для оценки параметров вертикальной миграции радионуклидов в почвах использовался расчетный показатель центра запаса радионуклида, который рассчитывался по следующей формуле:

$$\text{Центр запаса радионуклида (см)} = \frac{\sum(A_i \times L_i)}{\sum(A_i)},$$

где A_i – плотность загрязнения i -го слоя почвы, кБк/м²;

L_i – глубина залегания i -го слоя почвы от поверхности, см.

Измерения количества осадков и определение их интенсивности производилось в соответствии с ТКП (техническим кодексом установившейся практики) – «Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях» [7].

Математическая и статистическая обработка результатов исследования осуществлялась на персональном компьютере с помощью программы Microsoft Excel.

Общей особенностью вертикального перемещения радионуклидов в лесных почвах является то, что в их органогенном слое (подстилке) и минеральной толще перераспределение радионуклидов протекает с различной интенсивностью и определяется доминированием различных процессов. Органогенный слой лесных почв является своего рода биогеохимическим барьером на пути вертикальной миграции радионуклидов, от удерживающей способности которого зависит содержание нуклидов в минеральной части почвы. В подстилке перемещение радиоактивных элементов вглубь почвенного профиля происходит, в основном, за счет ежегодного поступления на поверхность почвы относительно более чистого растительного опада, в то время как в минеральной толще только в результате протекания миграционных процессов. По полученным нами данным, в настоящее время в органогенном слое лесных почв сосредоточено 2,8 – 15,1 % ^{137}Cs , 1,3 – 11,8 % ^{90}Sr и 1,9 – 11,0 % ^{241}Am . На залежи естественно вся активность сосредоточена в гумусово-подзолистом горизонте.

Максимальное содержание радионуклидов минеральной части почв лесных биоценозов наблюдается в верхнем слое. 0-1 см: 9,2 – 26,4 % ^{137}Cs , 7,7 – 24,4 % ^{90}Sr и 14,4 – 27,9 % ^{241}Am . В почве залежи наибольшая плотность загрязнения находится в слое 1-2 см: 18,0 % ^{137}Cs , 16,9 % ^{241}Am и 16,3 % ^{90}Sr .

В верхнем 5-сантиметровом слое минеральной части почвы сосредоточена основная доля ^{137}Cs (43,5 – 66,8 %) и ^{241}Am (58,7 – 64,9 %), а в десятисантиметровом слое содержится от 68,5 до 83,5 % ^{90}Sr .

В полугидроморфных и гидроморфных почвах в слое 10-15 см содержится 3,7 – 6,2 % ^{137}Cs , 5,2 – 5,8 % ^{90}Sr , 3,2 – 3,8 % ^{241}Am . Для автоморфных почв эти данные составляют 1,7 – 4,3 %, 4,3 – 5,0 %, 4,4 – 4,8 % соответственно. В слой 15-20 см мигрировало в почвах с избыточным увлажнением до 3,3 % ^{137}Cs , 4,6 % ^{90}Sr , 3,5 % ^{241}Am . Для почв с автоморфным режимом увлажнения эти показатели имели значения 2,4 %, 3,7 и 3,5 % соответственно. В 20-25-сантиметровом слое полугидроморфных и гидроморфных почв фитоценозов сосредоточено 2,1 – 2,5 % ^{137}Cs , 2,8 – 4,3 % ^{90}Sr и 2,6 – 3,3 % ^{241}Am . Для автоморфных почв процентное содержание радионуклидов в данном почвенном слое было 0,9 – 2,0 %, 2,5 – 2,6 % и 2,4 % соответственно. В слое 25-30 см находилось до 2,2 % ^{137}Cs , 3,9 % ^{90}Sr и 2,9 % ^{241}Am .

Во всех почвах пунктов наблюдения в слой 30-100 см мигрировало не более 6,9 % ^{137}Cs и 11,5 % ^{90}Sr . ^{241}Am в этих слоях почвы не обнаружен.

Результаты расчета центров запаса радионуклидов в почвах пунктов наблюдения с различным режимом увлажнения представлены ниже (таблице 1).

Таблица 1 – Глубина проникновения 50 % запаса радионуклидов в почвах с различным режимом увлажнения

Тип почвы	Глубина слоя, см		
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{241}Am
Гидроморфные	8,50 – 11,49	13,74 – 18,67	6,79 – 7,02
Полугидроморфные	7,86	9,72	6,57
Автоморфные	6,30 – 6,99	8,00 – 8,50	6,26 – 6,33

В автоморфных почвах (сосняк, залежь) максимум концентрации ^{137}Cs находится на глубинах 6,30 – 6,99 см, а в полугидроморфных и гидроморфных почвах на глубине 7,86 см и 8,50 – 11,49 см соответственно.

Большой подвижностью обладает ^{90}Sr , что усиливается в условиях избыточного увлажнения почв. Глубина проникновения 50 % ^{90}Sr в почвах с избыточным увлажнением составляет 9,72 – 18,67 см, тогда как в автоморфных почвах 8,00 – 8,50 см. Положение центров запаса ^{241}Am варьировало в пределах от 6,26 до 7,02 см.

Данные по скорости вертикальной миграции радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am) по профилю почв пунктов наблюдения отображены ниже (таблице 2).

Таблица 2 – Скорость вертикальной миграции радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am) по профилю почв, см/год

Тип почвы	Скорость миграции, см/год		
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{241}Am
Гидроморфные	0,45 – 0,48	0,58 – 0,60	0,27 – 0,33
Полугидроморфные	0,35	0,45	0,25
Автоморфные	0,19 – 0,25	0,31 – 0,38	0,16 – 0,20

Скорость миграции медианного содержания ^{137}Cs составила для автоморфных почв 0,19 – 0,25 см/год, для полугидроморфных – 0,35 см/год и гидроморфных почв 0,45 – 0,48 см/год. Следует отметить, что скорость вертикальной миграции ^{90}Sr в 1,2 – 1,6 раз превышает скорость миграции ^{137}Cs и составляет 0,31 – 0,38 см/год, 0,45 и 0,58 – 0,60 см/год соответственно. Скорость миграции ^{241}Am находится на уровне 0,16 – 0,20 см/год, 0,25 и 0,27 – 0,33 см/год соответственно. Это объясняется более низкими мобильными свойствами ^{241}Am и высокой способностью образовывать комплексы с веществами почвенного комплекса. В дальнейшем также необходимо учитывать постоянное увеличение со временем

содержания ^{241}Am в почве вследствие физического распада ^{241}Pu , что может отразиться на характеристиках вертикального распределения.

Для исследования влияния атмосферных осадков на параметры вертикальной миграции были использованы два расчетных показателя – сумма осадков и их интенсивность. В качестве климатической характеристики интенсивности осадков применялась плотность осадков. Она вычисляется как среднее количество осадков, выпавшее в день с осадками. Сумма осадков в текущем году составила 505,7 мм, а их плотность 0,19 мм. В ходе проведенного корреляционного анализа данных доказано, что величина скорости вертикальной миграции радионуклидов в почвах зависит от суммы атмосферных осадков: расчетный коэффициент линейной корреляции Пирсона составлял 0,66 для ^{137}Cs и 0,61 для ^{90}Sr при уровне значимости менее 0,05 и критическом значении корреляции Пирсона 0,58 для ^{137}Cs и ^{90}Sr . Для ^{241}Am коэффициент линейной корреляции Пирсона составлял 0,59 при уровне значимости менее 0,05 и критическом значении корреляции Пирсона 0,50. Степень корреляционной связи для всех радионуклидов средняя ($r > 0,50 - 0,69$).

Результаты корреляционного анализа показали, что плотность осадков также оказывала определенное влияние на параметры миграции радионуклидов в почве. Коэффициент линейной корреляции Пирсона составлял 0,87 для ^{137}Cs , 0,75 для ^{90}Sr и 0,55 для ^{241}Am при уровне значимости менее 0,05 и критических значениях корреляции Пирсона 0,81, 0,71 и 0,63 соответственно. Степень корреляции для ^{137}Cs и ^{90}Sr ($r > 0,70$), а для ^{241}Am средняя ($r > 0,50 - 0,69$).

Таким образом, на особенности вертикального распределения и параметры миграции радионуклидов по профилю почв существенное влияние оказывает режим увлажнения почв. В почвах с избыточным увлажнением глубина проникновения радионуклидов более высокая и зависит от степени насыщенности влагой, что усиливает процессы диффузионного и конвективного переноса. Определено, что наиболее интенсивно мигрирует вглубь по профилю почв ^{90}Sr (0,35–0,64 см/год) и значительно слабее ^{241}Am (0,18–0,35 см/год), и ^{137}Cs (0,21–0,51 см/год). Это объясняется тем, что основное количество ^{241}Am и ^{137}Cs в почвах находится в прочнофиксированном состоянии. Корреляционным анализом данных подтверждено наличие взаимосвязи между параметрами вертикальной миграции радионуклидов в почвах пунктов наблюдения и погодно-климатическими условиями (суммой и интенсивностью атмосферных осадков).

Список литературы

1 Василенко, И. Я. Радиоактивный цезий / И. Я. Василенко // Природа. – 1999. – № 3. – С. 70–76.

2 Марчик, Т. П. Почвоведение с основами растениеводства : учеб. пособие / Т. П. Марчик, А. Л. Ефремов. – Гродно : ГрГУ, 2006. – 249 с.

3 МВИ. МН 1181-2011. Методика измерений объемной и удельной активности ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{40}K на гамма-бета-спектрометре типа МКС-АТ1315, объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов ^{137}Cs , ^{40}K на гамма-спектрометре типа EL 1309 (МКГ-1309) в пищевых продуктах, питьевой воде, почве, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды. – Минск: «Атомтех», 2011. – 31 с.

4 МВИ. МН 3151-2009. Методика выполнения измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов ^{137}Cs и ^{241}Am в почве, донных отложениях и других объектах окружающей среды на гамма-спектрометрах с полупроводниковыми детекторами с бериллиевым или композитным углеродным окном. – Хойники: «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», 2009. – 14 с.

5 Паницкий, А. В. Особенности вертикального распределения радионуклидов в почвах бывшего семипалатинского испытательного полигона / А. В. Паницкий, С. Н. Лукашенко, Р. Ю. Магашева // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 2231–2236.

6 Почвоведение : учеб. для ун-тов : в 2 ч. / Г. Д. Белицина [и др.]; под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. – М. : Высшая школа, 1988. – Ч. 1. – 402 с.

7 Правила проведения приземных метеорологических наблюдений и работ на станциях = Правілы правядзення прыземных метэаралагічных назіранняў і работ на станцыях: ТКП 17. 10-12-2009 (02120). № 4-Т – Введ. 09. 03. 09 (с отменой РБ НГСП-85). – Минск : Минприроды, 2009. – 182 с.

V. V. Goloveshkin, S. A. Kalinichenko, R. A. Nenashev, V. L. Borisenko, A. N. Chudinov

STUDIES OF THE INFLUENCE OF THE AMOUNT AND INTENSITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON THE PARAMETERS OF VERTICAL MIGRATION OF RADIONUCLIDES IN THE SOILS OF THE EXCLUSION ZONE OF THE CHERNOBYL NPP

*State Nature Protective Scientific Research Establishment
“Polesye State Radiation-Ecological Reserve”,
Khoyniki, Republic of Belarus,
goloveshkin.victor@yandex.ru*

Abstract. The results of our studies confirmed the presence of a correlation between the parameters of vertical migration of radionuclides in soils and meteorological indicators (the amount and intensity of atmospheric precipitation). It was determined that the rate of vertical migration of radionuclides was 0.19 – 0.48 cm/year for ^{137}Cs , 0.31 – 0.60 cm/year for ^{90}Sr , and 0.16 – 0.33 cm/year for ^{241}Am .

Keywords: the soil, vertical migration, radionuclides, precipitation, moisture regime.

УДК 535. 231. 16:546. 36*137:546. 42*90:599. 6/. 73(476. 2)

А. В. ГУЛАКОВ, Д. Н. ДРОЗДОВ

ВЛИЯНИЕ СЕЗОНА ГОДА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ОТ ИНКОРПОРИРОВАННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs И ^{90}Sr В ОРГАНИЗМЕ ДИКИХ КОПЫТНЫХ, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
Gulakov@gsu.by, Drozdov@gsu.by*

В статье представлена оценка влияния фактора сезонности на динамику дозы внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr ; результаты анализа показали, что фактор сезонности оказывает 16 % ($p > 0,5$) влияния на дисперсию дозы внутреннего облучения от инкорпорированного ^{137}Cs и 10 % от инкорпорированного ^{90}Sr ($p > 0,5$). Таким образом, фактор сезонности способен оказывать влияние на динамику дозы внутреннего облучения диких копытных, однако вклад этого фактора в объяснение вариации дозы внутреннего облучения и низкая достоверность оценки позволяют использовать его только в сочетании с другими факторами образования дозы внутреннего облучения.

Ключевые слова: дикий кабан, косуля европейская, лось, сезон, доза внутреннего облучения, ^{137}Cs , ^{90}Sr , мышечная ткань, костная ткань.

Одним из факторов формирования дозы внутреннего облучения диких копытных, обитающих на территории радиоактивного загрязнения, является сезон года и особенности миграция животного в границах территории радиоактивного загрязнения. Сочетание этих факторов с факторами плотности радиоактивного загрязнения, особенности кормовой базы, возрастом и полом животного позволяют оценить более половины вариации дозы облучения, и значительно снижает неопределенность оценки дозы внутреннего облучения. В этой связи определенный интерес представляет изучение влияния сезона года на процессы накопления основных дозообразующих радионуклидов цезия-137 и стронций-90 в мышечной и костной ткани диких копытных, обитающих на территории Полесского радиационно-экологического заповедника с различной плотностью радиоактивного загрязнения.

Для оценки влияния сезона на формирование поглощенной дозы внутреннего облучения от инкорпорированных ^{137}Cs и ^{90}Sr в организме диких копытных выбраны два периода года: зимний и летний, которые характеризуются наиболее ярко выраженными сезонными изменениями, происходящими в естественных экосистемах. В качестве объектов исследования выбраны три репрезентативных вида *Sus scrofa L.*, *Capreolus capreolus L.*, *Alces alces L.*, которые в разной степени используют нижний горизонт фитоценозов, отличающихся кормовой базой и площадью миграции. Изъятие животных производили в границах территории Полесского радиационно-экологического заповедника, в зоне отселения, вблизи населенных пунктов: д. Борщевка, д. Молочки, д. Погонное, д. Радин, д. Дроньки, где радиационный режим по ^{137}Cs составлял от 1100 до 8184 кБк/м², по ^{90}Sr от 185 до 1633 кБк/м² и зоне отчуждения: д. Савичи, д. Жердное, ^{137}Cs 185 – 1480 кБк/м², ^{90}Sr 74 – 420 кБк/м².

Территория, в границах которой производилось изъятие животных, покрыта широколиственными и сосново-лиственными лесами с густым подлеском и подростом, березовыми рощами и дубравами. По данным Полесского радиационно-экологического заповедника на данной территории обитает 2200 особи дикого кабана, 1800 особей косули европейской и 2056 особей лося. Места обитания диких копытных, обитающих на территории Полесского радиационно-экологического заповедника, различаются по сезонам. Дикий кабан весной предпочитает лиственный лес, зарастающую пашню и мелиоративные системы; летом – бывшие сельскохозяйственные угодья; осенью – дубраву, зимой – смешанный хвойно-лиственный лес и сельскохозяйственные угодья. В весенне-летний период лось предпочитает речную пойму, окраины болот, питается водной растительностью, может добывать в воде; в зимний период сосредотачивается в речной пойме на ивняковых пастбищах и в сосновых молодняках.

В период с 1991 по 2008 годы исследована динамика накопления цезия-137 и стронций-90 в мышечной и костной ткани диких копытных, обитающих на территории Полесского радиационно-экологического заповедника с различной плотностью радиоактивного загрязнения. Значения поглощенной дозы внутреннего облучения диких копытных оценивали в отношении инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs в мышечной и ^{90}Sr в костной ткани. Коэффициенты дозового перехода определили на основании данных для наземных животных, приведенных в рекомендации [3]. Мощность поглощенной дозы рассчитывали по формуле:

$$D_{\text{int}} = A \cdot K, \quad (1)$$

где D_{int} – мощность поглощенной дозы, мкГр/сутки;

A – удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани, Бк/кг;

K – дозовый коэффициент, Бк/кг.

Дозовый коэффициент перехода от активности ^{90}Sr в костной ткани согласно работе [2] равен $2,7 \cdot 10^{-3}$. Для определения дозового коэффициента перехода от активности инкорпорированного радионуклида ^{137}Cs к мощности поглощенной дозы внутреннего облучения, использовали регрессионную функцию вида:

$$K = 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot \ln(m) + 3,6 \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где m – масса тела животного, кг.

Оценку влияния сезона на формирование поглощенной дозы облучения диких копытных проводили методом дисперсионного анализа. Соответствие данных закону нормального распределения определяли с помощью коэффициентов асимметрии и эксцесс. Статистическая обработка данных проводилась с помощью прикладной программы Statistica 6. 0.

В результате многолетних наблюдений установлено, что удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани диких копытных в зимний период достоверно выше, чем в летний период ($p < 0,05$). Сравнительный анализ показал, что удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани в зимний период у дикого кабана составляет $49,65 \pm 11,98$ кБк/кг, в летний период времени – $27,73 \pm 11,40$ кБк/кг. У косули европейской в зимний период удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани составляет $22,03 \pm 4,88$ кБк/кг, в летний период этот показатель составляет $11,22 \pm 1,69$ кБк/кг. У лося в зимний период удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани $9,75 \pm 2,06$ кБк/кг, в летний период находится в пределах $4,66 \pm 1,76$ кБк/кг.

Достоверные различия удельной активности установлены в отношении ^{90}Sr в костной ткани диких копытных ($p < 0,05$). В зимний период удельная активность ^{90}Sr костной ткани дикого кабана составляет $20,57 \pm 5,06$ кБк/кг, в летний период $11,89 \pm 4,79$ кБк/кг; у косули европейской в зимний период удельная активность ^{90}Sr составляет $5,85 \pm 1,25$ кБк/кг, в летний период $5,09 \pm 1,07$ кБк/кг. Удельная активность ^{90}Sr костной ткани лося в зимний период составляет $2,75 \pm 0,39$ кБк/кг, в летний период $1,72 \pm 0,77$ кБк/кг.

Просматривается достаточно устойчивая тенденция аккумуляции радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в зимний период, которая связана с доминированием в кормовой базе животных подземных частей растений, которые в наибольшей степени накапливают ^{137}Cs и ^{90}Sr , в то время как в летний период основу рациона животного составляют зерновые злаковые культуры.

Данные удельной активности диких копытных позволили провести оценку мощности поглощенной дозы внутреннего облучения для радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в летний зимний период. В таблице 1 представлены средние значения поглощенной дозы внутреннего облучения.

Таблица 1 – Поглощённая доза внутреннего облучения диких копытных

Вид	Доза облучения ^{137}Cs , мкГр/сут		Доза облучения ^{90}Sr , мкГр/сут	
	Зима	лето	Зима	лето
Дикий кабан	$39,2 \pm 6,1$	$27,0 \pm 4,4$	$55,5 \pm 13,7$	$32,1 \pm 12,9$
Косуля европейская	$37,0 \pm 5,5$	$21,3 \pm 2,2$	$15,8 \pm 3,4$	$13,7 \pm 2,9$
Лось	$8,2 \pm 1,2$	$3,8 \pm 0,8$	$7,4 \pm 1,1$	$4,6 \pm 2,1$

Из таблицы 1 видно, что дозы внутреннего облучения диких копытных в разные сезоны года имеют достоверные различия ($p < 0,05$). Доза внутреннего облучения от инкорпорированного ^{137}Cs в мышечной ткани в организме дикого кабана на 31,1 % выше в зимний сезон по сравнению с летним сезоном; у косули европейской разница составляет 42,4 %; у лося – 53,6 %. Доза внутреннего облучения от инкорпорированного ^{137}Sr в костной ткани в организме дикого кабана на 42, % выше в зимний сезон по сравнению с летним сезоном; у косули европейской на 13,3 %; у лося разница составляет 37,8 %.

Суммарная доза внутреннего облучения от радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr достоверно выше у дикого кабана в сравнении с другими видами копытных ($p < 0,05$). Значения суммарной дозы внутреннего облучения косули европейской и лося так же достоверно различаются как по сезонам, так и по средним годовым значениям ($p < 0,05$). Однако уровень дозовой нагрузки

у косули и лось значимо ниже, чем у дикого кабана, что, по-видимому коррелирует со степенью использования нижнего горизонта лесного фитоценоза; кроме того, в зимний сезон дикий кабан может использовать организмы мезофауны и зооценоза [1].

Методом дисперсионного анализа проведена оценка степени влияния фактора сезонности на динамику дозы внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr ; результаты анализа показали, что фактор сезонности оказывает 16 % ($p > 0,5$) влияния на дисперсию дозы внутреннего облучения от инкорпорированного ^{137}Cs и 10 % от инкорпорированного ^{90}Sr ($p > 0,5$). Таким образом, фактор сезонности способен оказывать влияние на динамику дозы внутреннего облучения диких копытных, однако вклад этого фактора в объяснение вариации дозы внутреннего облучения и низкая достоверность оценки позволяют использовать его для оценки неопределенности и прогноза только в сочетании с другими факторами образования дозы внутреннего облучения.

Список литературы

1 Царев, С. А. Биология зверей: поведение и экология кабана : учебное пособие / С. А. Царев. – М. : Изд-во ФГОУ ВПО РГФЗУ, 2011. – 163 с.

2 Гулаков, А. В. Динамика поглощенной дозы внутреннего облучения мышечной ткани дикого кабана от ^{137}Cs , обитающего в условиях Полесского радиационно-экологического заповедника / А. В. Гулаков Д. Н. Дроздов, // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. – 2019. – № 6 (117). – С. 29–34.

3 Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки. Рекомендации Р 52.18.820-2015. Обнинск, – 2015. – 60 с.

A. V. Gulakov, D. N. Drozdov

INFLUENCE OF THE SEASON OF THE YEAR ON THE FORMATION OF THE ABSORBED DOSE OF INTERNAL EXPOSURE FROM INCORPORATED ^{137}Cs AND ^{90}Sr RADIONUCLIDES IN THE BODY OF WILD UNGEDATES DIVING IN THE TERRITORY OF THE POLESSKY RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
Gulakov@gsu.by, Drozdov@gsu.by*

Abstract. The article presents an assessment of the influence of the seasonality factor on the dynamics of the dose of internal radiation from incorporated radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr ; the results of the analysis showed that the seasonality factor has 16% ($p > 0.5$) effect on the dispersion of the dose of internal radiation from incorporated ^{137}Cs and 10% of incorporated ^{90}Sr ($p > 0.5$). Thus, the seasonality factor is able to influence the dynamics of the internal radiation dose of wild ungulates, but the contribution of this factor to the explanation of the variation of the internal radiation dose and the low reliability of the assessment allow it to be used only in combination with other factors of the formation of the internal radiation dose.

Keywords: wild boar, European roe deer, moose, season, internal radiation dose, ^{137}Cs , ^{90}Sr , muscle tissue, bone tissue.

Д. Н. ИВАНЦОВ¹, А. В. ГУЛАКОВ², Д. Н. ДРОЗДОВ²

ЗАВИСИМОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ ¹³⁷Cs ОТ ПРОМЫСЛОВОЙ ДЛИНЫ ХИЩНЫХ ВИДОВ РЫБ

¹Полесский государственный радиационно-экологический заповедник,
г. Хойники, Республика Беларусь,
ivantsou@mail.ru

²Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
Gulakov@gsu.by, Drozdov@gsu.by

В работе представлены результаты анализа зависимости накопления ¹³⁷Cs от промысловой длины хищных видов рыб, обитающих на участке реки Припять в пределах границ Полесского государственного радиационно-экологического заповедника.

Ключевые слова: ихтиофауна, радиоактивное загрязнение, ¹³⁷Cs, промысловая длина.

Радиоактивное загрязнение и миграция источников ионизирующего излучения являются одним из наиболее сложно устранимых экологических факторов, на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС [4].

В результате катастрофы в окружающую среду было выброшено большого количества радионуклидов из числа продуктов деления, наведенных радионуклидов и невыгоревшего топливного материала [13, 14]. На водосборных территориях Днепра и Припяти сформировалась обширная зона радиоактивного загрязнения, что привело к поступлению радионуклидов во многие водные объекты, находящиеся на пострадавших территориях [9].

В настоящее время основными источниками радиоактивного загрязнения являются долгоживущие радионуклиды ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. [9]. Основным нуклидом, с точки зрения радиационной опасности, в чернобыльских выпадениях является ¹³⁷Cs. Общее количество поступившего в природную среду ¹³⁷Cs составило около 8×10^{16} Бк или 10 % от всего находившегося в реакторе радиоцезия [1]. В силу специфики чернобыльского выброса роль биологически подвижного ⁹⁰Sr как источника радиационной опасности существенно меньше (оно относительно значимо в ряде районов Украины и Беларуси). Выброс ⁹⁰Sr был равен $2,3 \cdot 10^{17}$ Бк.

Исследования, проведенные в водоемах, загрязненных после катастрофы на Чернобыльской АЭС, обнаружили, что у рыб одного вида в более крупных особях содержание ¹³⁷Cs больше, чем в экземплярах меньших размеров. Этому явлению было дано наименование «размерный эффект» [15]. Обычно положительный размерный эффект регистрировался в рыбах высших трофических уровней – ихтиофагах, и рыбах смешанного типа питания, с увеличением возраста переходящих на облигатное хищничество [7]. В этой связи одна из задач исследования состояла в том, чтобы произвести оценку связи между промысловой длиной и значениями удельной активности хищных видов рыб.

Исследования выполнялись в период 2016-2020 гг. на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Для проведения анализа использовались материалы собственных исследований. Работы проводились на водных объектах с различными экологическими условиями: водотоки – река Припять; полупроточные водоемы – озеро Семеница, Николаевский старик. Водные объекты, на которых проводились исследования, характеризуются различным гидрологическим режимом и уровнями радионуклидного загрязнения территорий, на которых они расположены (рисунок 1) [10].

Отлов рыб проводился с апреля 2016 года по ноябрь 2020 года. В качестве орудий лова были использованы сети трехстенные «Нептун» длина 30 м, высота 1,8 м, размер ячеи

30 мм (2 шт.), 40 мм (2 шт.), 50 мм (2 шт.), 65 мм (2 шт.), 70 мм (2 шт.). При проведении лова рыб одновременно устанавливалось от 2 до 8 сетей с разным размером ячеи [3].

Определение видов и анализ биологических показателей рыб проводился общепринятыми в ихтиологических исследованиях методами [2, 5, 12].

За период проведения работ получены результаты удельной активности ^{137}Cs в организме 3 хищных видов рыб (возрастом от 2 до 12 лет). Были проанализированы: щука обыкновенная (*Esox lucius* L.) (n=140), жерех (*Aspius aspius* L.) (n=54), окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis* L.) (n=190) [5].

Для радиологических исследований отбиралась мышечная ткань. Определение удельной активности ^{137}Cs в биологических пробах проводили гамма-спектрометрическим методом в лаборатории спектрометрии и радиохимии ПГРЭЗ с использованием гамма-бета спектрометра МКС-АТ1315 и гамма-спектрометра «Canberra». Относительная погрешность измерения удельной активности ^{137}Cs в образцах не превышала 30%.

Полученные результаты были обработаны с помощью стандартных методов статистического анализа [11] с использованием пакетов прикладных программ *Statistica* (StatSoft Inc., USA, version 6. 0) и *Excel*.

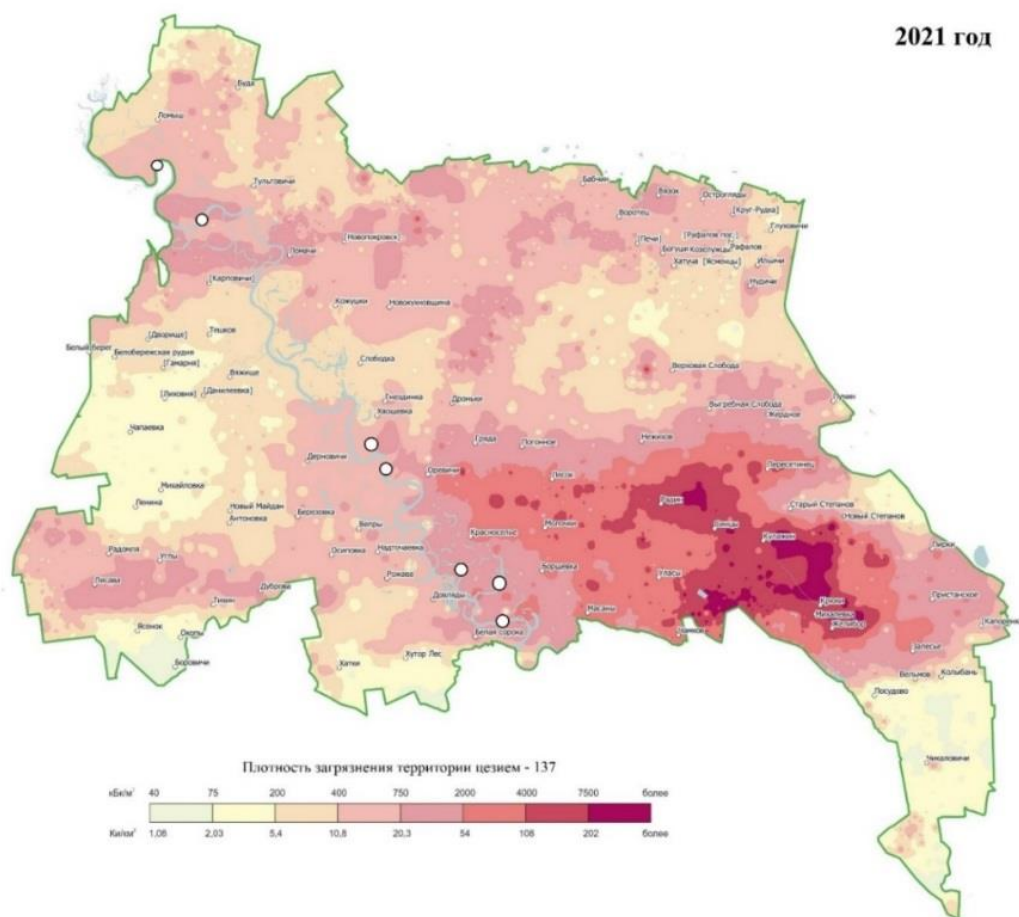


Рисунок 1 – Территория проведения исследований. ○ – водные объекты, где были проведены исследования

Как правило, в естественных условиях обитания у рыб размер и масса пропорционально увеличиваются с возрастом, что позволяет связать рост содержания ^{137}Cs в рыбах с длиной тела рыбы (промысловой длиной). Длина тела рыбы измеряется от конца рыла до начала лучей лопасти хвостового плавника или до конца чешуйчатого покрова (у чешуйчатых рыб).

На рисунке 2 представлена возрастная динамика промысловой длины хищных рыб.

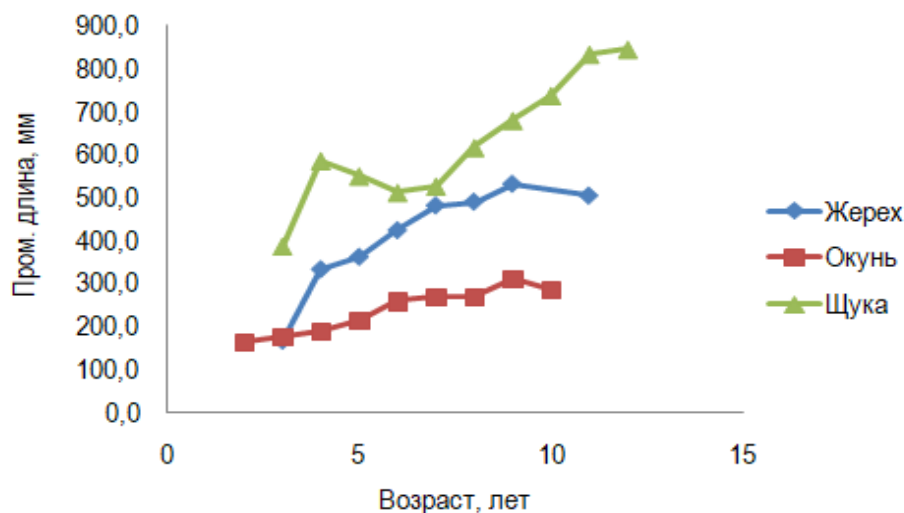


Рисунок 2 – Динамика промысловой длины хищных рыб

Из рисунка 2 видно, что у хищных пресноводных рыб имеются различия в темпах роста промысловой длины. Сравнительный анализ углов наклона линейных трендов динамики промысловой длины показал, что темпы роста у щуки на 15 % больше чем у жереха и на 136 % больше чем у окуня.

Преыдущие исследования накопления ^{137}Cs в мышечной ткани хищных видов рыб – щуки, жереха и окуня в зависимости от половой принадлежности показал отсутствие достоверных различий в накоплении радиоцезия самцами и самками [6]. Отсутствие достоверных различий позволили сформировать объединенную выборку самцов и самок каждого вида и использовать эти данных для оценки зависимости накопления ^{137}Cs от промысловой длины хищных видов рыб.

Результаты анализа показали, что с возрастом удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани хищных рыб увеличивается, и достигает максимальных значений у окуня и щуки в 5–6 лет. У окуня средний прирост удельной активности ^{137}Cs в мышечной ткани составляет около 90 Бк/кг в год, максимальные значения могут достигать 700 Бк/кг и более. У щуки средний прирост удельной активности составляет около 75 Бк/кг в год, максимальные значения могут достигать 650 Бк/кг и более, после достижения возраста 5–6 лет содержание ^{137}Cs в мышечной ткани снижается (45–50 Бк/год).

Для экспресс-оценки удельной активности ^{137}Cs в мышечной ткани хищных рыб, обитающих на участке реки Припять в границах ПГРЭЗ, могут быть использованы регрессионные модели, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Регрессионные модели для экспресс-оценки удельной активности ^{137}Cs в мышечной ткани хищных рыб

Вид рыбы	Регрессионная модель	Коэффициент детерминации
Окунь	$y = 0,85x + 170$	0,7
Щука	$y = 0,18x + 250$	0,8
Жерех	$y = 0,70x + 230$	0,6
Примечание: y – удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани, Бк/кг; x – длина тела, мм.		

Исходя из данных, полученных в ходе анализа динамики удельной активности ^{137}Cs в мышечной ткани разных видов хищных рыб, обитающих в реке Припять на территории ПГРЭЗ, определены значения допустимой длины тела (таблица 2).

Таблица 2 – Максимально допустимая длина тела рыбы, разрешенной для изъятия в соответствии с санитарно-гигиеническими нормативами содержания ^{137}Cs в рыбе, см

Вид рыбы	Допустимая длина тела рыбы ТР ТС 021-2011	Допустимая длина тела рыбы РДУ-99
Жерех	30,0	34,5
Окунь	20,0	21,0
Щука	44,0	47,0

Для экспресс-оценки удельной активности ^{137}Cs в мышечной ткани жереха, окуня и щуки можно использовать их длину тела (промысловую длину). Таким образом с возрастом у рыб увеличиваются масса и линейные размеры тела. У хищных пресноводных рыб имеются различия в темпах роста и длины тела. На основании полученных данных установлено, что между удельной активностью ^{137}Cs в мышечной ткани и длиной тела хищных рыб имеет место достоверная корреляционная зависимость, которая может быть использована для проведения экспресс-оценки.

Список литературы

1 Радиоактивные выбросы Чернобыльской аварии / С. Т. Беляев [и др.] // Процедура семинара, по сравнительной оценке, влияния на окружающую среду радионуклидов, выброшенных в атмосферу ввремя трех крупник ядерных аварий: Крыштым, Виндскайл, Чернобыль КЕС, ЕГК-13574. – 1990. – С. 71–91.

2 Брюзгин, В. Л. Методы изучения рыб по чешуе, костям и отолитам / В. Л. Брюзгин. – Киев : Наук. думка, 1969. – 187 с.

3 Методика комплексной оценки состояния сообществ и популяций, доминирующих млекопитающих, амфибий и рыб / С. Н. Гашев [и др.]. – Тюмень : ТюмГУ, 2005. – 94 с.

4 Гулаков, А. В. Динамика поглощенной дозы внутреннего облучения мышечной ткани дикого кабана от ^{137}Cs , обитающего в условиях Полесского радиационно-экологического заповедника / А. В. Гулаков, Д. Н. Дроздов // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. Сер. : Естественные науки. – 2019. – № 6 (117). – С. 29–34.

5 Жуков, П. И. Справочник по экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков – Минск : Наука и техника, 1988. – 310 с.

6 Иванцов, Д. Н. Зависимость накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr от пола рыб, обитающих на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Д. Н. Иванцов // Международная юбилейная научно-практическая конференция, посвященная 90-летию Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины (Гомель, 19–20 ноября 2020 г.) : материалы : в 3 ч. Ч. 2 / Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол. : С. А. Хахомов (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – С. 235–238.

7 Иванцов, Д. Н. Зависимость накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr от массы рыб / Д. Н. Иванцов // Географические аспекты устойчивого развития регионов [Электронный ресурс]: IV Международная научно-практическая конференция (Гомель, 27–29 мая 2021 года) : сборник материалов / М-во. образования. Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины, Воронежский гос. ун-т, Гомельский обл. отдел обществ. об-ния «Белорусское геогр. о-во», Российский центр науки и культуры в Гомеле; редкол. : А. И. Павловский (гл. ред.) [и др.]. – Электрон. текст данные (74,2 МБ). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2021. – С. 376–380.

8 Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЭ // Атомная энергия, 1986. – Т. 61. Вып. 5. – С. 301–320.

9 Кузьменко, М. І. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах / М. І. Кузьменко, Д. І. Гудков, С. І. Кіреєв – Київ : Наукова думка, 2010. – 263 с.

10 Кудин, М. В. Радиационная обстановка белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС и её актуализация / М. В. Кудин, А. С. Казаков, О. В. Зубок // Радиозэкологические последствия радиационных аварий – к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС: сборник докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 22–23 апреля 2021 г. / под ред. чл. -корр. РАН Н. И. Санжаровой, д. т. н. В. М. Шершакова. – Обнинск : ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2021. – С. 272–274.

11 Лакин, Г.Ф. Биометрия. / Г.Ф. Лакин. – Москва : Высшая школа, 1990. – 346 с.

12 Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин – Москва : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

13 Радиоактивное загрязнение природных сред в зоне аварии на Чернобыльской АЭС / Ю. А. Израэль [и др.] // Метеорология и гидрология, 1987. – № 2. – С. 5–18.

14 Радиоактивное загрязнение территории Беларуси (в связи с аварией на ЧАЭС) / В. И. Парфенов [и др.] : под общ. ред. В. И. Парфенова и Б. И. Якушева. – Минск : Наука и техника, 1995. – 582 с.

15 Рябов, И. Н. Радиозэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС / И. Н. Рябов. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 215 с.

D. N. Ivantsou ¹, A. V. Gulakov ², D. N. Drozdov ²

DEPENDENCE OF ¹³⁷Cs ACCUMULATION ON COMMERCIAL LENGTH OF PREDATORY FISH SPECIES

¹*State Environmental Research Institution “Polesie State Radiation-Ecological Reserve”,
Khoyniki, Gomel Region, Republic of Belarus,
ivantsou@mail.ru*

²*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
Gulakov@gsu.by, Drozdov@gsu.by*

Abstract. The work presents the results of the analysis of the dependence of the accumulation of ¹³⁷Cs on the commercial length of predatory fish species living on the Pripjat River within the borders of the Polesky State Radiation-Ecological Reserve.

Keywords: ichthyofauna, radioactive contamination, ¹³⁷Cs, commercial length.

УДК 004. 65:577. 34:59

Д. Н. ИВАНЦОВ

БАЗА ДАННЫХ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЖИВОТНЫХ

*Полесский государственный радиационно-экологический заповедник,
г. Хойники, Республика Беларусь,
ivantsou@mail.ru*

В работе представлена структура и описание базы данных радиологических исследований животных, изъятых на территории белорусского сектора зоны отчуждения в период 1997-2020 гг. Всего в базу данных внесено более 23 000 записей удельной активности радионуклидов в биологических образцах органов и тканей 6387 особей 122 видов животных.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, радиоактивное загрязнение, база данных, животные.

Катастрофа на Чернобыльской АЭС стала крупнейшей в истории ядерной энергетики и привела к масштабному загрязнению земель. Животные, обитающие на пострадавших территориях, подвергаются хроническому воздействию внешнего и внутреннего (инкорпорированного) облучения [1, 2, 4, 6, 7, 9, 10].

Объективная оценка радиоэкологической обстановки, выявление тенденции в ее изменении, оптимизация проведения реабилитационных мероприятий должны быть основаны на данных радиационного мониторинга.

Современная концепция устойчивого развития и оптимизации природопользования как базовую составляющую включает мониторинг состояния окружающей среды и предполагает накопление информации о состоянии природных компонентов в условиях глобального и локального антропогенного воздействия и ее детальный анализ. Для выполнения этой задачи на современном уровне в разных областях медицины, биологии и экологии все большее применение находят информационные технологии и компьютерные средства обработки данных, такие как системы управления базами данных, базы знаний, геоинформационные, информационно-справочные и экспертные системы и т. д. [8].

Информация, полученная в ходе радиологических исследований, должна быть обобщена в специализированных базах данных. Создание таких баз данных обеспечивает как получение информации за весь период после загрязнения территорий, так и возможность корректной статистической оценки доступной информации.

В настоящее время в научной части Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) накоплен огромный объем информации, касающейся территории заповедника – это результаты научно-исследовательских программ и проектов, выполненных различными организациями. Материалы исследований накапливались с 90-х годов и объем данных, продолжает увеличиваться. Уникальная особенность радиобиологических данных, накопленных в научной части ПГРЭЗ, – наличие долгосрочных радиоэкологических наблюдений в природных популяциях животных, обитающих на загрязненных территориях..

В результате многолетних наблюдений за радиоэкологическим состоянием зоны отчуждения накопился большой массив данных радиологических исследований животных, послуживший основой для разработки, электронной аннотированной базы данных.

В течении 2021 года произведен сбор доступных записей радиологических исследований животных за весь период проведения работ на территории ПГРЭЗ. Разработана структура электронной базы данных и внесены данные радиологических исследований животных, начиная с 1997 года.

Сбор радиологической информации производился с доступных бумажных и электронных носителей. Изъятие животных, подготовка биологических образцов и радиологические исследования проводились сотрудниками ПГРЭЗ. Объектами исследования являлись животные, изъятые из среды обитания на территории белорусской части зоны отчуждения в период 1997-2020 гг. Территория, на которой проводились работы, характеризуется высокими уровнями радионуклидного загрязнения [3].

Для радиологических исследований отбирались органы и ткани животных. Определение удельной активности радионуклидов в биологических пробах проводили гамма-спектрометрическим и радиохимическим методами [5].

В основу базы данных радиологических исследований животных положена система управления базами данных (СУБД) Microsoft Access, содержащая информацию по имеющимся результатам измерений.

Преимущество такой систематизации данных – низкая вероятность ошибочного внесения одинаковых кодировок, быстрый доступ к информации по имеющимся образцам, возможность формировать запросы по необходимой информации.

База данных представляет собой результаты радиологических исследований биологических проб животных. В основе базы данных лежит универсальная кодировка животных.

Сюда входит уникальный цифровой и буквенный код животного, позволяющие определить, когда и где оно было изъято, название вида животного, указание пола и возраста животного (если такие данные доступны), информация о типе пробы (мышечная, костная ткань, печень, почки), дата и место изъятия, также имеется примечание, где указывается дополнительная информация, что может быть значимым при проведении анализа и интерпретации результатов.

Для обеспечения безопасности данных на уровне информационной системы были реализованы авторизированный доступ под паролем к базе данных, ограничение доступа пользователей с указанных IP-адресов, защита от автоматического подбора пароля к базе данных с блокировкой атакующего IP, предоставление доступа к персональным данным, а также доступа к внесению и редактированию данных ограниченному кругу пользователей

Структура базы данных результатов радиологических исследований животных, обитающих на территории ПГРЭЗ, представлена на рисунке 1.

База данных включает в себя семь блоков информации, состоящих из основных таблиц. В первой таблице представлены сведения по содержанию радионуклидов в тканях и органах 45 видов млекопитающих животных. Вторая таблица содержит результаты измерений содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в организме 37 видов птиц.

Третья таблица включает данные удельной активности радионуклидов в биологических образцах 23 видов пресноводных рыб, обитающих в водных объектах на территории заповедника. В таблицах «Земноводные» и «Пресмыкающиеся» собраны данные радиологических исследований 9 и 8 видов животных соответственно.

В отдельную таблицу вынесены результаты измерения удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в теле дождевого червя («Мезофауна») и пресноводных моллюсков («Моллюски»).

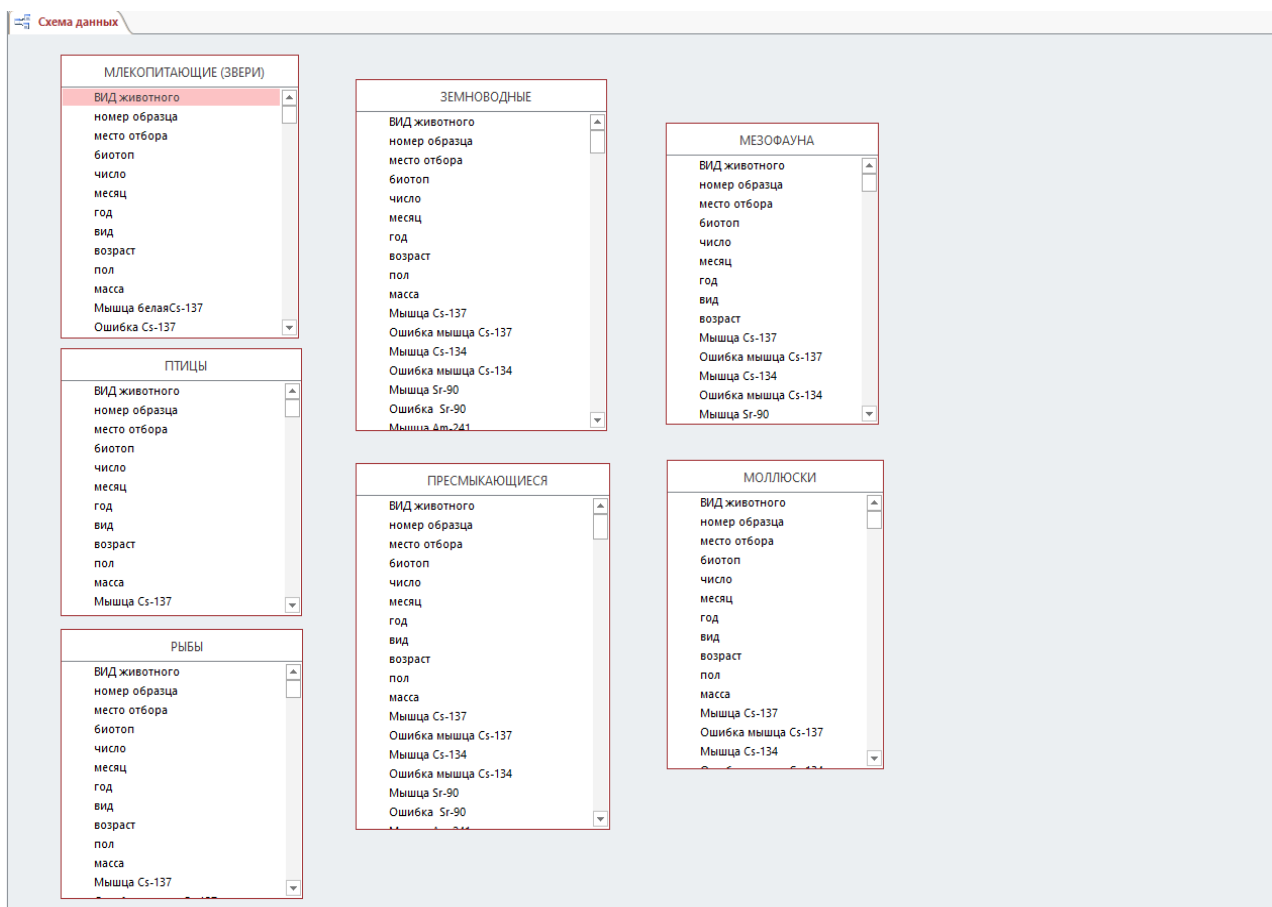


Рисунок 1 – Структура базы данных результатов радиологических исследований животных

Электронные таблицы содержат сведения о видовой принадлежности животного (код животного), информацию о возрасте, поле, месте и дате отлова, данные о типе пробы (мышечная, костная ткань, печень, почки и т. д.) и удельной активности радионуклидов в биологических образцах (рисунок 2).

Все таблицы составлены с учетом того, что в дальнейшем база будет пополняться новыми данными.. База данных является открытой и в ней предусмотрен ввод информации для всей территории заповедника. Классификаторы базы данных при необходимости могут быть дополнены – добавлены новые виды животных, биотопы, радионуклиды.

В будущем возможно добавление блоков информации с расчетными данными по дозам внешнего и внутреннего облучения животных, необходимыми при оценке и прогнозировании радиоэкологического состояния биоценозов с учетом мест их обитания. Также является перспективным добавление блока, содержащего картографическую информацию для конкретного участка с данными о радионуклидном составе и плотностях загрязнения мест обитания животных..

База данных может стать составной частью, разрабатываемой ГИС и применена в системе экологического мониторинга для оценки и прогнозирования радиоэкологического состояния биоценозов на территории ПГРЭЗ..

Перспективным является выполнение работ по созданию онлайн ресурса, предоставляющего доступ к базе данных радиоэкологических исследований, выполненных на территории ПГРЭЗ, с возможностью ее расширения путем добавления новых данных, справочной информации и перекрестных ссылок, а также возможностью общения специалистов радиобиологов.

ВИД животного	номер обр.	место отбо	биотоп	число	месяц	год	ВИД	возраст	пол	масса
Выдра	01-ВР-36-17	Ореховское л.	Семенница	24	10	2017		4+	самка	
Выдра	01-ВР-37-17	Ореховское л.	Семенница	30	10	2017		3+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-04-17	Ореховское л.	Семенница	25	8	2017		0+	самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-08-17	Ореховское л.	Семенница	31	8	2017		6+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-09-17	Ореховское л.	Семенница	31	8	2017		3+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-10-17	Ореховское л.	Семенница	31	8	2017		0+	самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-14-16	Ореховское л.	о.Семенница	29	9	2016			самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-15-16	Ореховское л.	о.Семенница	29	9	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-17-16	Ореховское л.	о.Семенница	19	10	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-18-16	Ореховское л.	о.Семенница	19	10	2016			самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-22-16	Ореховское л.	о.Семенница	31	10	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-23-16	Ореховское л.	о.Семенница	2	11	2016			самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-24-16	Ореховское л.	о.Семенница	2	11	2016			самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-24-19	Ореховское л.	о.Семенница	29	10	2019		3+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-25-19	Ореховское л.	о.Семенница	1	11	2019		0+	самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-26-19	Ореховское л.	о.Семенница	1	11	2019		0+	самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-27-19	Ореховское л.	о.Семенница	1	11	2019		2+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-28-19	Ореховское л.	о.Семенница	1	11	2019		3+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-29-19	Ореховское л.	о.Семенница	5	11	2019		2+	самец	
Енотовидная собака	01-ЕС-32-16	Ореховское л.	о.Семенница	9	12	2016			самка	
Енотовидная собака	01-ЕС-38-17	Ореховское л.	Семенница	30	10	2017		2+	самец	
Выдра	01-ВР-23-19	Ореховское л.	Семенница	29	10	2019		3+	самка	
Косуля	020-10	Радинское л-е		2	3	2010			самец	
Кабан	020-11	Радинское л-е		21	6	2011			самец	
Кабан	02-08	Радин		11	2	1998			самка	
Кабан	021-09	Радинское л-е		15	5	2009			самка	
Кабан	021-10	Радинское л-е		2	3	2010			самец	
Кабан	021-11	Радинское л-е		22	6	2011			самец	
Кабан	022-09	Радинское л-е		15	5	2009			самец	
Кабан	022-10	Радинское л-е		2	3	2010			самка	
Кабан	022-11	Радинское л-е		23	6	2011			самец	
Кабан	023-09	Богусовское л.		9	6	2009			самец	
Кабан	023-10	Радинское л-е		3	3	2010			самка	
Кабан	023-11	Радинское л-е		24	6	2011			самец	
Кабан	024-09	Воротецкое л.		12	6	2009			самка	
Кабан	024-11	Бабчинское л-е	Погонное	24	6	2011			самец	
Кабан	025-09	Радинское л-е		16	6	2009			самка	
Кабан	025-11	Радинское л-е		27	6	2011			самка	
Кабан	026-09	Радинское л-е		16	6	2009			самец	
Кабан	026-10	Воротецкое л.		4	3	2010			самка	

Рисунок 2 – Внешний вид таблицы «Млекопитающие»

Накопление информации и использование современных методов ее обработки и интерпретации позволит установить более точные и дифференцированные оценки допустимых уровней радиационного воздействия на биоту и обосновать методические подходы к радиационной

защите окружающей среды, наметить перспективы дальнейшего развития исследований и разработок в области экологического нормирования радиационного воздействия для природных экосистем и агроценозов.

Таким образом, в базе данных, созданной с использованием СУБД Access, содержатся данные радиологических исследований органов и тканей 6387 особей 122 видов животных, изъятых на территории зоны отчуждения в период 1997-2020 гг. Всего в базу данных внесено более 23 000 записей по удельной активности радионуклидов в биологических образцах.

База данных включает семь электронных таблиц, содержащих сведения о видовой принадлежности животного (код животного), информацию о возрасте, поле, месте и дате отлова, данные о типе пробы (мышечная, костная ткань, печень, почки и т. д.) и удельной активности радионуклидов в биологических образцах.

Созданная база данных предназначена для получения, преобразования, накопления и хранения данных, получаемых в результате радиоэкологических исследований.

Список литературы

1 Ильенко, А. И., Экология животных в радиационном биогеоценозе / А. И. Ильенко, Т. П. Крапивко – М. : Наука, 1989. – 224 с.

2 Криволюцкий, Д. А. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз / Д. А. Криволюцкий, Ф. А. Тихомиров, Е. А. Федоров. – М. : Наука, 1988. – 240 с.

3 Кудин, М. В. Радиационная обстановка белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС и её актуализация / М. В. Кудин, А. С. Казаков, О. В. Зубок // Радиоэкологические последствия радиационных аварий – к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС: Сборник докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 22–23 апреля 2021 г. / под ред. чл. -корр. РАН Н. И. Санжаровой, д. т. н. В. М. Шершакова. – Обнинск : ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2021. – С. 272–274.

4 Кузьменко, М. І. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах / М. І. Кузьменко, Д. І. Гудков, С. І. Кіреєв. – Київ : Наукова думка, 2010. – 263 с.

5 Сборник нормативно-методических, организационно-распорядительных документов Республики Беларусь в области радиационного контроля и безопасности / Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при СМ РБ, Гомельский филиал Государственного учреждения «Научно-исследовательский клинический институт радиационной медицины и эндокринологии» Министерства здравоохранения Республики Беларусь; под ред. В. Е. Шевчука. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск, 2002. – 372 с.

6 Сельскохозяйственная радиоэкология / Р. М. Алексахин [и др.] ; под ред. Р. М. Алексахина, Н. А. Корнеева. – М. : Экология, 1991. – 400 с.

7 Соболевич, Э. В. Естественная защищенность природных вод от загрязнения техногенными радионуклидами Чернобыльского выброса / Э. В. Соболевич // I Международная рабочая группа по тяжелым авариям и их последствиям, 30 октября – 3 ноября 1989 г., Дагомыс, Сочи. – М. : Наука, 1990. – С. 144–152.

8 Удалова, А. А. База данных по действию ионизирующих излучений на растения: опыт создания и перспективы использования / А. А. Удалова, С. А. Гераськин, М. А. Дубынина // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2012. – Т. 52, № 5. – С. 517–533.

9 Sazykina T. G. Lower thresholds for lifetime health effects in animals from high-LET radiation – comparison with chronic low-LET radiation. / T. G. Sazykina, A. I. Kryshev // J. Environ. Radioact., 2016, vol. 165, pp. 227–242.

10 Sazykina T. G. Population sensitivities of animals to chronic ionizing radiation – model predictions from mice to elephants. / T. G. Sazykina // J. Environ. Radioact., 2018, vol. 182, pp. 177–182.

D. N. Ivantsou

DATABASE OF RADIOLOGICAL STUDIES OF ANIMALS

¹*State Environmental Research Institution «Polesie State Radiation-Ecological Reserve», Khoiniki, Gomel Region, Republic of Belarus, ivantsou@mail.ru*

Abstract. The work presents the structure and description of the database of radiological studies of animals seized in the Belarusian sector of the exclusion zone in the period 1997-2020. In total, more than 23,000 records of the specific activity of radionuclides in biological samples of organs and tissues of 6387 individuals of 122 animal species were entered into the database.

Keywords: ionizing radiation, radioactive contamination, database, animals.

УДК 551. 48

Д. Л. ИВАНОВ, Е. А. ИВАШКО

СЕТЬ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БАССЕЙНА ДНЕПРА В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь
geoivanov@mail.ru; ivashkoegal@gmail.com*

Рассматривается состояние сети мониторинга поверхностных вод в бассейне Днепра. Отражена динамика развития сети мониторинга, начиная с 1877 г. Отмечается чрезмерное сокращение пунктов наблюдения, начиная с 1990-х годов.

Ключевые слова: бассейн Днепра, сеть мониторинга, качество вод.

Сеть мониторинга за поверхностными водами на территории Республики Беларусь ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды РБ включает 256 пунктов наблюдений на реках и озерах. В этот состав входит 35 пунктов наблюдений на трансграничных участках водотоков, среди которых 8 находятся вблизи государственной границы Республики Беларусь с Российской Федерацией, 13 – с Польшей, 11 – с Украиной, 2 – с Литвой и 1 – с Латвией.

Количество пунктов мониторинга в бассейнах существенно различается: от 17 до 82 (таблица 1). Плотность постов наблюдения отличается почти в 3 раза и распределены они довольно неравномерно: максимальных величин показатели плотности достигают в бассейне Зап. Двины, а минимальные значения характерны для бассейна Припяти.

Начиная с 1990-х годов в стране ведется «оптимизация» сети наблюдений, в результате которой количество только *постов гидрологического* мониторинга на водотоках было сокращено почти вдвое, в бассейне Днепра их осталось всего 29 (рисунок 1), при этом не все они имеют достаточно продолжительные и репрезентативные ряды наблюдений. Таким образом, количество постов гидрологического мониторинга бассейне Днепра сократилось до уровня 1940-1945 гг, а в бассейне Западного Буга их стало на 20 % меньше, чем в годы Великой Отечественной войны [1].

С учетом указанной «оптимизации», только за последние 7 лет общее количество пунктов мониторинга поверхностных вод на территории страны сократилось с 301 в 2014 г. до 256 – в 2020. г. [2]. По итогам реализации мероприятий Госпрограммы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) в стране в 2006-2020 гг. в государственный реестр НСМОС включено 46 водоёмов (76 пунктов наблюдений) и 17 фоновых участков водотоков.

Таблица 1 – Количество и плотность пунктов мониторинга поверхностных вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям на 2020 год [5]

Водный бассейн	Водосборная площадь, тыс. км ²	Количество пунктов наблюдений	Пунктов наблюдений на водотоках	Плотность сети наблюдений (пунктов/тыс. км ²)
Западная Двина	33,1	77	25	2,33
Западный Буг	13,9	17	8	1,22
Неман	45,5	48	38	1,05
Днепр	63,7	82	66	1,29
Припять	51,4	32	24	0,62
Итого:	207,6	256	161	1,23

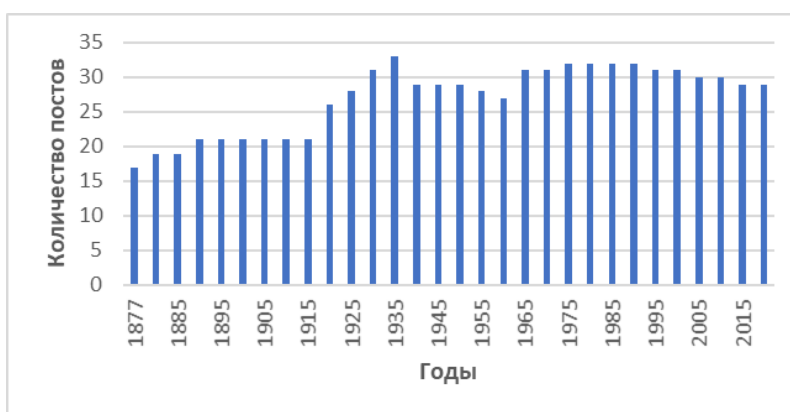


Рисунок 1 – Количество постов гидрологического мониторинга на водотоках бассейна Днепра за период 1887-2020 гг.

Стационарная сеть мониторинга поверхностных вод в стране включает:

- национальные пункты наблюдений (ПН), которые располагаются на путях выноса загрязняющих веществ и позволяют оценивать состояние водных объектов и величину антропогенного пресса на отдельные участки водоемов и водотоков (250 ПН);
- национальные фоновые ПН располагаются на территориях с минимальной антропогенной нагрузкой и характеризуют естественный состав поверхностных вод (16 ПН);
- национальные трансграничные ПН предназначены для оценки качества воды и состояния водных экосистем трансграничных участков водотоков (31 ПН).

Национальная координация по данным качества поверхностных вод осуществляется на основе двусторонних международных соглашений, предусматривающих обмен данными по качеству поверхностных вод. Такие соглашения заключены между Правительством РБ и правительствами Украины и России (2002 г.), Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ и Министерством по охране окружающей среды Литвы (1995 г.)

Мониторинг поверхностных вод проводится по трем направлениям:

– *Гидрохимические наблюдения:* отбор и испытание проб воды осуществляет ГУ «Республиканский центр аналитического контроля в области охраны окружающей среды» (Центр аналитического контроля), а сбор, обработку, обобщение, анализ информации, полученной в результате проведения мониторинга окружающей среды, осуществляет ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет).

– *Гидробиологические наблюдения:* отбор и испытание проб воды, а также сбор, обработку, хранение и анализ гидробиологической информации проводит Белгидромет.

– *Гидрологические наблюдения и измерения:* (Белгидромет).

Гидрохимические наблюдения и аналитический контроль состояния поверхностных вод по гидрохимическим показателям проводится 26 химическими лабораториями Центра аналитического контроля, в составе которых: 3 лаборатории республиканского уровня; 5 областных лабораторий; 18 межрайонных лабораторий.

Наблюдения по гидрохимическим показателям отражают качество воды поверхностных водных объектов, показатели физических свойств и газового состава; предельно допустимые концентрации химических и иных веществ; органические и биогенные вещества (соединения азота, фосфора), металлы (железо, медь, цинк, никель, хром, марганец, кадмий, свинец), ртуть, мышьяк – на трансграничных участках водотоков.

Для оценки качества воды и состояния водных экосистем бассейна Днепра используются:

- показатели экологической безопасности в области охраны вод [3];
- показатели качества воды и ПДК химических веществ в воде поверхностных водных объектов [4];
- пороговые значения загрязняющих веществ в донных отложениях поверхностных водных объектов [5].

Контроль за загрязнением малых рек, где имеются гидрохимические посты, осуществляется путем отбора проб воды в створах, определяемых программой контроля. Периодичность контроля устанавливается применительно к источнику загрязнения. Обязательным условием проведения контроля является определение расходов воды водотока в период отбора проб. Отбор и анализ проб выполняется в соответствии с существующими нормативными документами.

Оценка степени загрязнения вод осуществляется путем сопоставления фактических концентраций биогенных веществ в отобранных пробах с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) этих веществ в соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод».

На малых реках, где отсутствуют стационарные посты наблюдения, рекомендуется осуществлять оценку качества вод косвенным методом, т. е. по удельным показателям (количеству загрязняющих примесей, формирующихся и поступающих в водотоки, с единицы площади водосбора в кг/га или кг/км²).

В 2020 г. мониторинг поверхностных вод по гидрохимическим показателям проводился в 256 пунктах наблюдений (118 поверхностных водных объектов, 80 водотоков и 38 водоемов) [6]. Наблюдения за состоянием поверхностных вод в бассейне р. Днепр по гидрохимическим показателям проводилось в 82 пунктах наблюдений (на 25 водотоках и 10 водоемах), за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях – в 6 трансграничных пунктах на 5 водотоках.

По сравнению с предыдущим периодом наблюдений в 2020 г. можно отметить улучшение состояния поверхностных водных объектов бассейна р. Днепр по гидробиологическим показателям: увеличилось количество водотоков с хорошим состоянием, водотоки и водоемы с очень плохим отсутствовали.

Состояние (статус) водотоков бассейна р. Днепр по гидрохимическим показателям в 2020 г. сохраняется практически на уровне 2019 г. и определяется как отличный и хороший.

Гидробиологические наблюдения позволяют определить величину антропогенной нагрузки на поверхностные водные объекты, охарактеризовать пространственное распределение и выявить тенденции многолетней динамики уровня загрязнения, оценить отклик экосистемы на нагрузку, сложившуюся на протяжении ряда лет.

Гидробиологические наблюдения осуществляются по основным сообществам пресноводных экосистем: фитопланктону, зоопланктону, хлорофиллом-а – в водоемах, фитоперифитону и макрозообентосу – в водотоках. Оценка качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям производится с помощью методов биоиндикации, основанных на изучении структуры гидробиоценозов и их отдельных компонентов.

Периодичность проведения наблюдений по гидробиологическим показателям – в вегетационный период с цикличностью 1 раз в 2 года, а на трансграничных участках рек и р. Свислочь – в вегетационный период ежегодно. В 2020 г. наблюдениями были охвачены 118 поверхностных водных объектов (80 водотоков и 38 водоемов).

Гидрологические наблюдения на постах проводятся за элементами гидрологического режима: уровнем воды, расходом воды соответственно ходу уровня, термическим режимом, ледовыми явлениями, взвешенными и донными наносами на отдельных постах. Современные наблюдения за гидрологическим режимом рек и водоемов в 2020 г. проводятся на 114 постах (104 речных и 10 озерных) и 2 болотных створах. При этом в бассейне Днепра наблюдения проводились в 29 пунктах на 11 водных объектах.

В рамках государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016-2020 гг., подпрограммы 5 «Обеспечение функционирования, развития и совершенствования Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» проведены работы по развертыванию сети пунктов наблюдений за состоянием поверхностных вод по *гидро-морфологическим показателям*. В 2018 г. такие работы проведены республиканским унитарным предприятием ЦНИИКИВР для бассейна реки Днепр, а в 2020 г. для бассейна р. Уза и малых водотоков г. Могилева. По результатам работ были определены экологические проблемы, для решения которых разработан комплекс мер по снижению техногенного воздействия на водотоки [6].

Список литературы

1 Василько, М. С. Состояние системы контроля качества поверхностных вод в республике Беларусь / М. С. Василько, Д. Л. Иванов // М-лы Межд. науч. -практ. конференции молодых ученых «Молодежь и инновации – 2020». – Горки, 2020. – С. 29–33.

2 Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество воды. – Минск, 2000-2015.

3 Постановление М-ва прир. рес. и охраны окружающей среды РБ «Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов» от 30 марта 2015 г. № 13.

4 Приказ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «О реализации Концепции национальной безопасности Республики Беларусь» от 19. 01. 2011 № 18-ОД.

5 Экологические нормы и правила 17. 01. 06-001-2017 «Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности», утвержденное постановлением Минприроды от 18 июля 2017 г. № 5-Т.

6 Государственный водный кадастр Республики Беларусь (за 2020 год) [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by/static/files/ГВК%20за%202020.pdf>.

D. L. Ivanov., E. A. Ivashko

SURFACE WATER MONITORING SYSTEM OF THE DNEIPER BASIN IN THE WATER QUALITY CONTROL SYSTEM IN THE REPUBLIC OF BELARUS

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
geoivanov@mail.ru; ivashkoegal@gmail.com*

Abstract. The state of the surface water monitoring system in the Dnieper basin is considered. The dynamics of the monitoring system development since 1877 is reflected. There has been an excessive reduction of observation points since the 1990s.

Keywords: Dnieper basin, monitoring system, water quality.

А. Н. КИЗЕЕВ, С. А. СЮРИН

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ^{137}Cs В РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТАХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*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*

В работе представлены результаты исследований распределения ^{137}Cs в растительных компонентах лесных биогеоценозов Мурманской области, дана оценка их радиоэкологического состояния. Отмечена необходимость продолжения исследований долгоживущих техногенных радионуклидов и других стойких токсических веществ в районах, входящих в Арктическую зону Российской Федерации.

Ключевые слова: Мурманская область, лесные биогеоценозы, растительные компоненты, ^{137}Cs , распределение.

Мурманская область - опорный узел Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ), индустриально развитый регион. Здесь сконцентрированы мощные атомные ледоколы, субмарины, Кольская АЭС (КАЭС) и множество других предприятий, представляющих потенциальную радиационную опасность [2, 15], в процессе эксплуатации которых образуются жидкие и твердые радиоактивные отходы и отработанное ядерное топливо [12].

Регион богат лесами и представляет собой хороший полигон для лесной радиоэкологии. Лесные биогеоценозы (особенно в арктических областях) крайне чувствительны к антропогенному воздействию и могут накапливать радиоактивные вещества в больших количествах, по сравнению с другими экосистемами. Радиочувствительность хвойных лесов в целом достаточно близка к таковой у млекопитающих (в том числе и человека) – самых чувствительных живых организмов. При аэральном поступлении радионуклидов леса становятся биогеохимическим барьером и концентратором радиоактивных веществ [1, 18].

КАЭС – первая атомная станция в Заполярье, построенная в 1973-1984 годах. На сегодняшний день в эксплуатации станции находятся 4 энергоблока с водо-водяными реакторами под давлением ВВЭР-440, общей мощностью 1760 МВт [4, 5]. Промплощадка КАЭС окружена лесами. Можно предположить, что в растительных компонентах в районе ее расположения происходит интенсивное накопление долгоживущих техногенных радионуклидов – стойких токсических веществ (СТВ), способных длительное время сохраняться в окружающей среде и оказывать влияние на здоровье человека [13]. В связи с этим обстоятельством, особую актуальность приобретают радиоэкологические исследования лесных биогеоценозов, в частности, растительного покрова. Известно [16], что для окружающей среды наибольшее экологическое значение имеют изотопы, обладающие высоким выходом в ядерных реакциях и имеющие сравнительно большие периоды полураспада. К таким наиболее экологически важным нуклидам техногенного происхождения относится ^{137}Cs , период полураспада которого составляет 30,17 лет. Интерес к изучению воздействия КАЭС на окружающую природную среду актуален с точки зрения радиационной безопасности населения Мурманской области.

Изучение распределения ^{137}Cs в растительных компонентах проводилось нами в однотипных лесных биогеоценозах, на стационарных мониторинговых площадках, находящихся: в пределах санитарно-защитных зон (СЗЗ) КАЭС и СЗЗ хранилища сухих слабоактивных отходов; в зоне наблюдения (ЗН), на расстоянии 10 км от атомной станции; на границе ЗН (ГЗН), на расстоянии 15 км от атомной станции; в фоновых условиях (Фон), на расстоянии 30 км от

КАЭС. Плотность загрязнения почв (корнеобитаемый 30-см слой) исследуемого района по ^{137}Cs в среднем варьировала от 530 до 2459 Бк/м², что не превышало нормативного уровня в 1 Ки/км² и позволяет отнести район исследований к территориям с относительно благоприятной экологической ситуацией [7]. Обнаруженные нами максимальные значения плотности почв были близки к уровням радиоактивного загрязнения почвенного покрова в северной Скандинавии, составляющим около 2000 Бк/м², что может объясняться глобальными выпадениями радиоцезия [3]. Подробное почвенно-геоботаническое описание площадок и их географические координаты приведены в предыдущих публикациях [4, 5, 6, 11].

В качестве объектов изучения были выбраны компоненты растительных ярусов: древесного, представленного в основном, сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.); кустарничкового, представленного черникой обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) и голубикой (*Vaccinium uliginosum* L.); а также мохово-лишайникового, представленного лишайниками рода *Cladonia* (ягель) и зелеными мхами (*Pleurozium schereberi* (Brid) Mitt. и *Hylocomnium splendens* Hedw.). Пробоотбор проводили в течение вегетационного периода года (июнь-сентябрь), в соответствии с общими требованиями к радиологическому отбору проб [16].

Радиоэкологические исследования осуществляли в соответствии с нормативными документами по радиационной безопасности окружающей среды и человека [10]. Удельные активности ^{137}Cs (Бк/кг) в пробах определяли с помощью сцинтилляционного спектрометрического комплекса «Мультирад» с гамма-детектором NaI(Tl) 63x63 и программным обеспечением «Прогресс» по стандартной методике [9].

Проведенные исследования показали, что содержание ^{137}Cs в растительных компонентах лесных биогеоценозов обусловлено плотностью загрязнения почв. Количество радиоцезия в растительном покрове варьировало на разных мониторинговых точках (таблица 1 Таблица 1).

В ассимиляционных органах древесных растений содержание ^{137}Cs в среднем находилось в пределах от $13 \pm 2,4$ до $27 \pm 3,8$ Бк/кг (для сосны обыкновенной) и от $10 \pm 2,1$ до $16 \pm 3,2$ Бк/кг (для ели сибирской). В древесных ветвях содержание ^{137}Cs в среднем составляло от $11 \pm 4,9$ до $21 \pm 3,0$ Бк/кг (для сосны обыкновенной) и от $11 \pm 2,5$ до $16 \pm 3,2$ Бк/кг (для ели сибирской).

В ассимиляционных органах ягодных кустарничков содержание ^{137}Cs в среднем находилось от $29 \pm 2,5$ до $120 \pm 15,6$ Бк/кг (для черники обыкновенной) и от $27 \pm 6,1$ до $58 \pm 8,5$ Бк/кг (для голубики). В ветвях ягодных кустарничков количество ^{137}Cs в среднем составляло от $40 \pm 6,3$ до $90 \pm 8,7$ Бк/кг (для черники обыкновенной) и от $20 \pm 3,4$ до $43 \pm 3,2$ Бк/кг (для голубики).

В мохово-лишайниковом ярусе содержание ^{137}Cs в среднем находилось от $160 \pm 15,0$ до $174 \pm 14,4$ Бк/кг (для ягеля) и от $44 \pm 7,8$ до $85 \pm 7,2$ Бк/кг (для зеленых мхов).

Поступление радиоцезия в растительные компоненты изучаемых лесных биогеоценозов могло быть обусловлено его глобальными выпадениями. Как известно [8, 15], территория Арктики длительное время загрязнялась техногенными радионуклидами от выпадений радиоактивных веществ, образовавшихся в результате испытаний ядерного оружия, произведенных США, СССР и Великобританией в период с 1945 по 1962 годы, а позже – Китаем и Францией. Всего в мире было произведено более 1,5 тысячи ядерных взрывов, более 90 % из которых – в Северном полушарии Земли. В загрязнение арктических районов (включая Мурманскую область) помимо глобальных выпадений, внесли свой вклад и аварии на атомных электростанциях, среди которых Чернобыльская (1986 г.) стала самой крупной экологической катастрофой, как по уровню радиоактивных выбросов, так и по площади загрязнения земной поверхности. Вклад КАЭС в загрязнение окружающей среды радиоцезием был незначительным [5]. Максимальные величины содержания ^{137}Cs в компонентах изучаемых растений не превышали установленного допустимого уровня для лекарственных растений, составляющего 400 Бк/кг, согласно [14].

Таблица 1 – Содержание ^{137}Cs в растительных компонентах лесных биогеоценозов, Бк/кг

Зона вокруг КАЭС	Древесный ярус		Кустарничковый ярус		Мохово-лишайниковый ярус	
	Сосна обыкновенная	Ель сибирская	Черника обыкновенная	Голубика	Ягель	Зеленые мхи
СЗЗ	13 ± 2,4* 11 ± 4,9	н/д**	29 ± 2,5 40 ± 6,3	49 ± 7,4 43 ± 3,2	174 ± 14,4	55 ± 3,5
ЗН	18 ± 5,0 13 ± 3,1	10 ± 2,1 11 ± 2,5	80 ± 4,9 45 ± 2,2	58 ± 8,5 27 ± 3,7	160 ± 15,0	44 ± 7,8
ГЗН	25 ± 2,3 16 ± 7,3	11 ± 1,7 12 ± 2,3	73 ± 3,2 60 ± 2,6	50 ± 6,3 25 ± 2,9	162 ± 12,9	46 ± 4,9
Фон	27 ± 3,8 21 ± 3,0	15 ± 2,5 16 ± 3,2	120 ± 15,6 90 ± 8,7	27 ± 6,1 20 ± 3,4	166 ± 14,8	85 ± 7,2

Примечание. * - содержание ^{137}Cs : над чертой – в ассимиляционных органах, под чертой – в ветвях; ** н/д – нет данных.

В ассимиляционных органах древесных растений содержание радиоцезия было до 1,5 раз выше, чем в ветвях. При этом хвоя сосны обыкновенной содержала ^{137}Cs до 2 раз больше, чем хвоя ели. Листья кустарничков содержали радиоцезия до 2 раз больше, чем ветви, хотя иногда наблюдалась обратная картина. Побеги черники обыкновенной содержали ^{137}Cs от 1,5 до 4,5 раз больше, чем побеги голубики. Содержание радиоцезия в ягеле было максимальным среди всех изучаемых растений и до 3,5 раз выше, чем в зеленых мхах.

Как видно из вышеприведенной таблицы, в кустарничковом и в мохово-лишайниковом ярусах ^{137}Cs содержалось больше, чем в древесном ярусе. Повышенное содержание ^{137}Cs в побегах черники обыкновенной и голубики обуславливалось его корневым поглощением из органогенных почвенных горизонтов, в которых, согласно ранее проведенным нашим исследованиям, содержание радиоцезия заметно возрастало [11]. Лишайники и мохообразные обладают рядом антомо-физиологических особенностей, приводящих к значительному аккумулярованию в них радионуклидов [17]. Содержание ^{137}Cs в ягеле и в зеленых мхах было связано преимущественно с аэральным поступлением данного радионуклида. Мхи и лишайники, имеющие большую удельную поверхность, эффективно собирают выпадающие из атмосферы радионуклиды. Поскольку лишайники (в частности, ягель) служат кормом для северных оленей, то они являются одним из главных каналов, по которым радионуклиды могут попадать к человеку [3]. Более низкая концентрация ^{137}Cs в компонентах сосны обыкновенной и ели сибирской обуславливалась тем, что зона поглощения корней деревьев находится на достаточно большой глубине, где содержание рассматриваемого радионуклида меньше.

Таким образом, была получена новая информация о содержании одного из ведущих техногенных радионуклидов – ^{137}Cs – в растительных компонентах лесных биогеоценозов в импактной зоне КАЭС. Установлены потенциальные источники поступления радиоцезия в растения. Отмечены особенности распределения ^{137}Cs в древесном, кустарничковом и мохово-лишайниковом ярусах.

В то же время необходимо продолжение радиоэкологических исследований районов АЗРФ, тем более что в настоящее время здесь ведется многоступенчатая работа по утилизации и переработке радиационно-опасных отходов. Одним из критериев защиты человека и биоты в арктических областях России является сохранение естественного радиационного фона и экологического баланса радионуклидов. Пространство для изучения лесных биогеоценозов при этом расширяется. Необходимо комплексное изучение северных почв, характеризующихся невысокой обеспеченностью питательными элементами, вследствие чего даже в условиях низкого содержания в почвах радиоактивных элементов, уровни, обусловленные их глобальными

выпадениями, а также доступность для растений будут достаточно высокими. Исследование особенностей накопления растениями радиоактивных изотопов (даже в малых количествах) также становится чрезвычайно важной задачей, поскольку экосистемы, развитые на бедных почвах, являются крайне уязвимыми для возможного загрязнения их как радионуклидами, так и другими СТВ, опасными для здоровья населения в Российской Арктике.

Список литературы

- 1 Алексахин, Р. М. Слово о лесной радиоэкологии / Р. М. Алексахин // XXXVIII Радиоэкологические чтения, посвященные действительному члену ВАСХНИЛ В. М. Ключковскому, Обнинск, 15 дек. 2009 г. – Обнинск : ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2010. – С. 7–15.
- 2 Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2020 году. – Мурманск, 2021. – 176 с.
- 3 Загрязнение Арктики: доклад о состоянии окружающей среды Арктики. АМАР. Программа арктического мониторинга и оценки. – Санкт-Петербург, 1998. – 186 с.
- 4 Кизеев, А. Н. Содержание ^{137}Cs и ^{40}K в почвенно-растительном покрове в районе расположения Кольской атомной электростанции / А. Н. Кизеев // Глобальный научный потенциал. – 2016. - №. 5. – С. 56–59.
- 5 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.
- 6 Удельная активность естественных радионуклидов и цезия-137 в наземных экосистемах Кольского Севера / А. Н. Кизеев [и др.] // Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения : сборник научных трудов по материалам 3-й Всероссийской научно-практической конференции. – Саратов : ООО «Амирит», 2021. – С. 235–238.
- 7 Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М. : Минприроды РФ, 1992. – 12 с.
- 8 Матишов, Д. Г. Радиационная экологическая океанология / Д. Г. Матишов, Г. Г. Матишов. – Апатиты : Изд-во Кольского научного центра РАН, 2001. – 417 с.
- 9 Методика измерения активностей радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс», Менделеево: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2003. – 30 с.
- 10 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы СП 2. 6. 1. 758-99. – М. : Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. – 116 с.
- 11 Содержание и распределение ^{137}Cs в подзолах в районе расположения Кольской атомной электростанции / М. Б. Попова [и др.] // Почвоведение. – 2020. – № 7. – С. 891–900.
- 12 Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2020 году. Ежегодник. – Обнинск, 2021. – 330 с.
- 13 Салтыкова, М. М. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения Арктического региона: обзор литературы / М. М. Салтыкова, И. П. Бобровницкий, А. В. Балакаева // Экология человека, 2020. – №. 4. – С. 48–55.
- 14 СанПин 2. 3. 2. 1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М., 2011 (в ред. от 06. 07. 2011 г.). – 56 с.
- 15 Хвостова, М. С. Вопросы радиоэкологии Арктического региона России / М. С. Хвостова // Российская Арктика. 2019. – №. 4. – С. 58–71
- 16 Черных, Н. А. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере / Н. А. Черных, С. Н. Сидоренко. – М. : Изд-во РУДН, 2003. – 430 с.
- 17 Щеглов, А. И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: По материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС / А. И. Щеглов. – М. : Наука, 2000. – 268 с.

18 Щеглов, А. И. Биогеохимия ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных экосистемах / А. И. Щеглов, О. Б. Цветнова // XXXVIII Радиэкологические чтения, посвященные действительному члену ВАСХНИЛ В. М. Ключковскому, Обнинск, 15 дек. 2009 г. – Обнинск : ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2010. – С. 26–48.

A. N. Kizeev, S. A. Syurin

FEATURES OF DISTRIBUTION OF ^{137}Cs IN PLANT COMPONENTS OF FOREST BIOGEOCENOSSES OF THE MURMANSK REGION

*Northwest Public Health Research Center,
St. Petersburg, Russia,
a. kizeev@s-znc.ru*

Abstract. The paper presents the results of studies of the distribution of ^{137}Cs in the plant components of forest biogeocenoses of the Murmansk region, an assessment of their radioecological state is given. The necessity of continuing research of long-lived technogenic radionuclides and other persistent toxic substances in the areas included in the Arctic zone of the Russian Federation is noted.

Keywords: Murmansk region, forest biogeocenoses, plant components, ^{137}Cs , distribution.

УДК 628.394(476.2)

Е. Н. КОВАЛЁВ, О. В. КОВАЛЕВА

СБРОС ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2000–2020 ГОДЫ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
sanalovaleva@mail.ru*

В статье представлен анализ динамики поступления сточных вод в природные водные объекты на территории 21 района, городов областного подчинения и в целом Гомельской области за 21-летний интервал времени. Отмечено снижение объемов сброса сточных вод в поверхностные водные объекты области, несмотря на повышение показателя за последние 5 лет. Выявлены районы с наименьшим и наибольшим вкладом в образование объемов сточных вод области.

Ключевые слова: сточные воды, загрязняющие вещества, водные объекты метод.

В состав Гомельской области включает 21 район с общей численностью населения 1375,9 тыс. человек, 1 город областного подчинения – Гомель [1]. Целью настоящей работы явился анализ многолетней динамики объемов сброса сточных вод в поверхностные водные объекты на территории области.

Изучение данных Государственного водного кадастра [2] за период с 2000 по 2020 гг. позволило выявить тенденцию к снижению объемов сброса сточных вод в поверхностные водные объекты Гомельской области на 1,96–47,8 %, несмотря на повышение показателя на 19,84–25,3 % за последние 5 лет по отношению к 2015 г. (рисунок 1).

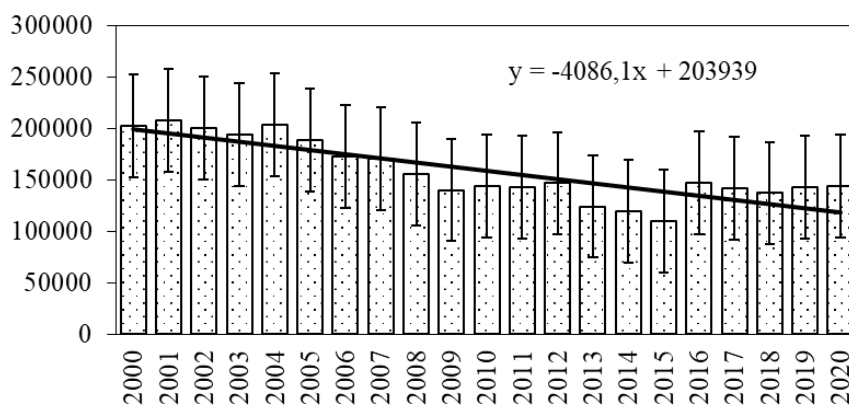


Рисунок 1 – Объем сброса сточных вод в поверхностные водные объекты области, тыс. м³

Всего за 21-летний период в поверхностные водные объекты Гомельской области сброшено 3338847,533 тыс. м³ сточных вод, среднемноголетнее значение составило 158992,7 тыс. м³ (таблица 1).

Таблица 1 – Среднемноголетние (2000–2020 гг.) показатели сброса сточных вод в поверхностные водные объекты по районам Гомельской области

Районы	Всего сброшено сточных вод, тыс. м ³	Средние значения, тыс. м ³	Процент от среднемного-летнего сброса области	Процент от среднемного-летнего сброса области*
Брагинский	1,75	0,083333	$0,05 \times 10^{-3}$	0,0001
Буда-Кошелевский	16864,258	803,0599	0,51	0,966
Ветковский	1713,588	81,59943	0,05	0,098
Гомельский	6628,872	315,6606	0,20	0,380
Добрушский	3787,961	180,3791	0,11	0,217
Ельский	0	0	0	0
Житковичский	184804,865	8800,232	5,53	10,581
Жлобинский	166804,076	7943,051	4,99	9,550
Калинковичский	895,647	42,64986	0,03	0,051
Кормянский	12	0,571429	$0,03 \times 10^{-2}$	0,0007
Лельчицкий	429,06	20,43143	0,01	0,025
Лоевский	913,67	43,5081	0,03	0,052
Мозырский	80691,247	3842,44	2,42	4,620
Наровлянский	1183,426	56,35362	0,04	0,068
Октябрьский	1527,13	72,72048	0,05	0,087
Петриковский	199926,913	9520,329	5,99	11,447
Речицкий	107388,931	5113,759	3,22	6,148
Рогачевский	62283,536	2965,883	1,87	3,566
Светлогорский	883758,411	42083,73	26,47	50,598
Хойникский	19753,193	940,6282	0,59	1,131
Чечерский	7243,67	344,9367	0,22	0,415
Города областного подчинения	1592235,329	75820,73	47,69	–
Всего по области	3338847,533	158992,7	–	–

*Примечание: без учета городов областного подчинения

Из 21 района области на территории только одного (4,76 %) – Ельского за указанный период не наблюдалось поступления сточных вод в поверхностные водные объекты. Еще в восьми районах (38,10 %) отмечался нерегулярный сброс сточных вод. Так, в Брагинском районе сброс осуществлялся только в 2016 г., в Кормянском – 3 года (2000–2002 гг.), по 5 лет в Калинковичском (2015, 2017–2020 гг.), Мозырском и Наровлянском (2016–2020 гг.), по 6 лет в Ветковском (2013–2018 гг.) и Лельчицком (2002–2004, 2016 гг.), в Лоевском районе – 15 лет (2004–2016, 2019–2020 гг.). На территории остальных 12 районов области (57,14 %) сброс сточных вод в поверхностные водные объекты осуществляется регулярно.

Основной объем сточных вод (47,69 %) поступает в поверхностные водные объекты области на территории г. Гомель, 26,47 % – на территории Светлогорского района, наименьшим показателем поступления ($0,05 \times 10^{-3}$ %) характеризуется Брагинский район (без учета «нулевого» вклада Ельского района).

Если анализировать сброс сточных вод на территории только районов области, то наибольший вклад в их объем вносит Светлогорский район (более половины), на втором месте – Петриковский район (11,45 %), на третьем месте – Житковичский район (10,58 %). Далее следуют Жлобинский, Речицкий, Мозырский, Рогачевский, Хойникский районы, доля сброса сточных вод в поверхностные водные объекты которых составляет соответственно 9,55, 6,15, 4,62, 3,57, 1,13 %. Вклад других районов в объемы сброса сточных вод менее 1 % (суммарно по 13 районам – 2,35 %).

Учитывая тот факт, что некоторые районы стали осуществлять сброс сточных вод в поверхностные водные объекты с 2015–2016 гг., нами проведен анализ отдельно за этот период.

Картина несколько изменилась. Установлено, что Светлогорский район по-прежнему лидирует, однако, осуществляет уже менее четверти (23,66 %) сброса сточных вод в поверхностные водные объекты, на втором месте оказался Мозырский район (21,39 %), доля которого в показателе увеличилась почти в 5 раз, Петриковский район переместился со второй на третью позицию (15,70 %), и его вклад в объемы сброса также вырос.

Список литературы

- 1 Гомельская область в цифрах : статистический справочник. – Минск, 2022. – 78 с.
- 2 Государственный водный кадастр. Информационная система. Раздел «Статотчетность водопользователей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://178.172.161.32:8081/watstat/data/>. – Дата доступа: 15. 04. 2022.

E. N. Kovaliov, O. V. Kovaliova

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF CONTROL OF ERIGERON CANADENSIS

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
sanalovaleva@mail.ru*

Abstract. The article presents an analysis of the dynamics of wastewater inflow into natural water bodies on the territory of 21 districts, cities of regional subordination and the Gomel region as a whole over a 21-year time interval. A decrease in the volume of wastewater discharges into surface water bodies of the region was noted, despite the increase in the rate over the past 5 years. The areas with the smallest and the largest contribution to the formation of wastewater volumes in the region were identified.

Keywords: wastewater, pollutants, water bodies method.

Л. С. КОВАЛЬЧУК, А. Р. СИБИРКИНА

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЧЕЛЯБИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ И ПРИГОДНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИТЬЕВЫХ ЦЕЛЯХ

ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»,
г. Челябинск, Российская Федерация,
lyubov.nazarova11@yandex.ru, sibirkina_alfira@mail.ru

В статье приводятся и анализируются результаты проведенных исследований вод из подземных источников Челябинской агломерации.

Ключевые слова: подземные воды, качество подземных вод, Челябинская агломерация, основные ионы, концентрация.

Вопрос чистой питьевой воды является одним из самых острых в настоящее время. Челябинская область относится к одному из немногих маловодных регионов Российской Федерации. Значительная часть домохозяйств в области не охвачено централизованным водоснабжением и употребляет для питья и хозяйственных нужд воду из скважин и колодцев. В то время как качество воды централизованных источников водоснабжения регулярно проверяется специализированными организациями, индивидуальные скважины и колодцы находятся вне системы контроля [1].

Таким образом, целью данной работы является определение качества подземных вод Челябинской агломерации. В качестве объектов исследования были выбраны подземные воды в скважинах, колодцах и родниках Челябинского городского округа, Сосновского и Коркинского муниципальных районов. В ходе работ, в период 2016–2017 гг. было отобрано 28 проб воды согласно ГОСТ. 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб». Пространственное расположение точек отбора (рисунок 1 **Рисунок 1**).

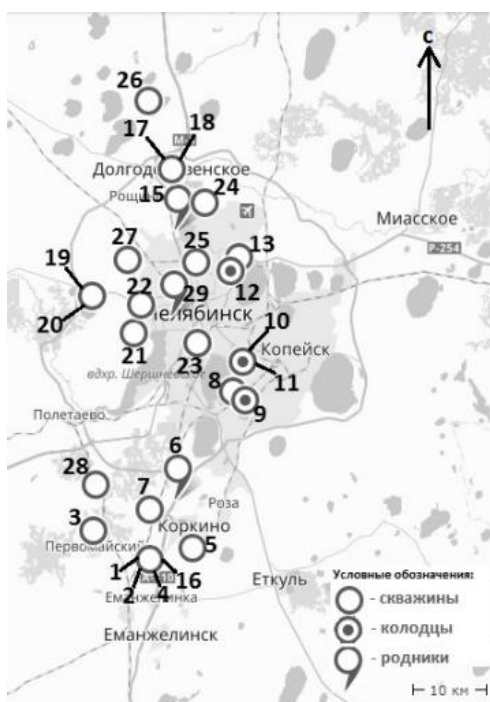


Рисунок 1 – Пространственное расположение точек отбора проб

Лабораторные исследования включали измерение следующих показателей: рН, минерализация, перманганатная окисляемость по ГОСТ Р 55684-2013, бикарбонат и карбонат-ионы титриметрически по ГОСТ 31957-2012. Основные ионы анализировались с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель-104Т».

Как видно из результатов исследований, только 10% исследованных вод относится к пресным с содержанием солей до 500 мг/л, больше половины проб характеризуется к водам с относительно повышенной минерализацией (500–1000 мг/л), остальное приходится на солоноватые воды с солесодержанием более 1000 мг/л. Абсолютный максимум концентраций солей зафиксирован в скважине деревни Шумаки (2665 мг/л) [2].

Подземные воды Коркинского района гидрокарбонатно-кальциевые, в большинстве проб солоноватые; в Челябинском городском округе – гидрокарбонатно-кальциевые с повышенной минерализацией, в Сосновском районе – также гидрокарбонатно-кальциевые с минерализацией около 700 мг/л.

Подземные воды района исследований относятся в большинстве своем к жестким (8–12 мг-экв/дм³) и очень жестким (более 12 мг-экв/дм³). Наиболее высоким показателем общей жесткости характеризуются пробы из скважин и колодцев Коркинского района, что, безусловно, связано, с геологическим строением территории [3].

Кроме основных ионов, исследованные образцы подземных вод в значительной степени загрязнены нитрат-ионами. Причем, содержание этого компонента в исследованных пробах варьирует в широком диапазоне от 3 до 566 мг/л. Самая высокая концентрация нитрат-ионов выявлена в скважине разъезда Саксан. Значительной концентрацией нитрат-ионов и превышением ПДК по иону нитрита характеризуется и скважина в деревне Шумаки Коркинского района.

Исходя из результатов исследований, можно сделать следующие выводы:

1 Самыми загрязненными оказались воды из скважины в р-де Саксан. (проба №. 4) и из скважины в д. Шумаки Коркинского района (проба №. 16). Причиной этому может служить принадлежность водовмещающих пород к неогеновому возрасту. Такие породы являются растворимыми и в взаимодействии с водой передают соли в состав грунтовых вод, приводя к увеличению общей минерализации и карбонатной и неустраняемой жесткости.

2 Наиболее пригодными для питьевого использования оказались пробы из родников в Казанцево и Челябинском городском бору. Это связано с формированием вод в глубоких тектонических трещинах, в достаточной степени изолированных от поверхностного загрязнения. Кроме того, интрузивные кислые породы бедны основаниями.

3 В результате исследования было выявлено, что в 20 из 28 пробах выявлено превышение ПДК хотя бы по одному показателю, чаще всего по содержанию нитрат-иона. Установлена тесная корреляционная зависимость между концентрациями нитрат-ионов в пробах и содержанием натрия, магния и общей минерализацией.

4 В процессе статистической обработки методами многомерной статистики (факторный анализ) было выявлено три значимых фактора влияющих на систему. Наиболее существенным из них является, по нашему мнению, геологическое строение территории.

Таким образом, основная причина высокого уровня загрязнения исследуемых образцов – приуроченность скважин к растворимым породам палеозоя и мезокайнозоя. Высокие концентрации нитратов обусловлены слабой изоляцией грунтовых вод от источников биогенного загрязнения: огородов, выгребных ям, сельскохозяйственных полей. При планировании скважины необходимо тщательно подходить к выбору места ее бурения и проектировать зону санитарной охраны. И даже соблюдение этих условий не гарантирует высокое качество воды в скважине, так как фильтрация грунтовых вод может происходить с повышенных участков, имеющих потенциальные источники загрязнения.

Таким образом, остается один выход – производить очистку воды, например, методом обратного осмоса с последующей минерализацией, что, безусловно, значительно делает проект индивидуального водоснабжения более дорогостоящим.

Список литературы

1 Отчет о результатах работ по объекту: «Создание современной гидрогеологической карты Южной части Уральской сложной гидрологической складчатой области масштаба 1:1000000» / О. Ф. Колтунова [и др.] – Оренбург: ОАО «Компания вотемиро», 2014. – в 3 книгах и папке.

2 СанПиН 2.1.4.1116-02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества»

3 СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников»

L. S. Kovalchuk, A. R. Sibirkina

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF UNDERGROUND WATERS OF THE CHELYABINSK AGGLOMERATION AND THE SUITABILITY OF THEIR USE FOR DRINKING PURPOSES

*Chelyabinsk State University,
Chelyabinsk, Russia,
lyubov.nazarova11@yandex.ru, sibirkina_alfira@mail.ru*

Abstract. The article presents and analyzes the results of studies of water from underground sources of the Chelyabinsk agglomeration.

Keywords: groundwater, groundwater quality, Chelyabinsk agglomeration, basic ions, concentration.

УДК 632. 93:632. 51

Р. В. КОРПАНОВ

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БОРЬБЫ С МЕЛКОЛЕПЕСТНИКОМ КАНАДСКИМ (*ERIGERON CANADENSIS* L.)

*РУП «Институт защиты растений»,
аг. Прилуки, Минский район, Республика Беларусь,
korpanov@mail.ru*

В статье представлена ботаническое описание, морфология и биология развития мелколепестника канадского. В результате маршрутных обследований сельскохозяйственных культур на засоренность перед уборкой урожая выявлено место резервата – посевы ржи озимой. Для ограничения экспансии агрессивного вида предложены механические и химические меры борьбы с мелколепестником канадским в зонах его резервата.

Ключевые слова: мелколепестник канадский, инвазивный сорняк, Граунд 540, ВР, гербицид, мультчер, ротоватор, механический метод.

Мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis* L.) – рудеральное инвазивное сорное растение в последнее время, широко произрастающее в посевах различных сельскохозяйственных культур на пашне на территории Беларуси. *Классификация:* Североамериканский вид рода Мелколепестник (*Conyza*) семейства Сложноцветные, или Астровые (лат. Asteraceae).

Ботаническое описание. Морфология: Развивается как яровой однолетний или зимующий сорняк. Стебель прямостоячий, ребристый, в верхней части разветвленный, покрыт многочисленными жесткими волосками, высотой при развитии как сеgetальное сорное растение (10–100 см), как рудерал – до 150–200 см. Листья линейно-ланцетные или линейные, длиннозаостренные (тоже опущенные), очередные, без прилистников, верхние – сидячие, цельнокрайние; нижние – короткочерешковые, редкозубчатые по краям. Корень стержневой с небольшими ответвлениями. Цветки мелкие беловатые (светло-желтые). Соцветия – густая метелка, составленная из корзинок. Плод – семянка с летучкой. Эфироносное растение [1–3]. *Биология и развитие:* на протяжении всего вегетационного периода сорняк способен давать дружные всходы. Минимальная температура прорастания семян +6...+8 °С, оптимальная +18...+28°С. Осенние всходы формируют розетку прикорневых листьев и в таком состоянии перезимовывают. Цветение и плодоношение у таких растений наблюдается только в следующем году. Массовое цветение мелколепестника канадского можно наблюдать в период с июля по сентябрь, а плодоношение с августа по октябрь [3–5]. Жизнеспособность семян мелколепестника составляет до 3,5 лет. Семена обладают высокой всхожестью до 80–100 % (при температуре 10–20 °С) и дружно прорастают в течение 5–10 дней. Свежесозревшие семена могут прорасти осенью после опадения на поверхность почвы. При низких температурах (ниже 10 °С) прорастание происходит в небольшом количестве, при температуре 10–20 °С прорастание быстрое. Летом семена хорошо прорастают при температуре до 30–35 °С. Прорастание происходит на свету с поверхности почвы. Максимальная глубина прорастания 1–1,5 см. Размножается семенами. Семена распространяются ветром. На 1 растении образуется 65–100 тыс. семян [6]. Масса 1000 семян – около 0,2 г. Методы борьбы: Из агротехнических мер эффективны провокационные приемы лущение стерни, зяблевая вспашка, предпосевная и послонная обработки почвы. Согласно информации встречающейся в литературе для химической борьбы с мелколепестником канадским можно использовать гербициды на основе метоксона, 2,4-Д, дикамбы, параквата и бентазона. Мелколепестник канадский часто устойчив к глифосату и другим гербицидам. В посевах зерновых культур эффективны смеси диален, диамет-Д, 2,4-Д с лонтрелом. В посевах пропашных — почвенные гербициды. Распространение: Сорняк широко распространен по всей Евразии, исключая районы Крайнего Севера. Неприхотливое растение, прекрасно произрастает повсеместно: на песчаных почвах, лесных пожарищах, выгонах, залежах, берегах рек, водоемов и озер, пустырях, вдоль дорог, а также в посевах, садах, огородах, лесах, сорных местах, возле жилищ практически во всех населенных пунктах и др. [7].

Определение численности мелколепестника канадского в посевах озимой ржи проводили количественным методом с учетом природно-климатических зон Республики Беларусь. В зависимости от площади посева накладывали от 5 до 30 учетных площадок (0,25м²) [8]. Исследования по изучению биологической эффективности глифосатсодержащего гербицида Граунд 540, ВР (глифосата кислоты, 540 г/л) производства ЗАО «ТПК Техноэкспорт», Россия проводили на территории Минской области, Воложинского района, линия электропередач ВЛ 330 кВ (185) ТЭЦ-4, Молодечно в соответствии с методикой регистрационных испытаний [9–10].

В связи с экспансией мелколепестником канадским пахотных земель представляет практический интерес определение засоренности данным видом посевов ржи озимой (путем маршрутных обследований посевов). Основным резерватом метлицы обыкновенной и мелколепестника канадского в севообороте являются поля ржи озимой, так как в разные годы химпрополка ее посевов составляет 50–80 % от общих посевных площадей по республике. В жнивье ржи озимой в послеуборочный период складываются благоприятные условия для дозревания и обсеменения агрессора, так как культура при уборке, из-за характерной высокостебельности сортов имеет высокий срез. В данных условиях при несвоевременной послеуборочной обработки почвы, отсутствии лущения или дискования стерни ржи озимой, создаются идеальные условия для экспансии мелколепестником канадским пашни.

В результате маршрутных обследований посевов озимой ржи установлено уверенное продвижение мелколепестника канадского с юга на север республики. Средняя численность

мелколепестника канадского перед уборкой озимой ржи за период 2017-2022 гг. составила 0,8-2,8 шт/м², с наибольшей численностью в южной (1,4-4,7 шт/м²) и центральной (1,0-3,4 шт/м²) агроклиматических зонах. В северной зоне численность была незначительной (0-1,9 шт/м²) (таблица 1).

В связи с этим, учитывая высокую плодовитость данного инвазивного вида, в севообороте необходимо повышенное внимание уделять агротехнике возделывания с/х культур (в том числе в послеуборочный период), а также предупредительным и истребительным мероприятиям в зонах резервата мелколепестника канадского на землях несельскохозяйственного назначения.

По нашим данным в 2017 г. гербицид Граунд 540, ВР (глифосата кислоты, 540 г/л) в нормах 3,0-5,0 л/га, производства ЗАО «ТПК Техноэкспорт», Россия, при расширении его сферы применения показал высокую эффективность 95,2-100 % (по численности) и 97,4-100 % (по массе) против мелколепестника канадского на землях несельскохозяйственного назначения, при снижении его численности в эталонах Торнадо 540, ВР – 1,8 и 5,3 л/га на 81,0-100 % и массы на 96,0-100 %. По результатам исследований Граунд 540, ВР – 3,0-5,0 л/га внесен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» против мелколепестника канадского на данных территориях.

Таблица 1 – Засоренность посевов озимой ржи мелколепестником канадским (*Erigeron canadensis* L.) в Беларуси перед уборкой урожая (маршрутные обследования)

Год	Агроклиматическая зона			Средняя по РБ
	северная	Центральная	Южная	
2017	0,0	1,4	3,5	1,6
2018	0,0	1,0	1,5	0,8
2019	0,0	1,1	1,4	0,8
2020	1,9	1,8	3,5	2,4
2021	0,4	3,4	4,7	2,8

Следует отметить, что аналогичная эффективность была получена в более низких нормах Граунд 540, ВР – 1,4-2,8 л/га, что говорит об отсутствии устойчивости популяции мелколепестника канадского произрастающего на землях несельскохозяйственного назначения, где ранее не применялись глифосатсодержащие гербициды. Однако, по литературным данным, отзывам сельхозпроизводителей и наблюдениям сотрудников лаборатории гербологии РУП «Институт защиты растений» у этого однолетнего вида отмечается устойчивость к обычным нормам глифосатсодержащих гербицидов применяемым на пашне в послеуборочный период, что требует добавления гербицидов другого способа действия (сульфонил-мочевины, дикамбы и др.). Кроме того, вызывает озабоченность тот факт, когда после применения гербицидов сплошного действия на основе имазапира и сульфометурон-метила кислоты земель несельскохозяйственного назначения в последующий период данные территории активно занимает мелколепестник канадский. Что в последующем требует применения глифосатсодержащих гербицидов (баковых смесей глифосата с гербицидами другого способа действия) или применения агротехнического (механического) метода. Как альтернатива химическому методу большой интерес представляет механический метод с использованием мульчеров, роторов или комбинированных машин мульчеров-роторов, харвестров биомассы для ограничения экспансии инвазивных видов в том числе мелколепестника канадского на пашню и другие сельскохозяйственные угодья. Некоторые технические характеристики мульчерной техники представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Мульчерная техника ANWI Prinoth для рекультивации земель (по данным ЧП «Аммак-Бел» www.ammac.by)

Модель	Описание	Мощность энергетического средства, л. с. / объемный поток гидравлической системы [л/мин]
Мульчерные фрезы		
M450м – 1450/ 1900/2200/2700 мм	Универсальные мульчерные фрезы для различных задач с механическим приводом от ВОМ энергетического средства	60-180
M500м – 1800/2000/2300		100-180
M550м – 2110-2410 мм		100-250
M650м – 2050/2350 мм		200-350
M700м – 2300 мм		240-550
M450h – 1600/1900/2200/2700 мм	Универсальные мульчерные фрезы с гидравлическим приводом от энергетического средства	80-220
M550h - 2110-2410 мм		150-300
M650h – 2350/2550 мм		200-450
M450H - 1600/1900/2200 мм	Легкая мульчерная фреза с гидравлическим приводом для компактных погрузчиков (минипогрузчиков)	80-130
M450S - 1900 мм		80-150
Ротоваторы		
RFL700	Фрезы для дробления пней и корней	140-190
RF800		180-300
RF1000		260-400
Мульчерные головки для экскаваторов		
M450e-900/1090/1100 мм	гидравлическая мульчерная фреза для экскаваторов 6-18 т	[60-200]
M550e-1300 мм	гидравлическая мульчерная фреза для экскаваторов 18-30 т	[70-260]
Самоходные мульчеры		
Raptor300 (R)	Предназначенные для рекультивации земель	275 (279)
Raptor500		430
Raptor800		640
RT400		402
Техника для сбора биомассы		
H 600	Харвестр биомассы; может работать с машиной RT 400	230-400
BMH480	Самоходный харвестр на гусеничном ходу с опракидывающимся бункером для биомассы объемом 25 м ³	475

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено:

1. Уверенное продвижение мелколепестника канадского с юга на север республики.
2. Средняя численность мелколепестника канадского по республике перед уборкой озимой ржи за период 2017–2021 гг. составила 0,8–2,4 шт/м², с наибольшей численностью в южной (1,4–4,7 шт/м²) и центральной (1,0–3,4 шт/м²) агроклиматических зонах. В северной зоне численность была незначительной (0–1,9 шт/м²).

3. Эффективность гербицида Граунд 540, ВР (глифосата кислоты, 540 г/л) в нормах 3,0–5,0 л/га при расширении его сферы применения против мелколепестника канадского на землях несельскохозяйственного назначения составила 95,2–100 % (по численности) и 97,4–100 % (по массе), при снижении его численности в эталонах Торнадо 540, ВР – 1,8 и 5,3 л/га на 81,0–100 % и массы на 96,0–100 %. По результатам исследований Граунд 540, ВР – 3,0–5,0 л/га внесен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» против мелколепестника канадского на землях несельскохозяйственного назначения.

4. Для ограничения экспансии инвазивных видов, в том числе мелколепестника канадского на пашню и другие сельскохозяйственные угодия как альтернатива химическому методу большой интерес представляет механический метод уничтожения рудеральной сорной растительности с использованием мульчеров, ротаторов или комбинированных машин мульчеров-ротаторов и харвестров биомассы.

5. Для предотвращения распространения мелколепестника канадского на пашне не следует пренебрегать послуборочным лущением стерни зерновых в севообороте особенно посевов ржи озимой.

Список литературы

1 Трухачев, В. И. Сорные, лекарственные и ядовитые растения (альбом антропофитов): учеб. пособие / В. И. Трухачев, Г. Р. Дорожко, Ю. А. Дударь. – М. : МААО; Ставрополь: АГРУС, 2006. – 264 с.

2 Шишкин, Б. К. Флора СССР : Т. 25 / Б. К. Шишкин. – Л. : Издательство АН СССР, 1959. – 633 с.

3 Сорные растения СССР. Т. 3 М.-Л. / ред. Б. А. Келлер [и др.] : АН СССР, 1934. – 448 с.

4 Фисюнов, А. В. Сорные растения: альбом-определитель / А. В. Фисюнов. – М. : Колос, 1984. – 320 с.

5 Никитин, В. В. Сорные растения флоры СССР / В. В. Никитин. – Л. : Наука, 1983. – 454 с.

6 Баздырев, Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии: учебное пособие для ВУЗов / Г. И. Баздырев. – М. : Изд-во МСХА, 1993. – 242 с.

7 Мелколепестник канадский (*Erigeron canadensis*) [Электронный ресурс] / Сельское хозяйство | UniversityAgro. Ru. – Режим доступа: <https://universityagro.ru/сорные-растения/мелколепестник-канадский-erigeron-canadensis..> – Дата доступа 18. 04. 2022 г.

8 Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / подгот. Л. М. Державин [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 16 с.

9 Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; составители : С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж : МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». – 2007. – 58 с.

10 Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Российская академия сельскохозяйственных наук, Государственное научное учреждение «ВИЗР»; сост. : А. А. Петунова [и др.]; под ред. В. И. Долженко. – СПб., 2013. – 280 с.

R. V. Korpanov

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF CONTROL OF ERIGERON CANADENSIS

RUE “Institute of Plant Protection”,
ac. Priluki, Minsk region, Republic of Belarus,
korpanov@mail.ru

Abstract. The article presents a botanical description, morphology and biology of the development of the *Erigeron Canadensis*. As a result of route inspections of agricultural crops for weediness before harvesting, the place of the reserve was identified – crops of winter rye. To limit the expansion of an aggressive species, mechanical and chemical measures are proposed to control the *Erigeron Canadensis* in the zones of its reserve.

Keywords: *Erigeron Canadensis*, invasive weed, Ground 540, WS, herbicide, mulcher, rotovator, mechanical method.

УДК 581. 14

А. Г. КОСМАЧЕВА

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КООРДИНАЦИИ РОСТА ПШЕНИЦЫ И РЕДИСА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АМПИЦИЛЛИНА И ТИЛОЗИНА

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых»,
г. Владимир, Российская Федерация,
hijadelaluna@mail.ru

*В результате исследования воздействия растворов ампициллина и тилозина на показатели координации роста пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и редиса (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) установлена способность антибиотиков изменять соотношение длины корней к длине побегов растений, наиболее выраженная для тилозина.*

Ключевые слова: антибиотики, пшеница, *Triticum aestivum* L., редис, *Raphanus sativus* L. var. *sativus*

Нарастающий выброс антибиотиков в окружающую среду создает потенциальную угрозу для различных компонентов экосистем. В связи с чем, в настоящее время интерес представляет изучение токсичности антибактериальных препаратов для растений [1, 2]. Для оценки воздействия различных факторов на развитие растений используются показатели координации роста, одним из которых является соотношение длины корня к длине побега [1, 3, 4]. Опубликованы подобные исследования воздействия пенициллина, сульфадиазина и тетрациклина на пшеницу, рапс, пастушью сумку обыкновенную и метлицу обыкновенную [1]. Ранее нами были проведены исследования фитотоксичности растворов ампициллина и тилозина на мягкую озимую пшеницу (*Triticum aestivum* L.) и редис розово-красный с белым кончиком среднераннего сорта (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*) с определением токсических эффектов в качестве диагностических показателей [2].

Цель данной работы – исследование влияния антибиотиков ампициллина и тилозина на показатели координации роста пшеницы и редиса.

Объекты и методы исследования. В исследовании использовались препараты ампициллина в составе ампициллина натриевой соли и тилозина. Антибиотики применяли в виде водных растворов в диапазоне концентраций 200–700 мг/дм³.

В качестве тест-культуры использовали пшеницу (*Triticum aestivum* L.) мягкую озимую сорта «Мера» и редис розово-красный с белым кончиком среднераннего сорта (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*). Исследования проводили с помощью чашек Петри, помещая в каждую 50 семян тест-организма, и обрабатывая их 10 см³ растворов антибиотиков соответствующих концентраций. Контролем служила дистиллированная вода. Чашки Петри инкубировали при 26 ° С без освещения в течение 96 часов. Далее измеряли длину корней и высоту побегов проростков растений. Показатель координации роста рассчитывали по формуле:

$$\frac{\bar{L}_k}{\bar{L}_п},$$

где \bar{L}_k – средняя длина корня, $\bar{L}_п$ – средняя длина побега.

Для статистической обработки результатов использовали программу Statistica 7. 0, рассчитывая коэффициент корреляции Пирсона. Проведен корреляционный анализ зависимости соотношения средней длины корней к средней длине побегов от концентрации антибиотиков, а также корреляционный анализ зависимости соотношения средней длины корней к средней длине побегов от изменения длины корней и длины побегов растений при различных концентрациях препаратов.

Результаты и обсуждение. График зависимости показателей координации роста пшеницы и редиса от концентрации ампициллина и тилозина представлен на рисунке 1.

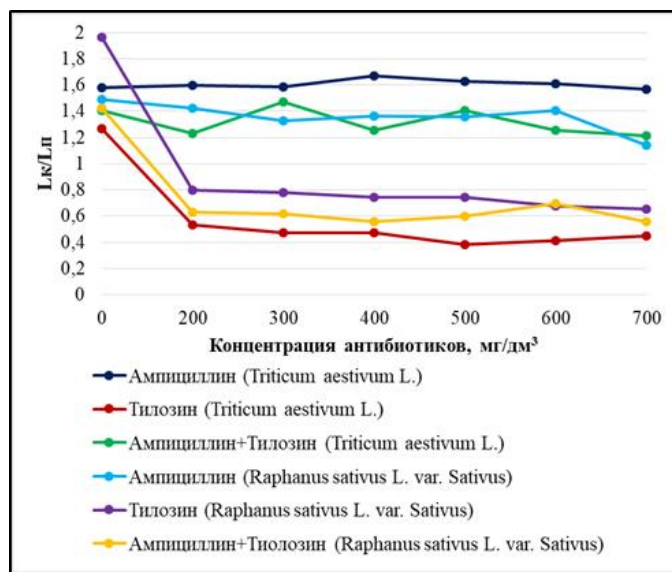


Рисунок 1 – Зависимость показателей координации роста растений от концентрации антибиотиков

Полученные результаты демонстрируют снижение соотношения длины корней к длине побегов в сравнении с контролем, характерное для пшеницы при воздействии тилозина, и для редиса при влиянии тилозина и смеси антибиотиков.

Установлены отрицательные корреляционные зависимости показателей координации роста пшеницы ($r=-0,7734$; $p=0,041$) и редиса ($r=-0,7784$; $p=0,039$) от концентрации тилозина. Смесь антибиотиков вызывала значительное снижение показателя координации роста редиса, однако, оно не являлось дозозависимым ($r = -0,7062$; $p = 0,076$). Не выявлено корреляционной зависимости соотношения длины корней к длине побегов пшеницы ($r = 0,1028$; $p = 0,826$) и редиса ($r = -0,7476$; $p = 0,053$) от концентрации ампициллина, а также пшеницы от концентрации смеси антибиотиков ($r = -0,4434$; $p = 0,319$).

При воздействии ампициллина не установлено зависимости показателя координации роста пшеницы от длины корней ($r=0,1884$; $p=0,686$) и высоты побегов ($r=-0,6776$; $p=0,094$), для редиса выявлена положительная зависимость данного показателя от длины корня ($r=0,8732$; $p=0,010$) и отсутствие зависимости от высоты побега ($r=-0,2356$; $p=0,611$). Установлены положительные корреляционные зависимости показателей координации роста пшеницы от длины корня ($r=0,9956$; $p=0,000$) и высоты побега ($r=0,9794$; $p=0,000$) при воздействии тилозина, что демонстрирует зависимость данного показателя от изменения длины обоих органов растения и обуславливает значительное дозозависимое снижение при воздействии препарата. Выявлены положительные корреляционные зависимости показателей координации роста редиса от длины корня при влиянии тилозина ($r=0,9994$; $p=0,000$) и смеси антибиотиков ($r=0,9772$; $p=0,000$), положительная корреляционная зависимость показателя координации роста пшеницы от длины корня при влиянии смеси антибиотиков ($r=0,9337$; $p=0,002$). Отсутствие зависимостей показателей координации роста от высоты побегов установлены воздействием смеси антибиотиков на пшеницу ($r=0,6719$; $p=0,098$), а также тилозина ($r=0,1841$; $p=0,693$) и смеси антибиотиков ($r=0,3679$; $p=0,417$) на редис.

Полученные данные демонстрируют, что при повышении концентрации тилозина, уменьшение показателя координации роста пшеницы связано как со снижением длины корня, так и высоты побега. Снижение показателей координации роста редиса при воздействии тилозина и смеси антибиотиков обусловлено лишь уменьшением длины корней растений. Значительное воздействие антибактериальных препаратов на корни растений подтверждается литературными данными [1, 2] и может быть связано с непосредственным погружением корней в растворы антибиотиков.

Результаты исследований свидетельствуют, что воздействие антибиотиков способно приводить к изменению координации роста пшеницы и редиса, выражающемуся в уменьшении соотношения длины корней к длине побегов. Тилозин в данном исследовании оказывает наиболее сильное воздействие, являющееся дозозависимым для обоих растений, таким образом, является более токсичным для растений по исследуемому показателю, что соответствует опубликованным нами ранее данным [2].

Заключение. Результаты исследований свидетельствуют, что воздействие раствора тилозина в диапазоне концентраций 200–700 мг/дм³ оказывает токсическое воздействие, которое проявляется в дозозависимом изменении координации роста пшеницы и редиса ($p < 0,05$). Влияние смеси тилозина с ампициллином вызывает значительное снижение соотношения длины корней к длине побегов редиса в сравнении с контролем, не являющееся дозозависимым ($p > 0,05$). Кроме того, установлено, что изменение координации роста может быть обусловлено, как преимущественным влиянием на корни растений (в случае воздействия тилозина и смеси антибиотиков на редис), так и влиянием на оба показателя (в случае воздействия тилозина на пшеницу).

Данное исследование имеет практическое значение, в связи с тем, что изменение координации роста растений, заключающееся в нарушении естественного соотношения длины корней к длине побегов, может нести угрозу снижения биомассы урожая сельскохозяйственной продукции.

Список литературы

- 1 Minden, V. Antibiotics impact plant traits, even at small concentrations/ V. Minden, A. Deloy, A. M. Volkert, S. D. Leonhardt, G. Pufal // *AoB Plants*. – 2017. – Vol. 9 (2). – Article number: plx010. DOI: 10. 1093/aobpla/plx010
- 2 Трифонова, Т. А. Оценка влияния антибиотиков ампициллина и тилозина на ферментативную активность дерново-подзолистой почвы и их токсичности для культурных растений / Т. А. Трифонова, С. М. Чеснокова, А. Г. Космачева // *Теоретическая и прикладная экология*. – 2020. – №. 2. – С. 150–156. DOI: 10. 25750/1995-4301-2020-2-150-156

3 Сидорович, М. М. Мониторинг воздействия факторов среды на рост и онтогенетическую координацию роста органов проростка пшеницы озимой методом фитотестирования / М. М. Сидорович, О. П. Кундельчук // Труды Белорусского государственного университета. – 2016. – Т. 11, часть 1. – С. 170–178.

4 Agathokleous, E. Does the root to shoot ratio show a hormetic response to stress? An ecological and environmental perspective/ E. Agathokleous, R. G. Belz, M. Kitao, T. Koike, E. J. Calabrese // Journal of Forestry Research. – 2019. – Vol. 30. – P. 1569–1580. DOI: 10.1007/s11676-018-0863-7

A. G. Kosmacheva

ASSESSMENT OF THE GROWTH COORDINATION INDICATORS OF WHEAT AND RADISH UNDER THE INFLUENCE OF AMPICILLIN AND TYLOSIN

*Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs,
Vladimir, Russia,
hijadelaluna@mail.ru*

*Abstract. As a result of the study of the effect of ampicillin and tylosin solutions on the growth coordination indicators of wheat (*Triticum aestivum* L.) and radish (*Raphanus sativus* L. var. *sativus*), the ability of antibiotics to change the ratio of root length to the shoot length of plants, most pronounced for tylosin.*

*Keywords: antibiotics, wheat, *Triticum aestivum* L., radish, *Raphanus sativus* L. var. *sativus**

УДК 639. 3. 09

С. И. ЛЕОНОВИЧ¹, Е. В. МАКСИМЬЮК², С. М. ДЕГТЯРИК², А. В. СИДОРЕНКО¹

ИДЕНТИФИКАЦИЯ БАКТЕРИЙ РОДА *AEROMONAS*, ВЫЗЫВАЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЯ РЫБ В РЫБОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

¹*Институт микробиологии НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь,
a_sidarenka@mbio. bas-net. by*

²*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь*

*В работе исследован видовой состав бактерий рода *Aeromonas*, вызывающих инфекционные заболевания рыб в рыбоводческих хозяйствах Республики Беларусь. Полученные данные могут быть использованы для корректировки методов идентификации патогенов рыб, относящихся к роду *Aeromonas*, и подбора комплекса мер для лечения и предотвращения заболевания.*

Ключевые слова: аквакультура, инфекционные заболевания рыб, патогены рыб, аэромонады

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, мировое потребление рыбы с 1990 г. возросло на 122 %. Объём продукции рыболовства и рыбоводства на 2018 г. в мире достиг 179 млн тонн, из которых 82 млн тонн были получены посредством аквакультуры [10]. Выращивание рыб в искусственных условиях является самым быстрорастущим

и экономически выгодным сектором производства продуктов питания [7]. На территории Республики Беларусь рыбоводством занимаются 16 прудовых хозяйств, 18 индустриальных комплексов, специализирующихся на ценных видах рыб, 512 приспособленных прудов, переданных в аренду. На аквакультуру приходится до 86 % от общего объема производства рыбы. К основным культивируемым пресноводным видам относится карп обыкновенный. Среди ценных видов рыб в республике выращиваются радужная форель и осетровые (71 % и 28 % соответственно), африканский сом (менее 1 %). По данным ГО «Белводхоз», размер выращенной продукции на 2020 г. составил для прудов всех типов – 8,9 тыс. тонн товарной рыбы, в садках, бассейнах и установках замкнутого водообеспечения – 380 тонн [3].

Значительный ущерб рыбоводческим хозяйствам наносят инфекционные заболевания рыб бактериальной этиологии. В естественных водоемах воды малонаселены и нет условий для быстрого и легкого распространения инфекционного агента, в отличие от популяций аквакультуры, которые выращиваются в состоянии высокой плотности. Также в системах рыбоводческих хозяйств рыба испытывает больший стресс, чем в дикой природе, что снижает её иммунитет и делает более восприимчивой к болезням. Профилактика болезней рыб и борьба с ними имеют решающее значение для минимизации производственных потерь и повышения продуктивности аквакультуры [7].

В странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии к наиболее распространенным заболеваниям рыб относят геморрагическую септицемию и эритродерматит, возбудителями которых служат мезофильные грамотрицательные бактерии рода *Aeromonas* [2]. Заболевания характеризуются наличием поверхностных повреждений, локального кровоизлияния, язв, абсцессов, экзофтальма, вздутием живота, вызванного асцитом в брюшной полости, что приводит к высокой смертности, а также, при выживании рыбы, потере ею товарного вида [5]. С начала XXI века по настоящее время в рыбоводческих хозяйствах и естественных водоемах Беларуси, считалось, что наиболее распространенным патогеном среди аэромонад является *Aeromonas hydrophila*. Свыше 70% грамотрицательных палочек, выделенных от инфицированных рыб, по морфологическим и биохимическим признакам относили к данному виду [1], и руководствовались этим при постановке диагноза и подборе комплекса мер для лечения и профилактики заболевания.

Стоит отметить, что идентификация большинства видов бактерий, в том числе аэромонад, основанная исключительно на фенотипических признаках, очень затруднительна. Это обусловлено высокой степенью изменчивости микроорганизмов, что выражается в сходстве физиолого-биохимических свойств у представителей разных видов и одновременно внутривидовой вариабельности признаков. Так, представители одного вида могут отличаться по способности утилизировать питательные субстраты, чувствительности к антибиотикам, вирулентности, антигенным свойствам и т. д. Одним из наиболее точных и надежных методов идентификации бактерий в настоящее время считается сравнительный анализ нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК.

Цель данной работы – провести молекулярно-генетическую идентификацию бактерий рода *Aeromonas*, вызывающих заболевания рыб в рыбоводческих хозяйствах Республики Беларусь, и определить видовой состав циркулирующих в них аэромонад.

Объектами исследования служили 39 штаммов аэромонад, предоставленных РУП «Институт рыбного хозяйства». Бактерии были выделены в период с февраля 2019 по январь 2022 года из различных органов рыб с признаками инфекционных заболеваний. Рыба была выловлена из рыбных хозяйств Минской, Брестской и Витебской областей, а также трех водохранилищ на территории Минской области. При первичной идентификации аэромонад с помощью набора биохимических микротестов для идентификации микроорганизмов сем. *Enterobacteriaceae* (API 20E kit), они были отнесены к виду *A. hydrophila*. Сравнительный анализ нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК с использованием международных баз данных

GenBank [8] и EzBioCloud [6] показал, что спектр циркулирующих в водоемах Республики Беларусь аэромонад значительно шире. Основная часть исследуемых бактерий была отнесена к виду *Aeromonas veronii* (44,7 % от общего числа) (рисунок). В меньшем количестве, по 13,2 %, выявлены бактерии видов *Aeromonas salmonicida* и *Aeromonas sobria*. Еще 7,9 % аэромонад идентифицированы как *Aeromonas rivipollensis*. В единичном количестве представлены виды *A. hydrophila*, *A. finlandensis*, *A. jandaei*. Для пяти штаммов аэромонад молекулярно-генетическая идентификация была возможна только до рода.

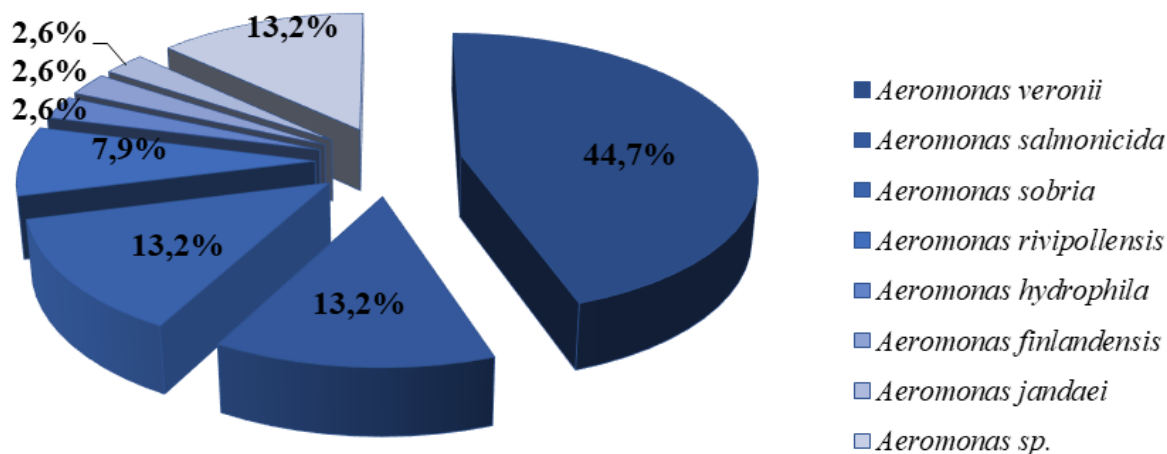


Рисунок – Распространение видов аэромонад, вызывающих заболевания рыб на территории Республики Беларусь

Таким образом, по данным молекулярно-генетического анализа, наиболее распространенным патогеном рыб на территории Республики Беларусь является *A. veronii*. Согласно сведениям литературы, бактерии *A. veronii* широко распространены в природе и обладают высокой приспособляемостью к неблагоприятным условиям окружающей среды [9]. В последние годы в мире были зафиксированы случаи крупномасштабных вспышек данного патогена, вызывающего инфекции пресноводных рыб, амфибий, птиц и сельскохозяйственных животных, приводящие к серьезным потерям в аквакультуре и угрожающие безопасности пищевых продуктов. Кроме того, *A. veronii* может вызывать инфекции у человека, особенно у пожилых людей и детей со слабым иммунитетом, являясь причиной сепсиса, гастроэнтерита и других заболеваний [4].

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости ревизии традиционно используемых биохимических методов идентификации бактериальных патогенов рыб и более широкого внедрения в практику молекулярно-генетических методов диагностики, основанных на секвенировании или целевой амплификации определенных генетических локусов.

Секвенированные нуклеотидные последовательности генов 16S рРНК бактерий рода *Aeromonas* депонированы в международную базу данных GenBank (номера доступа ОК662588, ОК662664, ОК662960, ОК662967, ОК668222, ОК668224, ОК668238, ОК668255, OL308080, OL308084, OL310705, OL310715, OL310861, OL310914, OM640028, OM640029, OM640030, OM640051, OM640064, OM666555, OM666622, OM666624, OM666625, OM666626, OM666627, OM666631, OM667396, OM669540, OM669541, OM669544, OM669698).

Работа выполнена в рамках государственной программы «Научно-технологические технологии и техника» на 2021-2025 гг., подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии», мероприятия 65.

Список литературы

1 Максимьюк, Е. В. Встречаемость этиологических агентов бактериальных болезней рыб в рыбоводных организациях Беларуси / Е. В. Максимьюк // Молодежь в науке-2016 : сб. матер. Междунар. конф. молодых ученых, г. Минск, 22–25 ноября 2016 г. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 333–337.

2 Молнар, К. Практическое руководство по заболеваниям тепловодных рыб в Центральной и Восточной Европе, на Кавказе и в Центральной Азии. Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре № . 1182 / К. Молнар, Ч. И. Секели, М. Ланг. – Анкара, 2020. – Режим доступа: <https://doi.org/10.4060/ca4730ru>. – Дата доступа: 28.04.2022.

3 Экономика Беларуси. Рыбный мир [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belarus-economy.by/printv/ru/science-ru/view/rybnyj-mir-977>. – Дата доступа: 28.04.2022.

4 *Aeromonas veronii* infection in commercial freshwater fish: a potential threat to public health / T. Li (et al.) // *Animals*. – 2020. – Vol. 10. – P. 1–11.

5 Austin, B. Bacterial Fish Pathogens. Disease of Farmed and Wild Fish / B. Austin, D. A. Austin. – 6th ed. – Switzerland: Springer International Publishing, 2016. – 732 p.

6 EzBioCloud. net [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ezbiocloud.net/>. – Дата доступа: 28.04.2022.

7 Fish disease under the microscope [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.worldfishcenter.org/pages/fish-disease/>. – Date of access: 28.04.2022.

8 National Center for Biotechnology Information [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. – Дата доступа: 28.04.2022.

9 Parte, A. C. LPSN – List of prokaryotic names with standing in nomenclature / A. C. Parte // *Nucleic Acids Res.* – 2014. – Vol. 42. – P. 613–616.

10 The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 [Electronic resource]. – FAO: Rome, 2020. – Mode of access: <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>. – Date of access: 28.04.2022.

S. I. Leanovich¹, E. V. Maksimyuk², S. M. Degtyarik², A. V. Sidarenka¹

IDENTIFICATION OF AEROMONADS CAUSING FISH DISEASES IN FISH FARMS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

¹ *Institute of Microbiology of the NAS of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
a_sidarenka@mbio.bas-net.by*

² *Republican Daughter Unitary Enterprise «Fish Industry Institute»,
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The paper provides the analysis of species composition of Aeromonas causing infectious diseases of fish in fish farms in the Republic of Belarus. An estimate of the prevalence of Aeromonas species is given. The data received can be used to adjust the methods for detection of fish pathogens and to select a set of measures for the treatment and prevention of diseases.

Keywords: aquaculture, bacterial diseases of fish, bacterial fish pathogens, aeromonads.

Р. А. НЕНАШЕВ¹, С. А. КАЛИНИЧЕНКО¹, В. В. ГОЛОВЕШКИН¹, М. А. ШАБАЛЕВА²

ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ ¹³⁷Cs И ⁹⁰Sr В ВОДОЕМЫ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ С ЖИДКИМ ПОВЕРХНОСТНЫМ СТОКОМ

¹Полесский государственный радиационно-экологический заповедник,
г. Хойники, Республика Беларусь,
rt@tut.by

²Гомельский государственный медицинский университет,
г. Гомель, Республика Беларусь

Проведен анализ распределения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr по компонентам водных экосистем двух замкнутых водоемов зоны отчуждения ЧАЭС. Дана оценка поступления радионуклидов в водоемы с территории водосбора с жидким поверхностным стоком.

Ключевые слова: радионуклид, водоем, сток, загрязнение, пресноводный, водосбор.

Введение. После катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглись водоемы бассейна реки Припять. В настоящее время продолжается процесс поступления радионуклидов в водоемы за счет поверхностного смыва с водосборной территории. При этом интенсивность вторичного загрязнения водоемов определяется плотностью радиоактивного загрязнения, гидрологическим режимом водоемов, почвенно-растительными условиями территории водосбора. Особенно остро проблема вторичного радиоактивного загрязнения стоит в отношении многочисленных замкнутых, бессточных водоемов [1]. Исходя из этого, целью исследований являлось определение интенсивности вторичного загрязнения водоемов зоны отчуждения посредством жидкого поверхностного стока.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на двух модельных водоемах, находящихся в окрестностях бывшего населенного пункта (б. н. п.) Масаны, на территории Хойникского участка Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Ниже приведено краткое описание обследуемых водоемов.

Озеро Персток – естественный бессточный пойменный водоем, расположен в 3 км от русла р. Припять и в 10 км в северо-западном направлении от ЧАЭС. Площадь – 0,1 км². Средняя глубина – 1,84 м. Площадь водосбора составляет 1,5 км². Является замкнутым, эвтрофным водоемом с сильной степенью зарастания. Подпитывается в основном за счет паводковых и грунтовых вод, а также атмосферных осадков. Донные отложения в прибрежной части представлены илом опесчаненным с органическими остатками и прослойками торфа, в центральной части – сапропелем тонкодетритовым с включениями неразложившейся органики. Мощность отложений составляет около 0,5 м.

Борщевское затопление было образовано после перекрытия дамбой Погонянского канала в 1993 году, в результате чего оказались затоплены залежные земли, а также мелиоративные системы между б. н. п. Масаны и Борщевка. С течением времени затопленные территории превратились в мелководный замкнутый водоем болотного типа. Южная оконечность водоема расположена в 14 км к северу от ЧАЭС. В соответствии с данными лесоустройства средняя площадь затопления составляет 11,8 км². Площадь водосбора составляет 54 км². Максимальные глубины водоема приурочены к руслам бывших мелиоративных каналов и достигают 1,5–2 м, на затопленных залежных землях уровень воды составляет в среднем 60 – 110 см. Берега территории затопления не сформированы, встречаются заторфованные участки, заросшие ивой, черной ольхой, березой, на возвышениях сосной. Следует отметить, что акватория Борщевского затопления находится на бывших сельскохозяйственных угодьях. Поступление радионуклидов

в поверхностные воды Борщевского затопления происходит непосредственно из почвенного слоя затопленных залежных земель.

Донные отложения отбирали на глубине 0,5 и 1,5 м трубчатым отборником диаметром 6 см и высотой рабочей части 25 см. Для определения уровней загрязнения территории водосбора вдоль береговой линии проводился отбор проб почвы на расстоянии 5-10 м от уреза воды стандартным пробоотборником диаметром 5 см на глубину 20 см. Мониторинг мощности эквивалентной дозы (МЭД) на реперных точках береговой линии указанных водоемов и отбор проб воды проводился 1 раз в 10 дней в течение марта-ноября. После подготовки проб к анализу в них измерялась удельная активность ^{137}Cs методом гамма-спектрометрии, ^{90}Sr – инструментальным или радиохимическим методом.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 1 приведены результаты радиологического обследования территории водосбора и компонентов водных экосистем модельных водоемов.

Таблица 1 – Содержание радионуклидов в компонентах экосистем модельных водоемов

Показатель	Оз. Персток		Борщевское затопление	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Почва водосбора, кБк/м ²	2650±334	467±90	2222±287	804±105
Вода, Бк/л	7,8±0. 2	15,4±0. 8	2,7±0,2	4,7±0. 6
Донные отложения, кБк/м ²	848±207	317±49	891±165	121±35
Мощность эквивалентной дозы (берег), мкЗв/ч	1,61±0,03		1,36±0,09	

Как видно из полученных данных, радиоактивное загрязнение обследованных водоемов сохраняется на достаточно высоком уровне, причем если почва водосбора и донные отложения характеризуются близкими величинами плотности загрязнения ^{137}Cs , то в отношении ^{90}Sr наблюдаются более высокие значения в донных отложениях озера Персток. При анализе поверхностных вод выявлены значительные отличия по степени загрязненности радионуклидами. Так, в водах оз. Персток удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr превышает эти показатели для Борщевского затопления в 2,9 и 3,3 раза соответственно. Очевидно, что данные различия могут быть обусловлены комплексом факторов, например, различиями в составе донных грунтов и формах нахождения в них радионуклидов. В таблице 2 представлены параметры, характеризующие интенсивность процесса смыва радионуклидов водосборной территории с жидким поверхностным стоком. Для расчетов использовались данные по среднегодовому количеству осадков на местности за последние 10 лет и экспериментально установленные коэффициенты смыва растворимых форм ^{137}Cs , ^{90}Sr для дерново-подзолистых почв 30-км зоны ЧАЭС [2]. Коэффициент смыва вычисляется как отношение активности радионуклида, смытой в течение года с водосбора к активности, содержащейся на этом водосборе до начала смыва. Используемые при расчетах средневзвешенные величины коэффициентов смыва, нормированные на 1 мм жидкого стока, составляют $1,0 \times 10^{-5}$ и $1,6 \times 10^{-4}$ для ^{137}Cs и ^{90}Sr соответственно. Среднегодовой жидкий сток определялся, как произведение годового количества осадков (600 мм/год), коэффициента жидкого стока для супесчаных дерново-подзолистых почв (0,04) и площади водосбора (для озера Персток и Борщевского затопления 1,5 км² и 54 км² соответственно). Из представленных в таблице данных видно, что суммарный вынос как ^{137}Cs , так и ^{90}Sr определяется прежде всего подвижностью радионуклида и содержанием их мобильных форм в почве водосбора, а также площадью водосбора. Ежегодное уменьшение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах водосбора за счет естественного смыва характеризуется низкими темпами и составляет в среднем 0,02 и 0,38% от общего депонированного количества этих радионуклидов.

Исследованиями, проведенными на территориях Украинского Полесья со сходными почвенно-растительными условиями [3] вынос радиоактивности в водоемы. в процессе смыва имеет аналогичные величины. Интенсивность поверхностного смыва ^{90}Sr как правило в 3–5 раз выше, чем ^{137}Cs , но не превышает 1 %. Именно поэтому процессы снеготаяния и дождей даже через десятки лет после аварии не уменьшили существенно общее количество радионуклидов на водосборных территориях, а также не привели к значительному вторичному загрязнению водных систем. Прежде всего это касается короткоживущих радионуклидов, а также ^{137}Cs , и ^{90}Sr . Скорость снижения их содержания в почвах вследствие физического распада выше, чем уменьшение их количества при смыве в водные экосистемы. В отношении трансурановых элементов с длительным периодом полураспада вероятнее всего обратная ситуация. Очевидно, что со временем вторичное загрязнение трансурановыми элементами замкнутых водоемов зоны отчуждения за счет поверхностного смыва будет только увеличиваться.

Таблица 2 – Вынос радионуклидов с территории водосбора в водоемы с жидким поверхностным стоком

Параметр		Оз. Персток		Борщевское затопление	
		^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Средний годовой вынос радионуклидов с территории водосбора	Бк/год	$5,70 \times 10^8$	$2,29 \times 10^9$	$3,02 \times 10^{10}$	$7,68 \times 10^{10}$
	%	0,02	0,38	0,02	0,38
Годовое поступление радионуклидов в водоем относительно имеющейся активности в водоеме, %		0,38	6,87	0,34	5,53

Заключение. В целом, характеризуя уровни вторичного загрязнения водоемов замкнутого типа необходимо отметить, что в первую очередь этой опасности подвержены небольшие по площади водоемы. Так, относительное поступление со смывом ^{137}Cs и ^{90}Sr в озеро Персток выше значений, полученных для Борщевского затопления. При этом поступление радионуклидов в водоемы с поверхностным стоком зависит от концентрации их мобильных форм в почве водосбора. Наиболее интенсивным является смыв ^{90}Sr , который ежегодно составляет 5,5-6,9 %, от количества, уже содержащегося в водоеме.

Список литературы

1. Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в водных экосистемах белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Р. А. Ненашев [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019 : матер. междунар. науч. -практ. конф., Севастополь, 23–26 сент. 2019 г. / Севастопольский гос. ун-т, ин-т ядерной энергии и промышленности; редкол. : Л. И. Лукина, Н. В. Лямина. – Севастополь, 2019. – С. 1168–1172.
- 2 Garcia-Sanchez, L. Radionuclide entrainment coefficients by wash-off derived from plot experiments near Chernobyl / L. Garcia-Sanchez, A. Konoplev, A. Bulgakov // Radioprotection. – 2005. – Vol. 40. – P. 519–524.
- 3 Smith, J. Radioactivity in aquatic system / J. Smith, O. V. Voitsekhovich, A. V. Konoplev, A. V. Kudelsky // Chernobyl catastrophe and consequences / ed. J. Smith, N. Beresford. – Springer, 2005. – P. 139–190.

R. A. Nenashev¹, S. A. Kalinichenko¹, V. V. Goloveshkin¹, M. A. Shabaleva²

ASSESSMENT OF ¹³⁷Cs AND ⁹⁰Sr TRANSFER INTO THE WATER BODIES OF THE EXCLUSION ZONE WITH SURFACE LIQUID RUNOFF

¹*Polesye State Radiation-Ecological Reserve,
Khoyniki, Republic of Belarus,
rm@tut.by*

²*Gomel State Medicinal University,
Gomel, Republic of Belarus*

Abstract. Analysis of ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr distribution between aquatic ecosystems components of two enclosed waterbodies in Chernobyl NPP exclusion zone was carry out. The evaluation of the radionuclides liquid surface runoff from the watershed into water bodies was estimated.

Keywords: radionuclide, water body, runoff, contamination, freshwater, watershed.

УДК 528. 942

Д. В. НОВИКОВ, В. В. ИВАНОВСКИЙ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕСТ ГНЕЗДОВАНИЯ СКОПЫ (*PANDION HALIAETUS*) НА ТЕРРИТОРИИ ГЛУБОКСКОГО, УШАЧСКОГО И ДОКШИЦКОГО РАЙОНОВ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

*Витебский государственный университет им. П. М. Машерова,
г. Витебск, Республика Беларусь,
novikau.d@mail.ru*

В работе представлена методика по поиску потенциальных мест гнездования скопы. С помощью стандартного инструментария ГИС MapInfo проанализированы факторы влияющие на выбор существующих гнездовых территорий скопами, обитающими в ряде районов Витебской области. Конечным результатом исследований является определение территорий с необходимым сочетанием факторов среды для возможного гнездования скопы.

Ключевые слова: скопа, ГИС, гнездовые территории, охотничьи угодья, болота, озера.

Скопа (*Pandion haliaetus*), занесённая в Красную книгу Республики Беларусь, в большинстве случаев населяет верховые болота – 91,7 % [1]. При этом, при выборе мест гнездования, она ориентируется на наличие следующих факторов, а именно: оптимального расстояния до потенциальных мест охоты и расстояния до соседних гнёзд конкурентов. В настоящее время на территории анализируемых районов известно 30 гнезд скопы.

Использование ГИС-технологий в наших исследованиях позволили упростить работы по поиску новых гнездовых территорий, о чем свидетельствуют результаты первых подобных опытов в Белорусском Поозерье [2].

Для определения потенциальных территорий, наиболее подходящих для гнездования скопы, используется методика, основанная на многолетнем изучении биологии птиц данной территории и возможностями ГИС-платформ. Потенциальные места, подходящие для расположения гнездовых участков скопы, должны отвечать следующим основным критериям:

- 1 Наличие верхового болота определённой площади.
- 2 Оптимальное расстояние до эвтрофных или мезотрофных озёр.

3 Оптимальное расстояние до рек первого или второго порядка.

4 Безопасное расстояние до ближайших конкурентов.

Исследуемые районы славятся своими водными ресурсами, в их границах отмечено 199 озёр и 76 рек (Глубокский район – 66 озёр и 19 рек, Докшицкий – 10 озёр и 39 рек, Ушачский – 123 озера и 18 рек). Так, потенциальными охотничьими озерами для скопы являются на территории Глубокского района: оз. Шо (729 га), оз. Долгое (200 га), оз. Ивесь (60 га), оз. Псуя (51 га), оз. Белое (53 га), оз. Большой Супонец (42 га); на территории Докшицкого района: оз. Межужол (275 га), оз. Медзозол (223 га); Ушачского района: оз. Большое Уклейно (32 га), Малое Уклейно (9 га). Гидрографическую сеть дополняют реки Березина (протекающая только в Докшицком районе), Пробойница и Черница (притоки Березины), Лидница и Шоша (протекают в Глубокском районе).

Наша методика по нахождению потенциальных мест для гнездования скопы подразумевает поэтапную работу. В начале необходимо отыскать те болота, которые будут соответствовать по площади тем, на которых птицы уже были отмечены на гнездовании. Следующим этапом является анализ угодий, которые птицы могут использовать для охоты. Данная работа предполагает определение расстояния до двух основных мест охоты: рек первого и второго порядка, эвтрофных и мезотрофных озёр.

Картографическую основу для работы составили цифровые топографические карты и лесоустроительные планы лесонасаждений лесничеств исследуемых районов, а также материалы данных дистанционного зондирования Земли. На основе этой информации были конкретизированы границы болот, озёр и рек района исследований.

Работы проводились на базе ГИС-платформы MapInfo Professional.

Выделение болот по их площади осуществлялось в полуавтоматическом режиме. Созданный ранее алгоритм автоматического картографирования, позволил выделить необходимые места на территории изучаемых районов. Далее сверив результат алгоритма и карт лесонасаждений, предоставленных лесничествами, были уточнены границы интересующих нас болот. Результатом служит слой, на котором отмечены границы болот.

Следующим шагом является нахождение площадей верховых болот. Для этого в платформе MapInfo Professional существует функция по нахождению площадей. Таким образом, мы получили площади всех выделенных территорий.

В дальнейшей работе в программе MapInfo Professional использовалась функция *Запрос с условием*, которая позволяет определить территории, где скопы могут гнездиться. Здесь пригодится ранее проведённый анализ болот. Для этого ищем объекты, площадь которых больше или равна 37,35 га.

Всего было отрисовано 265 болота, которые разнообразны по своему размеру начиная с 0,16 га и заканчивая 6967,44 га. Для скоп минимальная площадь болота, где были найдены гнёзда, составила 37,35 га, а максимальная, болото Галики, 6967,44 га (данное болото располагается на границе двух районов). Средняя площадь верховых болот, на которых найдены жилые гнёзда скопы, составила 457,78 га. Для нас интересующим значением будет минимальный размер в 37,35 га, от этой величины осуществлялся поиск потенциальных болот для гнездования скоп.

Используя функцию *Калькулятор расстояний*, нам удалось определить фактическую дистанцию, которую преодолевает птица в поисках пищи.

Так, скопа может охотиться на реках Лидница, Березина, Шоша и Черница. Максимальное расстояние, пролетаемое птицей до рек, составляет 5,11 км, минимальное – 0,73 км, а среднее – 3,29 км. Озера Межужол, Шо, Белое будут являться главными охотничьими угодьями птицы, расстояние до них соответственно максимальное – 12,34 км, минимальное – 0,1 км, среднее – 3,89 км.

Одним из ключевых моментов, при поиске потенциальных мест гнездования птиц, является вычисление площади и диаметра гнездового участка в пределах исследуемой территории.

Во-первых, нами были найдены расстояния между точками гнездования. Для этого используется следующий алгоритм. Встроенный модуль *Калькулятор расстояний* позволяет вычислить и изобразить графически расстояния между гнёзд. Осуществив запрос расстояний обнаружено, что среднее расстояние между жилыми гнёздами составляет 9,51 км. Значит, радиус буферной зоны гнездовой территории будет, в среднем, равен 4,75 км. Площадь гнездовой территории равна, в среднем, 67,69 км².

Для того чтобы удостовериться, что на потенциальных гнездовых территориях у скоп будут охотничьи угодья, необходимо отыскать вблизи верховых болот реки и озёра. В этом ключе хорошим компонентом программы стала функция *Буферные зоны*. Принцип работы её довольно прост, для выбранного объекта задаётся определённое число, это число является радиусом, далее программа автоматически вырисовывает вокруг объекта окружность. Найденные ранее средние расстояния до водоемов и будут являться здесь радиусами.

Для водных объектов строим буферы: для рек радиус будет равен 3,29 км, а до озёр – 3,89 км.

Дальнейший алгоритм достаточно прост. Буферные зоны разных радиусов вокруг водоёмов пересекаются с границами болот (местами потенциального гнездования скопы). Удалив болота площадью менее 37,35 га, получаем территории, удовлетворяющая потребностям птицы для гнездования и охоты.

Таким образом, выявлено 230 потенциальных территорий для гнездования скопы. На территории Глубокского района выявлено 33 потенциальных мест гнездования скопы, на территории Докшицкого района 149 таких места, а на территории Ушачского района 48 мест.

Следует иметь в виду, что количество потенциальных гнездовых территорий, это не количество гнёзд, которое зависит уже от рыбопродуктивности водоёмов. Естественно, возникает вопрос, а как проверить эти теоретические расчёты. Это можно выяснить путём тщательного обследования выделенных верховых болот. Есть и более быстрый метод проверки достоверности полученных результатов – это сооружения искусственных гнездовий на потенциальных гнездовых территориях. В ряде случаев здесь скопам трудно найти подходящих сосен с плоской архитектурой кроны.

Таким образом, на территории Глубокского района выявлено 33 потенциальных мест гнездования скопы, на территории Докшицкого района 149 таких места, а на территории Ушачского района 48 мест. В ходе выполненной работы, используя ГИС, был проведен анализ современного состояния и динамики гнездовых предпочтений скопы на территории Глубокского и Докшицкого районов, выявлены основные особенности территории и факторы среды, определяющие места гнездования данного вида. В результате, нами построены ряд карт, среди которых итоговой можно считать карту «Места потенциального гнездования скопы», которая позволит уточнить количественные и территориальные характеристики популяции скопы, а также будет способствовать активизации работ по строительству искусственных гнездовий для оптимальной стабилизации численности этого редкого вида орнитофауны нашей страны.

Список литературы

1 Ивановский, В. В. Хищные птицы Белорусского Поозерья : монография / В. В. Ивановский. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2012. – 209 с.

2 Ивановский, В. В. Опыт выявления потенциальных мест гнездования хищных птиц с использованием ГИС-технологий (на примере дербника *Falco columbarius*) / В. В. Ивановский, А. Б. Торбенко, Д. В. Новиков // Русский орнитологический журнал, 2021. – Том XXX. – №. 2024. – С. 217–226.

D. V. Novikov, V. V. Ivanovsky

**IDENTIFICATION OF POTENTIAL NESTING SITES
OF THE OSPREY (PANDION HALIAETUS)
ON THE TERRITORY OF GLUBOKOE, USHACHSKY AND DOKSHITSKY DISTRICTS**

*Vitebsk State University named after P. M. Masherov,
Vitebsk, Republic of Belarus,
novikau.d@mail.ru*

Abstract. The paper presents a methodology for finding potential nesting sites of the osprey. With the help of the standard GIS Mapinfo toolkit, the factors influencing the choice of existing breeding territories by ospreys living in a number of districts of the Vitebsk region are analyzed. The final result of the research is to determine the territories with the necessary combination of environmental factors for the possible nesting of the osprey.

Keywords: osprey, GIS, breeding grounds, hunting grounds.

УДК 502. 52:504. 5:338. 45:622(476. 1-37Солигорск)

А. И. ПАВЛОВСКИЙ, О. В. ШЕРШНЁВ, В. Л. МОЛЯРЕНКО, С. В. АНДРУШКО

**СОСТОЯНИЕ ДЕПОНИРУЮЩИХ И ТРАНЗИТНЫХ СРЕД
В ПРЕДЕЛАХ СОЛИГОРСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА**

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
airpavlovsky@mail.ru*

Рассмотрены закономерности загрязнения депонирующих (почвы, поверхностные грунты, донные отложения) и транзитных сред (водная и воздушная среды) в пределах одного из основных горно-промышленных производств Республики Беларусь – Солигорский горнопромышленный район и зоны его влияния. Установлены закономерности распределения основных загрязняющих веществ в различных средах, наибольшие концентрации компонентов-загрязнителей, а также характер изменения концентраций.

Ключевые слова: депонирующие среды, транзитные среды, Солигорский горнопромышленный район, экологическая геология, геохимические барьеры, уровень загрязнения.

Большие объемы образования и накопления отходов производства связаны с переработкой минерального сырья. Прежде всего это относится к галитовым отходам и шламам ОАО «Беларуськалий», соответственно наибольший уровень загрязнения депонирующих и транзитных сред характерен для Солигорского горнопромышленного района [1, 2, 4].

К депонирующим средам относят почвы, поверхностные грунты, донные отложения, поверхностные и подземные воды и т. д. К транзитным – в основном водную и воздушную среду. Механизмы транзита и накопления загрязняющих веществ отличаются значительным своеобразием и во многих случаях недостаточно изучены. Для каждого из них характерна своя миграционная способность, транспортировка и накопление, переход в связанное состояние. В районах добычи и переработки полезных ископаемых формируются техногенные формы рельефа (карьеры, отвалы, пруды-отстойники и др.), которые коренным образом изменяют сложившуюся пространственно-временную структуру перераспределения вещественно-энергетических потоков, не учитывают геохимические барьеры, в результате образуются своеобразные поля распространения и накопления загрязняющих веществ.

Загрязнение атмосферного воздуха на Старобинском месторождении прежде всего связано с пылевыми выбросами образующихся в процессе сушки и гранулировании концентрата хлористого калия, а также на ТЭЦ. Вещественный состав выбросов представлен диоксидом серы, диоксидом азота, оксидом углерода, хлористым калием и другими загрязнителями. Несмотря на рост объемов производства за период 1990–2017 гг. наблюдается тенденция десятикратного сокращения валовых выбросов загрязняющих веществ (рисунок 1).

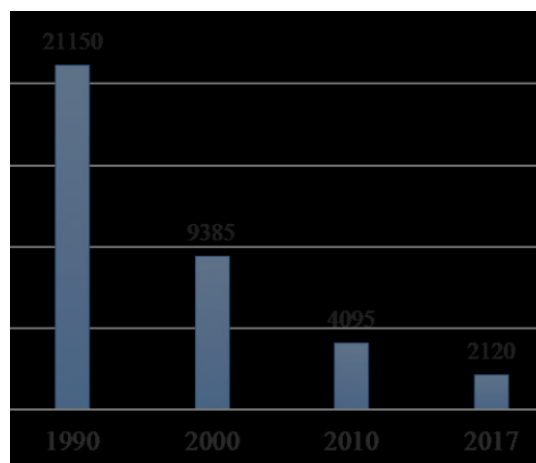


Рисунок 1 – Динамика валовых выбросов загрязняющих веществ ОАО «Беларуськалий»

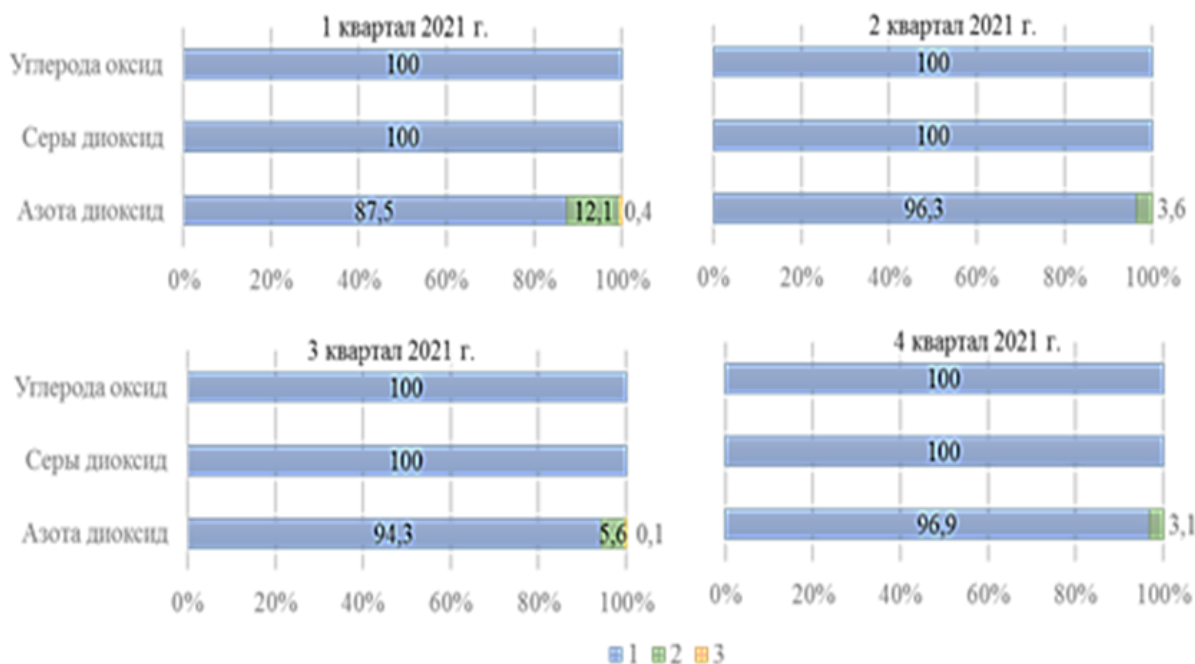
Многолетние мониторинговые исследования атмосферного воздуха показывают, что основными территориями риска по загрязнению атмосферного воздуха в зоне влияния ОАО «Беларуськалий» являются г. Солигорск, Чижевический и Краснодворский сельские советы (таблица 1).

Таблица 1 – Основные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе населенных пунктов в зоне влияния ОАО «Беларуськалий»

Контролируемый показатель	Концентрация (не более), доли ПДК	Контрольная точка	Источник влияния
Оксид углерода	0,2	г. Солигорск (пр. Мира, 3), д. Погост	ЗРУ
Оксид азота	0,1	д. Радково (Краснодворский с/с)	2РУ
Сероводород	0,9	д. Радково (Краснодворский с/с)	2РУ
Хлористый водород	0,9	д. Чепели (Краснодворский с/с)	2РУ
Аммиак	0,3	д. Погост, д. Томилова гора (Чижевический с/с)	1, ЗРУ
Фенол	0,4	д. Погост, д. Томилова гора (Чижевический с/с)	1, ЗРУ
Формальдегид	0,9	д. Издрашево (Краснодворский с/с), д. Погост (Чижевический с/с)	ТЭЦ, ЗРУ

Примечание - Составлено по данным [3].

За период 2015–2021 гг. прослеживается тенденция снижения среднегодовых концентраций углерода оксида и серы диоксида. В то же время в течение года проявляется периодическое изменение концентраций отдельных загрязняющих веществ, в целом не превышающих установленные нормативы (рисунок 2) [4].



1 – очень хороший, 2 – хороший, 3 – умеренный

Рисунок 2 – Распределение значений ИКАВ (%) в 2021 г. в г. Солигорск (район ул. Северная). Составлен по данным [5, 6]

В целом наблюдается тенденция снижения загрязнения атмосферного воздуха, что, по-видимому, связано с реализацией воздухоохраных мероприятий. По большинству показателей загрязнение воздуха в г. Солигорск и его окрестностей не достигает уровней ПДК.

Анализ динамики концентраций загрязняющих веществ в почвах указывает на снижение их средних и максимальных значений для нитратов. Для остальных анализируемых ингредиентов наблюдается либо поступательный рост концентраций, но которые не превышают ПДК (за исключением нефтепродуктов и цинка), либо периодическое возрастание и снижение в разные годы.

Из всех анализируемых химических ингредиентов наибольшее загрязнение вызвано нефтепродуктами, концентрация которых превышает фоновые значения в 5–10 раз и составляет более 1 ПДК. Встречаемость их также самая высокая и составляет 20 % (рисунок 3).

Анализ загрязнения почв г. Солигорска тяжелыми металлами показал отсутствие превышений ПДК, кроме цинка в 2010 и 2013 гг. Их средние концентрации незначительно превышают фоновые в 2,0–2,5 раза.

Поверхностные воды Солигорского горнопромышленного района относятся к бассейнам рр. Случь (с ее правым притоком р. Морочь) и Оресса. Анализ гидрохимического состояния поверхностных вод проводился на основании данных Национальной системы мониторинга окружающей среды [6].

Среди исследуемых рек к наиболее загрязненным относится р. Морочь, в воде которой наблюдается превышение ПДК практически по всем анализируемым химическим ингредиентам за период 2016–2020 гг. (рисунок 4).

Современное состояние вод Солигорского водохранилища можно оценить на основании данных мониторинга. Анализ гидрохимических показателей указывает на то, что для пяти из них (ХПК_{Cr}, БПК₅, железо, медь и СПАВ) имеет место превышение допустимых концентраций (таблица 2). При этом для ряда показателей обнаруживаются повышенные концентрации в верховье водохранилища и их снижение к приплотинной его части, а для другой группы показателей наблюдается противоположная закономерность.



Рисунок 3 – Содержание контролируемых химических ингредиентов в почвах г. Солигорск. Составлен по данным [5]

Среднегодовые концентрации растворенного кислорода в воде свидетельствовали о нормальном кислородном режиме водохранилища. Повышенные значения бихроматной окисляемости воды (XPK_{Cr}) в целом коррелировали с избыточным содержанием легкоокисляемых органических веществ (BPK_5), что наиболее характерно для средней и нижней части водохранилища.

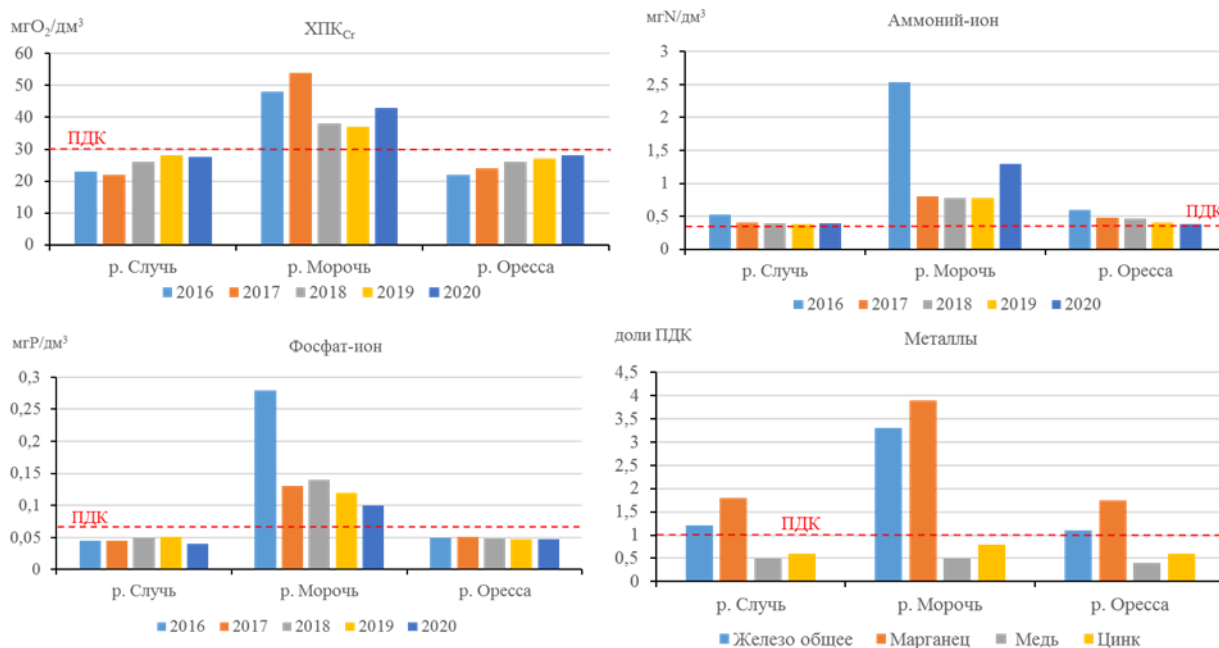


Рисунок 4 – Содержание контролируемых химических ингредиентов в реках Солигорского района. По данным [7]

Таблица 2 – Состояние вод Солигорского водохранилища по гидрохимическим показателям за 2017 г. составлено по данным [5, 6]

Наименование ингредиента и показателя	ПДК	Верхняя часть водохранилища 3,0 км по А 35° от в/п*	Средняя часть водохранилища 10,0 км по А 190° от в/п	Нижняя часть водохранилища 4,5 км по А 145° от в/п
		Значения ингредиента или показателя		
Взвешенные вещества, мг/дм ³	–	3,6	12,6	9,9
Растворенный кислород, мгО ₂ /дм ³	≥6 летом	8,7	11,0	12,1
ХПК _{Cr} , мгО ₂ /дм ³	30,0	45,3	49,3	50,8
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3,0	2,0	4,1	4,0
Аммоний-ион, мгN/дм ³	0,39	0,07	0,08	0,04
Нитрит-ион, мгN/дм ³	0,024	0,018	0,019	0,021
Фосфат-ион, мгP/дм ³	0,066	0,030	0,018	0,017
Железо, мг/дм ³	0,1	0,653	0,581	0,509
Медь, мг/дм ³	0,001	0,0013	0,0023	0,0016
Цинк, мг/дм ³	0,01	0,005	0,009	0,005
Никель, мг/дм ³	0,01	0,0016	0,0016	0,0016
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,05	0,020	0,019	0,015
СПАВ, мг/дм ³	0,005	0,03	0,01	0,02
Гидрохимический статус		Отличный	хороший	хороший

* в/п – водомерный пост.

Оценка вклада других компонентов в структуру загрязнения водоема свидетельствует о превышении ПДК по железу (5,0–6,5 ПДК), СПАВ (2,0–6,0 ПДК), (1,3–2,0 ПДК). Повышенные значения, составляющие 0,8–0,9 ПДК, наблюдаются и для нитрит-иона. Гидрохимический статус вод для различных участков водохранилища определен в соответствии с ТКП 17. 13-21-2015 оценивался как хороший и отличный.

Таким образом, для анализируемых химических ингредиентов наблюдается неоднородность пространственной структуры загрязнения, что, обусловлено спецификой источников загрязнения, функциональным назначением территории и ландшафтными условиями. Интенсивность и пространственное распределение загрязнения в депонирующих и транзитных средах зависит, в основном, от степени химического воздействия и его длительности.

Список литературы

1 Шершнев, О. В. Анализ пространственной дифференциации строения зоны аэрации в зоне влияния Гомельского химического завода / О. В. Шершнев, А. И. Павловский, А. Ф. Акулевич // «Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды»: сборник материалов V международной научно-практической конференции, 27–29 сент. 2021 г. – Брест : БрГУ, 2021. – Ч. 2. – С. 164–137.

2 Коцур, В. В. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена на территории влияния Гомельского химического завода : дис. ... канд. геол.-минер. наук: 25. 00. 09 / В. В. Коцур. – Минск, 2004. – 256 с.

3 Здоровье населения и окружающая среда Солигорского района: задачи по достижению целей устойчивого развития, 2019. – Солигорск : ГУ «Солигорский зональный центр гигиены и эпидемиологии», 2020. – 223 с.

4 Лысухо, Н. А. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду / Н. А. Лысухо, Д. М. Ерошина. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. – 210 с.

5 Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2019 год. – Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – 2020. – 452 с.

6 Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2020 год. – Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – 2021. – 591 с.

7 Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2018 год. Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – 2019. – 476 с.

A. I. Pavlovsky, O. V. Shershnev, V. L. Molyarenko, S. V. Andrushko

THE STATE OF DEPOSITORY AND TRANSIT ENVIRONMENTS WITHIN THE SOLIGORSK MINING REGION

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
aipavlovsky@mail.ru*

Abstract. Cases of detection of cases of occurrence of depositing (soil, hazardous soils, bottom sediments) and transit media (water and air) within one of the main mining and industrial production of the Republic of Belarus - the Soligorsk mining region and its study are excluded. Cases of distribution of the main pollutants in various environments, an increase in the concentration of pollutant components, as well as changes in the nature of concentrations have been established.

Keywords: deposit media, transit media, Soligorsk mining region, ecological geology, geochemical barriers, destruction level.

УДК 504. 064

Р. Д. ПЕРЕВОЩИКОВ, Е. А. МЕНЬШИКОВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K В ПОЧВАХ В РАЙОНЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ (ПЕРМСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)

Естественнонаучный институт

*ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Российская Федерация,
rperevoshnikov@bk.ru*

В работе представлена оценка активности естественных радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K в почвах территории разработки Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей, где расположены также и объекты нефтедобычи. Полученные результаты показали, что радиационная обстановка на изучаемом участке месторождения соответствует безопасной категории.

Ключевые слова: калийные соли; углеводороды; естественные радионуклиды; почва; радий; торий; калий.

При разработке месторождений полезных ископаемых неизбежным является возрастающее влияние техногенных факторов и радиационного загрязнения на основные природные среды, а также благополучную санитарно-эпидемиологическую обстановку. Разрабатываемые месторождения могут быть источником поступления различных естественных радионуклидов [6, 8, 9, 14]. В частности, при разработке Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС) в окружающую среду происходит поступление ^{40}K . Согласно опубликованным данным, калийные удобрения являются источником поступления ^{40}K , на долю которого приходится около 0,012 % от всего количества калия [10]. Природный калий представляет собой смесь трех изотопов ^{39}K , ^{40}K , ^{41}K , при этом только ^{40}K является радиоактивным. Это природный радионуклид несерийного происхождения, который присутствует повсюду на Земле. В пределах территории ВКМКС в подсолевых отложениях открыто 12 месторождений нефти, 7 из которых разрабатываются.

Разработка нефтяных и газовых месторождений часто связана с химическим и радиационным загрязнением. При добыче углеводородов основными источниками воздействия являются промышленные объекты, трубопроводы, транспортные средства и хозяйственно-бытовая деятельность на территории нефтепромыслов.

Нефть, газ и пластовые воды за счет контакта с вмещающими породами, процессов растворения и обмена обогащены различными химическими соединениями, тяжелыми металлами и естественными радионуклидами (ЕРН). Величину радиоактивности нефти, газа и пластовых вод оценивают через определение содержания естественных радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th . Согласно опубликованным данным, вблизи устьев скважин, в местах скопления нефтешламов, в районе факелов на нефтяных и газовых предприятиях наблюдается повышенный радиационный фон в результате выноса на дневную поверхность целого ряда естественных и антропогенных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs , ^{90}Sr и др.). Особую опасность представляют аварийные разливы нефти и пожары, случающиеся как на самих месторождениях, так и во время транспортных операций [4].

Поступление ^{226}Ra , ^{222}Rn и продуктов их распада при добыче нефти и природного газа превосходит эмиссию ^{222}Rn за счет сжигания угля и ядерной энергетики. Общее радиоэкологическое воздействие нефтепромыслов на окружающую среду в тысячи раз превышает воздействие АЭС [1, 2, 3, 7].

Целью данного исследования является оценка активности естественных радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K в почвах территории разработки месторождения калийных солей, а также оценка характера и степени воздействия объектов нефтедобычи на радиационную обстановку.

Для оценки радиационной опасности в пределах изучаемого участка был проведен отбор проб почв для гамма-спектрометрического анализа и измерена мощность AMBIENTного эквивалента дозы непрерывного гамма-излучения (МЭД). Всего отобрано 42 пробы почв методом прикопок из верхнего почвенного слоя (интервал 0-0,2 м). Исследования выполнялись согласно требованиями действующих нормативных документов МУ 2.6.1.2398-08, НРБ-99/2009 (СанПиН 2.6.1.2523-09). Нормирование воздействия ЕРН в соответствии с требованиями НРБ-99/2009 проводится по расчетной величине удельной эффективной активности Аэфф, которая характеризует суммарную удельную активность естественных радионуклидов в исследуемом материале, определяемую с учетом их биологического воздействия на организм человека (Бк/кг).

В рамках выполнения гамма-съемки проведена рекогносцировка, детализированы природные условия территории с уточнением мощности и характера рыхлых отложений, определен их гамма-фон. Для работы использовался поисковый дозиметр-радиометр МКС/СРП-08А. Для 42 почвенных проб в лабораторных условиях проведены исследования удельной активности природных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K). Гамма-спектрометрические измерения проб проводили на сцинтилляционном гамма-спектрометре МКС-01А «МУЛЬТИРАД» (Россия).

Для энергетической калибровки спектрометра использован контрольный источник на основе ^{137}Cs и ^{40}K . Источник представляет собой сосуд Маринелли объемом 1 л, заполненный КСl, закрытый крышкой, в основании которого имеется цилиндрическое углубление, где закреплен источник ^{137}Cs (диск диаметром 29 мм, в центре которого находится активное пятно, герметизированное двумя полиамидными пленками толщиной по 50 мкм). Активность источника составляет 1500 Бк, погрешность (при доверительной вероятности 0,95) составляет 20%. В образцах почвы перед измерением прокаливанием удалена их органическая часть, образцы были перемешаны и помещены в сосуд Маринелли до отметки 1 л.

Почва – это один из главных компонентов природной среды. Загрязненные почвы оказывают отрицательное влияние на все контактирующие среды (вода, воздух) и биологические объекты [4]. Разрабатываемые калийные руды являются источником поступления в окружающую среду ^{40}K .

Естественные радионуклиды ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , содержащиеся в горных породах, при добыче углеводородов выносятся на поверхность. Уровень радиоактивного загрязнения промыслового и технологического оборудования определяется, в первую очередь, изотопами ^{226}Ra и ^{228}Ra , содержащимися в сопутствующих пластовых водах месторождений [5].

Таблица – Активность ЕРН в почвах территории исследований и различных территорий мира, Бк/кг

Величина активности Бк/кг	Активность ЕРН территории исследования (среднее значение для 42 проб)	Китай [15]	США [15]	Египет [13]	Бразилия [13]	Среднемировые показатели (среднее значение) [15]
A_{Ra}	6,2-36,1 (15,7)	1-360	4-130	31-40	29,2	16-116 (33)
A_{Th}	0,5-28,1 (9,0)	2-690	4-140	52-61	47,8	7-50 (45)
A_{K}	19,9-562 (273,0)	9-1800	100-700	3149-3210	704	100-700 (420)

В таблице представлены результаты измерений содержания ЕРН в пределах изучаемого участка и опубликованные данные по различным территориям мира. Согласно полученным результатам исследований в почвах на рассматриваемой территории ВКМКС присутствуют единичные значения для ^{226}Ra , превосходящие среднемировые значения (отмеченный уровень превышения до 9%), а также единичные превышения среднемировых значения для ^{40}K (диапазон превышений 2-25%). При этом активность ^{232}Th (A_{Th}) в почвах исследуемой территории значительно меньше среднемировых показателей и значений удельной активности для других исследованных территорий мира.

На рисунке показано частотное распределение удельной активности ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K в почвенных пробах исследованной территории. Обобщенные результаты демонстрируют, что для ^{226}Ra диапазоны значений большинства проб лежат в пределах 7–14 Бк/кг. и 14–21 Бк/кг (или 38% и 33% соответственно).

Для ^{232}Th большинство проб (54,8%) приходится на диапазон 0–7 Бк/кг. Для ^{40}K наиболее часто встречаются значения в диапазоне 200-300 Бк/кг (33% проб), а значения 100-200 Бк/кг и 300-400 Бк/кг (21,4 %) имеют одинаковую частоту повторений.

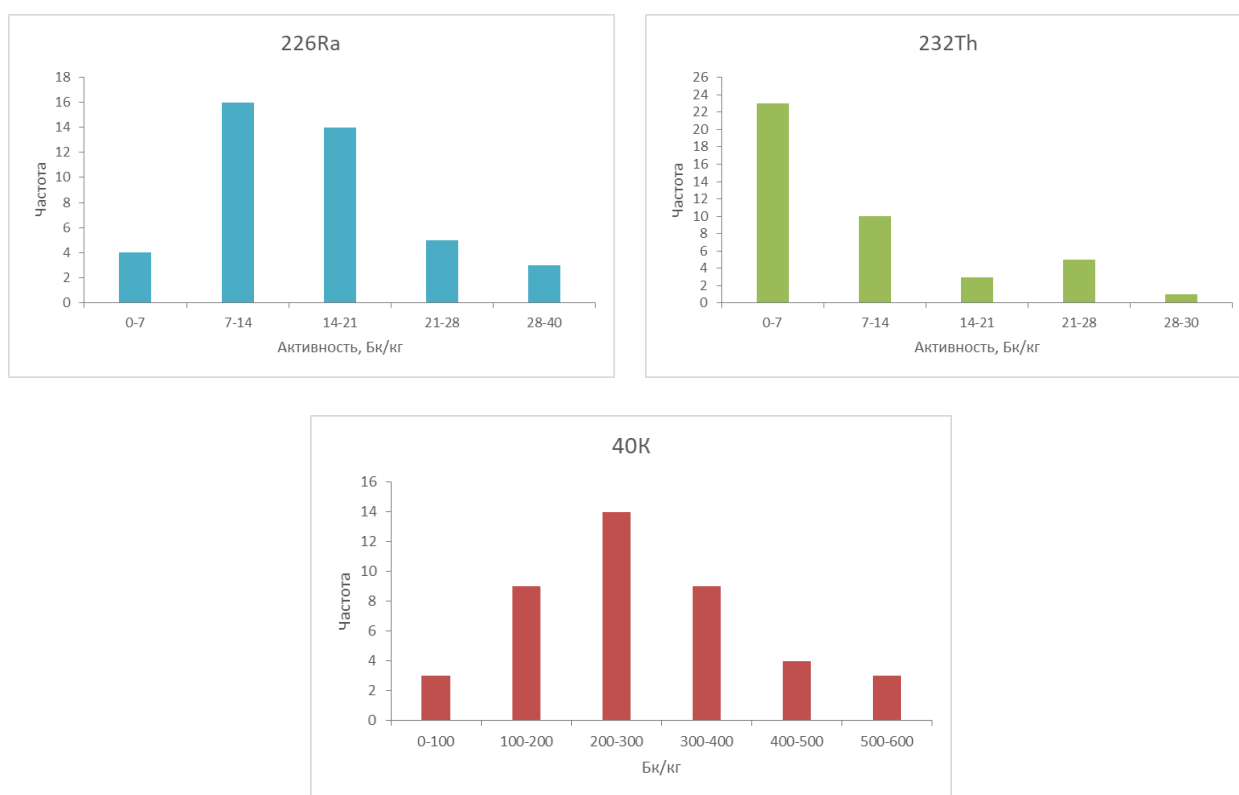


Рисунок – Частотное распределение ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K в почвенных пробах

Одним из параметров, характеризующим радиационную обстановку территорий, является радиогеохимическая характеристика компонентов окружающей среды Аэфф. Согласно опубликованным исследованиям [11, 12] градация значений Аэфф по уровню опасности характеризуется следующими значениями (в Бк/кг): особо опасный уровень – более 3300; опасный – 1101-3300; потенциально опасный – 101-1100; безопасный – менее 100 [8]. Для территории исследования диапазон значений Аэфф составляет 19–108 Бк/кг, среднее значение суммарной удельной активности ЕРН для почвенного покрова составляет 50,6 Бк/кг, что соответствует безопасной категории.

Результаты измерений гамма-излучения на территории исследования находятся в пределах 0,07-0,16 мкЗв/час, что не превышает установленную МЭД для жилых и промышленных территорий (0,3 и 0,6 мкЗв/час соответственно).

Наблюдения за изменением радиационного фона и активностями радионуклидов в настоящее время является важной задачей для оценки радиационной ситуации на промышленных и урбанизированных территориях. Полученные результаты показали, что радиационная обстановка на изучаемом участке месторождения калийных солей соответствует нормам радиационной безопасности НРБ-99/2009. Добыча калийных солей и процесс нефтедобычи не оказывают влияния на радиационную обстановку. Отмечены единичные случаи отклонения удельной активности ^{226}Ra и ^{40}K от среднемировых показателей (не более 9% для ^{226}Ra и 2-25% для ^{40}K). Результаты проведенных исследований могут быть полезны в качестве сравнительной базы для оценки содержания ЕРН на других территориях, использоваться при решении задач радиационного мониторинга, разработки практических рекомендаций для улучшения экологической ситуации.

Список литературы

- 1 Абдрахманов, Р. Ф. Радиоактивные элементы в нефтедобывающих и горнопромышленных системах Южного Урала / Р. Ф. Абдрахманов, Р. М. Ахметов // Новые идеи в науках о Земле: сборник материалов. – М., 2007. – С. 187–189.
- 2 Ахметов, Р. М. Тяжелые металлы и радиоактивные элементы в горнопромышленных отходах Южного Урала и Предуралья / Р. М. Ахметов, Р. Ф. Абдрахманов // Геологический сборник. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. – С. 253–257.
- 3 Ахметов, Р. М. Техногенная деградация почв нефтедобывающих районов южного Предуралья / Р. М. Ахметов, Ш. М. Хусаинов, И. Ю. Лешан // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. – № 5(2). – С. 39–42.
- 4 ОАО НИПИИ «Кировпроект». Организация экологического мониторинга на территории нефтепромыслов Республики Коми / В. Г. Ильницкий [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 1. – С. 28–36.
- 5 Лебедев, В. А. Проблемы обеспечения радиационной безопасности в нефтедобывающей промышленности России / В. А. Лебедев, В. С. Карабута // Молодой ученый. – 2016. – № 1. – С. 257–261.
- 6 Меньшикова, Е. А. Естественные радионуклиды в отвалах Кизеловского угольного бассейна. / Е. А. Меньшикова, С. М. Блинов, Р. Д. Перовщиков // Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сборник трудов IX международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет. Институт наук о Земле. – 2020. – С. 433–437.
- 7 Миниغازимов, Н. С. Охрана и рациональное использование водных ресурсов в нефтяной промышленности : автореф. дис. д-ра техн. наук / Н. С. Миниغازимов. – Екатеринбург, 2000. – 45 с.
- 8 Перовщиков, Р. Д. Естественные радионуклиды (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) в депонирующих средах (территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей) / Р. Д. Перовщиков // Известия Томского политехнического университета. – 2022. – Т. 333. – № 3. – С. 29–38.
- 9 Радиационная оценка почв на территории Верхнекамского месторождения калийных солей // Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформации природной среды: сборник материалов Всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка. – Пермь, 2021. – С. 285–287.
- 10 Рачкова, Н. Г. Состояние в почвах естественных радионуклидов урана, радия и тория / Н. Г. Рачкова, И. И. Шуктомова, А. И. Таскаев // Почвоведение. – 2010. – Т. 6. – С. – 698–705.
- 11 Рихванов, Л. П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии : учебное пособие / Л. П. Рихванов. – Томск, 2009. – 429 с.
- 12 Хайкович, И. М. Классификация месторождений твердых полезных ископаемых / И. М. Хайкович, Н. А. Мац, М. Г. Харламов // Региональная геология и металлогения. – 1999. – № 8. – С. 131–140.

13 Eric Jilbert Mekongtso Nguelem, Maurice Moyo Ndontchueng, Ousmanou Motapon. Determination of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{235}U and ^{238}U activity concentration and public dose assessment in soil samples from bauxite core deposits in Western Cameroon // Mekongtso Nguelem et al. SpringerPlus. 2016. DOI: 10. 1186/s40064-016-2895-9.

14 Menshikova, E. A., Perevoshchikov R. D., Belkin P. A., Blinov S. M. Concentrations of Natural Radionuclides (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) at the Potash Salts Deposit // Journal of Ecological Engineering. 2021. V. 22. I. 3. P. 179 187. DOI:10. 12911/22998993/132544.

15 UNSCEAR. Sources, effects and risks of ionizing radiation. Report to the General Assembly, with annexes. – New York : United nations publication, 2000. – 659 p.

R. D. Perevoshchikov, E. A. Menshikova

DETERMINATION OF ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K IN SOILS IN THE AREA OF THE POTASSIUM SALT DEPOSIT DEVELOPMENT (PERM KRAI, RUSSIA)

*Natural Science Institute of Perm State University,
Perm, Russia,
rperevoshnikov@bk.ru*

Abstract. This paper presents an assessment of the activity of natural radionuclides ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K in the soils of the potassium salt deposit development area and an assessment of the nature and extent of the impact of oil production facilities on the radiation situation. The results obtained showed that the radiation situation in the studied area of the potassium salt deposit corresponds to the safe category.

Key words: potassium salts; hydrocarbons; natural radionuclides; soil; radium; thorium.

УДК 378. 2:621. 039

**Т. А. САВИЦКАЯ¹, И. М. КИМЛЕНКО¹, С. В. ВАЩЕНКО¹,
Д. МОСТАЧЧИ², С. КОМПАНЬО²**

НОВАЯ СЕТЕВАЯ МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА ПО ЯДЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ШАГ К ЭКОСИСТЕМНОМУ ПОДХОДУ В ОБРАЗОВАНИИ

¹*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
savitskayata@bsu.by*

²*Болонский университет,
г. Болонья, Италия,
domiziano.mostacci@unibo.it*

В статье обсуждаются этапы создания в Республике Беларусь новой сетевой магистерской программы по ядерной и радиационной безопасности с учетом требований МАГАТЭ и обновленного Кодекса об образовании, ее особенности, а также проблемы, возникшие в ходе ее создания, и пути их решения.

Ключевые слова: магистерская программа, ядерная и радиационная безопасность, сетевое взаимодействие университетов, проект RADIUM.

В 2021 году в общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Специальности и квалификации» была внесена специальность 1-100 80 01 «Ядерная и радиационная безопасность», а в 2022 году Белорусский государственный университет (БГУ) разработал образовательный стандарт специальности второй ступени высшего образования «Ядерная и радиационная безопасность». Решение об открытии подготовки по этой специальности было принято в результате анализа действующих в Республике Беларусь образовательных программ в области ядерного образования в соответствии с подходами Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), которые подразумевают наличие в стране с действующими атомными электростанциями специалистов в области культуры ядерной безопасности. При этом во внимание были приняты запросы и пожелания организаций-заказчиков кадров (БелАЭС, Департамент по ядерной и радиационной безопасности МЧС Республики Беларусь, научные институты Национальной академии наук, Министерство энергетики Республики Беларусь и других), учтена необходимость развития междууниверситетских коммуникаций, научно-исследовательского и научно-технического сотрудничества между ведущими учреждениями высшего образования Республики Беларусь, т. е. аспекты, прописанные в обновленном Кодексе об образовании.

Отличительной особенностью новой программы является сетевая форма её реализации за счет взаимодействия шести белорусских вузов-партнеров: БГУ, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, Полесский государственный университет, Полоцкий государственный университет и четырех европейских вузов в рамках проекта RADIUM.

С учетом того, что сетевые формы реализации образовательных программ применяются в целях повышения качества образования, расширения доступа обучающихся к современным образовательным технологиям и средствам обучения уже на начальном этапе составления учебного плана специальности 1-100 80 01 «Ядерная и радиационная безопасность» было проведено согласование содержания модулей «Ядерная физика и химия», «Радиационная защита», «Культура ядерной безопасности» и входящих в них учебных дисциплин. Особое внимание было уделено формулировке компетенций для обеспечения эффективной подготовки конкурентоспособных на современном рынке труда специалистов. Далее стало ясно, что для сетевого взаимодействия университетов необходимо не только разработать учебные модули, но и, что очень важно, иметь нормативно-правовую базу, регламентирующую реализацию образовательной программы в сетевой форме. В основе такой базы должно быть разработанное на уровне Министерства образования Республики Беларусь «Положение о реализации образовательных программ в сетевой форме». Она должна также содержать формы приказов о направлении на практику, документы, регламентирующие академическую мобильность студентов и преподавателей и др. При этом необходимо привести в соответствие документы об образовании, которые выдают вузы-партнеры по итогам освоения части образовательной программы, а также необходимо соглашение о взаимном признании этих документов. Заслуживает внимания разработка критериев оценки эффективности действия сетевой программы и её экспертизы. Для вузов-партнеров необходимо будет организовывать регулярное проведение рабочих встреч для обмена лучшими образовательными практиками. Взаимодействие университетов в рамках сетевой программы магистерского образования приведет к совершенствованию современных технологий дистанционного обучения.

В качестве модели для реализации программы базовым вузом был выбран БГУ, из которого будет осуществляться академическая мобильность студентов в другие вузы-партнеры, где будут организованы лабораторные практикумы и радиационно-экологическая практика. В вузах-партнерах также будет осуществляться обучение по отдельным дисциплинам, входящим в состав модулей, как дистанционно, так и очно.

Здесь следует отметить, что привлечение потенциальных работодателей будущих выпускников программы на данном этапе её подготовки было осуществлено только на этапе обсуждения содержания дисциплин, причем их замечания и пожелания были полностью учтены, как, например, увеличение объема информации по правовому законодательству в области ядерной безопасности. В то же время, в 2020 г. международная организация Global Education Futures

опубликовала исследование «Образовательные экосистемы: возникающая практика для будущего образования». Авторы пришли к выводу, что в модернизации существующей системы образования ведущую роль должны сыграть экосистемы. Это будет партнерство различных организаций, например, вузов с компаниями-работодателями, с одной стороны, и школами для привлечения абитуриентов, с другой. Именно такой подход позволит вузам в условиях автоматизации рынка труда, растущей скорости обновления информации, цифровизации знаний и технологий обучения готовить специалистов нового уровня.

С этой точки зрения новую сетевую магистерскую программу по ядерной и радиационной безопасности можно рассматривать как шаг к экосистемному подходу в образовании, поскольку в консорциум университетов включены компании-работодатели (ГНТУ «Центр по ядерной и радиационной безопасности», Объединенный Институт ядерных исследований «Сосны», Технопарк «Полесье» и др.). Однако поскольку в рамках проекта они играют пока роль только ассоциативных членов в будущем целесообразно усилить их участие в процессе подготовки специалистов данной программы магистерского образования.

T. A. Savitskaya¹, I. M. Kimlenka¹, S. V. Vaschenka¹, D. Mostacci², S. Compagno²

NEW NETWORK MASTER PROGRAM FOR NUCLEAR AND RADIATION SAFETY AS A STEP TOWARDS AN ECOSYSTEM APPROACH IN EDUCATION

¹Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
savitskayaTA@bsu.by

²University of Bologna,
Bologna, Italy,
domiziano.mostacci@unibo.it

Abstract. The article discusses the stages of creating a new network master's program in nuclear and radiation safety in the Republic of Belarus, taking into account the requirements of the IAEA and the updated Education Code, its features, as well as the issues that arose during its creation, and ways to solve them.

Keywords: Master program, Nuclear and Radiation Safety, University Networking, RADIUM project.

УДК 579. 68

Н. А. СИДОРОВА, А. А. КУЧКО, Н. А. ЧЕЧКОВА

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ГЕТЕРОТРОФНЫХ СООБЩЕСТВ ПРОКАРИОТ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»,
г. Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация,
fagafon@yandex.ru

Для мониторинга окружающей среды в зоне накопления донных отложений на акватории рыбохозяйственных водоёмов выполнена оценка морфологического состава гетеротрофных групп прокариот. Обнаружено присутствие актиномицетов, клостридий, бацилл, диплобактерий и кокков, соотношение которых в сообществе зависело от глубины залегания и фракционного состава донных отложений.

Ключевые слова: гетеротрофы, донные отложения, морфологическая структура сообщества, рыбохозяйственные водоемы.

При интенсивной эксплуатации естественных водоемов в целях рыборазведения возникает ряд экологических проблем, связанных с нагрузкой на водоем избытка органических загрязнителей аллохтонного и автохтонного происхождения, которые со временем приводят к образованию специфических донных отложений [6, 7]. Как правило, такие отложения характеризуется низкими значениями окислительно-восстановительного потенциала [9], высоким содержанием органики [10], накоплением соединений азота и фосфора [8]. Связанные с донными отложениями изменения физических и химических характеристик дна водоёма вызывают заметные изменения в структуре сообществ гидробионтов [11, 12], включая и микроорганизмы, от численности и видового обилия которых во многом зависит интенсивность минерализации органики [13]. Биохимическая активность микроорганизмов контролирует доступность соединений углерода, азота, фосфора и др. для представителей фитопланктона и бентоса.. Уменьшение биоразнообразия микробных сообществ донных отложений, как правило приводит к снижению буферной емкости грунта [14] и деградации генетического фонда гидробионтов [1]. С целью комплексного исследования биологических свойств физиологически активных сообществ гетеротрофных групп прокариот, способных к минерализации органических веществ донных отложений рыбохозяйственных водоемов, выполнен первичный анализ морфологической структуры сообщества.

В качестве материала для исследования использованы донные отложения рыбохозяйственных водоемов, расположенных на территории Республики Карелии. Микробиологический анализ отобранных образцов выполняли в лабораторных условиях согласно Методики изучения биогеоценозов внутренних водоемов (1975). Выбор гетеротрофных сообществ прокариот для мониторинга окружающей среды в зоне накопления донных отложений на акватории деятельности предприятий по разведению рыбы аргументирован тем, что они легко культивируются на стандартных питательных средах мясопептонном агаре (МПА) и мясопептонном бульоне (МПБ) и являются хорошими индикаторами содержания органических веществ в водоеме. Посевы выполняли из десятикратных разведений донных отложений. Для этого на стерильном часовом стекле делали навеску донных отложений в количестве 100 мг, которую помещали в колбу со 100 мл стерильного физиологического раствора. После перемешивания из колбы отбирали 1 мл жидкости и переносили в пробирку с 9 мл стерильного физраствора и т. д. до десятого разведения. Из последних трех разведений выполняли посевы 1 мл жидкости «глубинным» способом на мясопептонный агар. Выбор температуры $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$. и период культивирования – 48 ч связан с направленным выделением сапрофитов, как наиболее активных участников процесса самоочищения водоема [5]. Для морфологического типирования выделенных культур микроорганизмов использовали метод определения морфологии и тинкториальных свойств выделенных чистых культур бактерий с помощью окраски фиксированных препаратов по Граму. Для окрашивания использовали набор красителей: «Микро-ГРАМ-НИЦФ» (производства Научно-исследовательского центра фармакотерапии (НИЦФ), Россия), предназначенный для дифференциально-диагностической окраски микроорганизмов путем последовательной обработки мазка, взятого из биологического материала, компонентами набора: генцианвиолетом, основным фуксином, Люголем и 96° спиртом. При микроскопии оценивали присутствие бактерий с грамположительным типом клеточной стенки, окрашенных в темно-фиолетовый цвет генцианвиолетом и с грамотрицательным типом - окрашенных в красно-розовый цвет фуксином [Васильев и др., 2003]. Микроскопию выполняли с использованием иммерсионной техники при увеличении $\times 1000$ на биологическом микроскопе «Motic B1-220E-SP» (производство Китай), снабженном цифровой камерой «Moticam T» и программным обеспечением «Motic Images Plus 2. 0» (производство Китай) для вывода изображения наблюдаемого объекта на экран компьютера в режиме реального времени и документирования полученных результатов микроскопического исследования. Посевы гетеротрофных бактерий выполняли в трехкратной повторности. При статистической обработке данных вычисляли среднюю арифметическую. Для обработки полученных результатов использовали статистический модуль Excel 2010.

В результате выполненных исследований получено морфологическое описание гетеротрофной бактериофлоры 13 образцов донных отложений, отличающихся по глубине залегания, слою донных отложений и характеристикам фракций согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 С.11 «Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов» (таблица 1). Среди исследованных образцов донных отложений, минеральные фракции в виде среднего песка с размером частиц 0,25-0,50 мм и фрагментами органической фракции в виде мелкого детрита, установлены только для образцов, полученных с глубины залегания 20 метров. С увеличением глубины залегания отложений соответственно до 30 и 42 м, преобладали глинистые пылеватые минеральные фракции с размером частиц менее 0,05 мм при преобладании органических фракций в виде ила.

Таблица 1 – Характеристика исследованных образцов донных отложений

№. образца	Глубина залегания донных отложений, м	Слой донных отложений, см	Фракции, по ГОСТ 17.1.2.04-77С.11
1	20,0	0 – 4	минеральные фракции в виде среднего песка размером 0,25-0,50 мм и органические фракции в виде мелкого детрита
2		4 – 9	
3		9 – 14	
4	30,0	0 – 2	глинистые пылеватые минеральные фракции размером менее 0,05 мм с преобладанием органических фракций в виде ила
5		2 – 6	
6		6 – 10	
7		10 – 14	
8	14 – 21		
9	42,0	0 – 3	глинистые пылеватые минеральные фракции с размером менее 0,05 мм с преобладанием органических фракций в виде ила
10		2 – 7	
11		7 – 12	
12		12 – 17	
13		17 – 22	

По данным микробиологического анализа в составе гетеротрофного бактериопланктона донных отложений обнаружено присутствие 6 морфотипов прокариот. Это актиномицеты, клостридии, бациллы, диплобактерии, монобактерии и кокки, представленные, в основном, микрококками. Распределение доли морфотипов гетеротрофных сообществ прокариот в зависимости от глубины залегания и слоя донных отложений представлено на нормированных линейчатых диаграммах (рисунки 1-3), используемых для сравнения относительной доли вклада каждой морфологической группы прокариот в общую структуру сообщества. Независимо от размера слоя донных отложений, на 20 метровой глубине их залегания, минимальные значения установлены для диплобактерий. Их доля в общем составе исследуемых гетеротрофов изменялась от 4,2 % (образец 3) до 13,8 % (образец 2). К многочисленным морфотипам можно отнести представителей актиномицетов и бацилл, состав которых для актиномицетов соответствовал 29,5 % (образец 1), а для бацилл – 42,3 % (образец 3).

При увеличении глубины залегания донных отложений до 30 метров обнаружено изменение не только состава фракций донных отложений (таблица 1), но и соотношения доли разных морфотипов гетеротрофных бактерий в структуре сообщества (рисунок 2). При сохранении минимальных значений диплобактерий во всех слоях донных отложений от 1,7 % (образец 8) до 10,6 % (образец 4), увеличилась суммарная доля спорогенных культур в виде факультативно анаэробных бацилл и облигатно анаэробных клостридий – до 52,5 %. На 42-метровой глубине донных отложений доля кокков, монобактерий и диплобактерий во всех слоях отобранных проб снизилась до минимальных значений и изменялась от 0,4 % (кокки – образцы № № 9 и 13 и диплобактерии – образец № 10) до 2,3 % (диплобактерии - образец 11).

Доля бацилл, клостридий и актиномицетов оставалось стабильно высокой во всех образцах и варьировала от 26,4 % для клостридий в образце донных отложений № 11 до 37,8 % для бацилл в образце № 9.

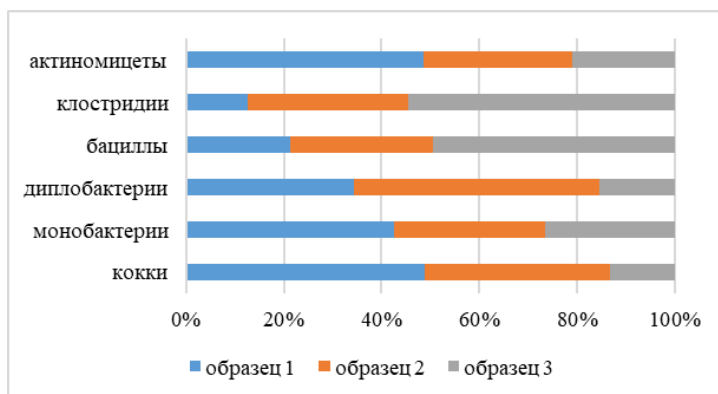


Рисунок 1 – Распределение доли морфотипов гетеротрофных сообществ прокариот на 20 метрах залегания донных отложений

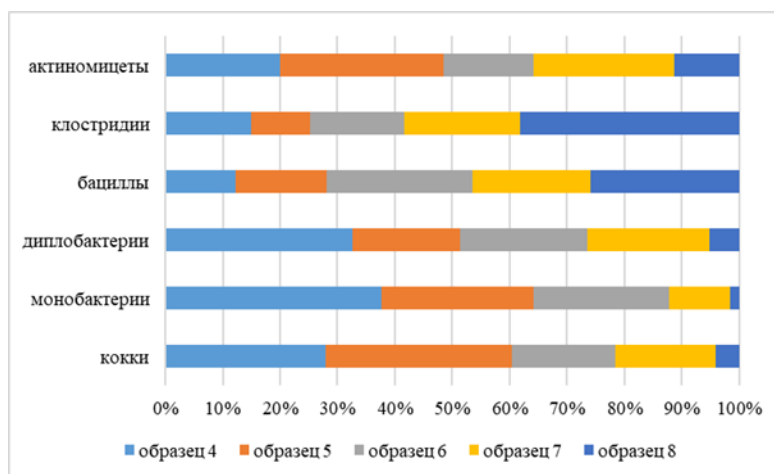


Рисунок 2 – Распределение доли морфотипов гетеротрофных сообществ прокариот на 30 метрах залегания донных отложений

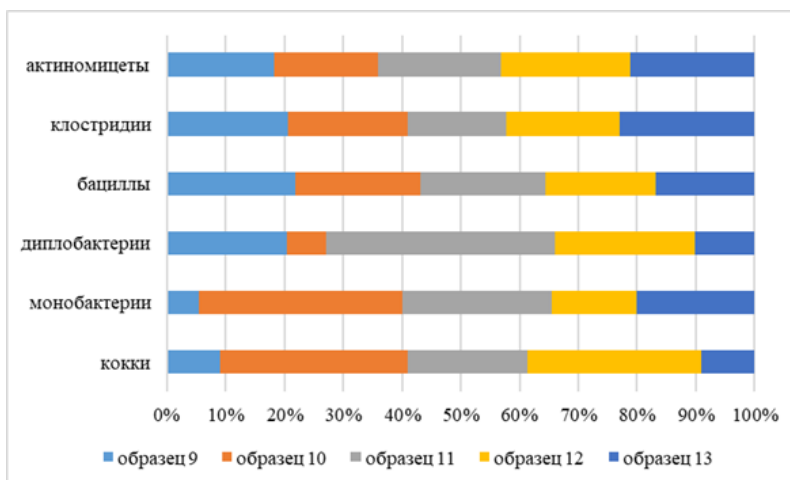


Рисунок 3 – Распределение доли морфотипов гетеротрофных сообществ прокариот на 42 метрах залегания донных отложений

Таким образом, на распределение гетеротрофных сообществ прокариот донных отложений рыбохозяйственных водоемов существенное влияние оказывает глубина залегания донных отложений и их фракционный состав. С увеличением глубины залегания отложений до 30 и 42 метров начинают доминировать спорогенные культуры и актиномицеты, которые активно участвуют в разложении большого спектра органических субстратов, включая высокомолекулярные вещества, которые формируются как интермедиаты микробного происхождения в процессе активной минерализации. Определение морфологического разнообразия микробных культур в составе донных отложений антропогенно измененных водоемов, может в дальнейшем послужить серьезным обоснованием для создания искусственных микробных сообществ, предназначенных для биodeградации органических загрязнителей различного происхождения.

Работа выполнена при поддержке гранта Главы Республики Карелия на 2022 год, проект №. КГРК-21/НЗ-12.

Список литературы

- 1 Влияние ртутного загрязнения на биоразнообразие гетеротрофных бактерий / С. А. Абдраштова [и др.] // Вісник Одеського нац. Університету, 2001. – №. 6, вип. 4. – С. 8–11.
- 2 Методы общей бактериологии : учебно-методическое пособие / Д. А. Васильев [и др.]. – Ульяновск : УлГСА, 2003. – 129 с.
- 3 ГОСТ 17. 1. 2. 04-77 С. 11 «Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов».
- 4 Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – Москва: Наука, 1975. – 239 с.
- 5 Образцова, А. М. Методы исследования окружающей среды с помощью микроорганизмов / А. М. Образцова, Н. А. Сидорова. – Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2014. – 82 с.
- 6 Angel, D. L. Benthic implications of the net cage aquaculture in the oligotrophic Gulf of Aqaba / D. L. Angel, P. Krost, H. Gordin, // Improving the knowledge base in modern aquaculture. Eur Aquacult Soc Spec Publ., 1995. – № 25. – P. 129–173.
- 7 Hall, POJ. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm / POJ. Hall, L. G. Anderson O. Holby, S. Kollberg, M. O. Samuelsson, // I Carbon Mar Ecol Prog Ser., 1990. – № 61. – P. 61–73.
- 8 Hall, POJ. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm / POJ. Hall., O. Holby, S. Kollberg, M. O. Samuelsson, // IV Nitrogen Mar Ecol Prog Ser., 1992. – № 89. – P. 81–91.
- 9 Hargrave, B. T. Seasonal changes in benthic fluxes of dissolved oxygen and ammonium associated with marine cultured Atlantic salmon / B. T. Hargrave, D. E. Duplisea, E. Pfeiffer, D. J. Wildish, // Mar Ecol Prog Ser., 1993. – № 96. – P. 249–257.
- 10 Holmer, M. Impacts of aquaculture on surrounding sediments: generation of organic-rich sediments / M. Holmer, // Aquaculture and the environment. Eur Aquacult Soc Spec Publ., 1991. – № 16. – P. 155–175.
- 11 Pocklington, P. Polychaete response to different aquaculture activities / P. Pocklington, D. B. Scott, C. T. Schaffer, // Actes de la 4erne Conference Internationale des Polychetes Mem Mus Natn 'ist Nat., 1994. – № 162. – P. 511–520.
- 12 Weston, D. P. Quantitative examination of microbenthic community changes along an organic enrichment gradient / D. P. Weston // Mar Ecol Prog Ser., 1990. – № 61. – P. 233–244.
- 13 Wijsman, J. W. M. Early diagenetic processes in northwestern Black Sea sediments / J. W. M. Wijsman, // Proefschrift, Department of Ecosystem Studies Netherlands Institute of Ecology, 2001. – 119 p.
- 14 Grant, J. Resuspensions and stabilization of sediments with microbial biofilms: Implications for benthic-pelagic coupling / J. Grant, C. Emerson // Biostabilization of Sediments. Eds. W. E. Krumbein, D. M. Paterson, L. J. Stal. – Olgenburg, 1994. – P. 121–135.

N. A. Sidorova, A. A. Kucko, N. A. Chechkova

MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF HETEROTROPHIC COMMUNITIES OF PROKARYOTES OF BOTTOM SEDIMENTS OF FISHERY RESERVOIRS

*Petrozavodsk State University,
Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia,
fagafon@yandex.ru*

Abstract. The morphological composition of heterotrophic groups of prokaryotes was evaluated to monitor the environment in the zone of sediment accumulation in the water area of fishery reservoirs. The presence of actinomycetes, clostridium, bacilli, diplobacteria and cocci was detected, the ratio of which in the community depended on the depth of occurrence and the fractional composition of bottom sediments.

Keywords: heterotrophs, bottom sediments, morphological structure of the community, fishery reservoirs.

УДК 539. 16/. 17; 631. 51; 581. 19

Г. А. СОКОЛИК, М. В. ПОПЕНЯ, И. А. КОЛЬЦОВ, Е. А. КУХЛЕВСКИЙ

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСА ПОДВИЖНОГО И БИОЛОГИЧЕСКИ ДОСТУПНОГО ^{90}Sr В ПОЙМЕННОЙ ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЁ ВЛАЖНОСТИ

*Белорусский государственный университет,
Минск, Республика Беларусь,
sokolikga@mail.ru*

Методом последовательного химического фракционирования установлено содержание ^{90}Sr в подвижной и биологически доступной формах в образцах пойменной почвы заданной влажности (от 6 до 140 % от полной почвенной влагоемкости). Показано, что изменение влажности почвы влияет на содержание ^{90}Sr в формах, определяющих биологическую доступность этого элемента растениям.

Ключевые слова: химическое фракционирование, ^{90}Sr , формы нахождения, полная влагоемкость почвы, почва

В связи с аварией на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) в формировании радиационного фона и радиоактивного загрязнения почв на территории Республики Беларусь значительная роль принадлежит ^{90}Sr . В шести загрязненных областях Беларуси площадь сельскохозяйственных земель с плотностью загрязнения по ^{90}Sr свыше 5. 55 кБк/м² составила 374. 9 тыс. га, а свыше 111 кБк/м² – 0. 07 тыс. га. При попадании в почву ^{90}Sr быстро вовлекался в протекающие там физико-химические процессы, происходило разрушение топливных частиц, выщелачивание ^{90}Sr в процессе их деструкции и дальнейшая трансформация его состояния [1].

Поглощение ^{90}Sr почвой связано со многими параллельно протекающими процессами. Сюда относится обменная сорбция радионуклидов минеральной и органической компонентами почвы, избирательная сорбция их глинистыми минералами и соосаждение с соединениями железа и марганца, а также поглощение клетками почвенной микробиоты. Все эти процессы зависят от условий внешней среды, таких как температура, влажность, кислотность почвенного раствора, емкость катионного обмена почвы. Отсюда понятно, что соотношение ^{90}Sr в формах нахождения, различающихся подвижностью, биологической доступностью в почвах с разными физико-химическими и агрохимическими свойствами может заметно различаться.

Считается, что для оценки запаса ^{90}Sr в подвижных и биологически доступных растениям формах необходимо и достаточно использовать данные о содержании ^{90}Sr в водорастворимой, обменной и подвижной фракциях. [2, 3, 4].

В отдаленный постчернобыльский период изучение соотношения форм нахождения ^{90}Sr , в частности, в пойменных почвах является актуальным, поскольку с течением времени могли произойти изменения в физико-химическом состоянии ^{90}Sr в различных генетических типах почв Юго-Востока Беларуси. Пойменные луга обычно служат источником кормов для скота, поэтому актуален вопрос о сельскохозяйственном использовании естественных ландшафтов пойм на территории загрязненной радионуклидами Гомельской области [4].

Характеристики пойменных почв меняются под влиянием многолетних изменений климатических условий. Важнейшими климатическими параметрами являются количество атмосферных осадков и температура окружающей среды [5]. Из литературы известно, что при избыточном увлажнении радиоактивные элементы могут приобретать повышенную подвижность. Так, например, в заболоченных почвах радионуклиды продвигаются по профилю почв в виде водорастворимых соединений, поэтому может наблюдаться увеличение содержания доступного растениям ^{90}Sr [6].

Как правило, все «формы нахождения» радионуклидов в почве стремятся к состоянию динамического равновесия, в результате которого элемент, при снижении его концентрации, например в почвенном растворе, может переходить в него из более труднорастворимых форм, содержащихся в веществе почвенного субстрата. Информация о влиянии влажности на формы нахождения ^{90}Sr и протекание сорбционно-десорбционных процессов в пойменных почвах будет представлять интерес в научном и практическом отношении.

Цель настоящей работы заключалась в оценке изменения запаса подвижного и биологически доступного ^{90}Sr в пойменной почве в зависимости от её влажности, поскольку наблюдающиеся изменения температурных условий и количества атмосферных осадков приводят к существенной трансформации гидрологического режима в долинах рек, протекающих по территории Беларуси. Изменение гидрологического режима приводит к нарушению влагообеспеченности пойменных биогеоценозов и существенному изменению состояния почв.

По мнению авторов [7] режим увлажнения будет меняться на протяжении текущего столетия, ожидается пространственная неоднородность выпадения осадков, области повышенных и пониженных осадков будут смещаться от десятилетия к десятилетию во все сезоны. Изменение запаса подвижного и биологически доступного ^{90}Sr в результате нарушения влагообеспеченности почв будет влиять на интенсивность его перераспределения между компонентами биогеоценозов и может приводить к увеличению накопления радионуклидов растениями, ухудшая экологическое качество продукции растениеводства.

Объектами исследования служили образцы распространенной на территории Юго-Востока Беларуси (0–20)-см слоя аллювиальной (пойменной) дерново-глеевой почвы, развивающейся на супесчаном аллювии, отобранные в летний период 2021 г. вблизи населенного пункта Красноселье Хойникского района Гомельской области, так как на данном участке находятся наиболее характерные почвы для зоны центральной поймы реки Припять. Удельная активность ^{90}Sr в почвенном образце в расчете на абсолютно сухое вещество составляла 629 ± 61 Бк/кг.

Были определены характеристики исследуемой почвы: рН почвенной суспензии в растворе 1 моль/дм³ KCl и в дистиллированной воде – $4,38 \pm 0,03$ и $5,22 \pm 0,03$ соответственно; общее содержание в почве органических компонентов – $5,16 \pm 0,07$ %; полная почвенная влагоемкость в % от массы абсолютно сухой почвы – $58,4 \pm 1,1$ %; содержание в почве Ca в обменной форме – 1394 ± 203 мг/кг, содержание в почве K в подвижной форме – $23,7 \pm 0,4$ мг/кг. Изучен также гранулометрический состав исследуемой почвы ситовым методом по ГОСТ 12536-79 и распределение ^{90}Sr по этим гранулометрическим фракциям (рисунок 1).

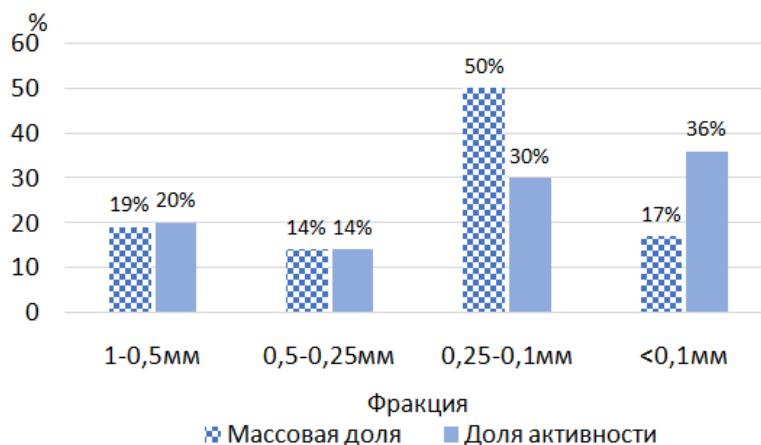


Рисунок 1 – Гранулометрический состав и распределение ^{90}Sr по гранулометрическим фракциям аллювиальной (пойменной) дерново-глеевой почвы

Как видно из полученных и представленных на рисунке 1 данных, с уменьшением размера почвенных частиц поглощение ими ^{90}Sr повышается. Основное количество ^{90}Sr в образцах исследуемой пойменной почвы содержится в их мелкодисперсных фракциях с размерами частиц менее 0,25 мм (66%). Несмотря на то, что процентное содержание почвенной фракции с размером частиц 0,25-0,1 мм преобладает в исследуемых образцах почв над процентным содержанием почвенной фракции с размером частиц <0,1 мм, удельная активность ^{90}Sr в последней выше.

В рамках эксперимента в лабораторных условиях образцы почвы выдерживали в течение 3 недель при различной влажности в диапазоне 40 – 140 % от полной почвенной влагоемкости (ПВ) и температуре $(18 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Влажность почвенных образцов контролировали по их массе, в случае необходимости почву дополнительно увлажняли. Для оценки запаса в почве ^{90}Sr в подвижной и биологически доступной формах использовался распространенный метод последовательных экстракций, где ^{90}Sr извлекали в различных формах: водорастворимой – дистиллированной водой, обменной – 1 моль/дм³ раствором ацетата аммония, подвижной – 1 моль/дм³ раствором соляной кислоты [2]. Почвенные образцы последовательно обрабатывались экстрагирующими растворами с периодическим перемешиванием в течении 24 часов в соотношении почва: раствор – 1:5. Полученные экстракты пропускали через фильтр 0,45 мкм. В образцах почвы и полученных экстрактах содержание ^{90}Sr оценивалось методом радиохимического анализа с идентификацией β -активности дочернего изотопа ^{90}Y на радиометре КРК-1-01 [8]. Химический выход стронция и содержание К, Са в пробах устанавливали методом пламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии с помощью установки ZEE nit 700.

Результаты определения содержания ^{90}Sr в водорастворимой, обменной и подвижной формах в зависимости от влажности почвы оценивали в Беккерелях на килограмм абсолютно сухого вещества, соответствующее изменение доли ^{90}Sr в определяемых формах – в % от общего содержания ^{90}Sr в почве (рисунок 2).

Согласно представленным на рисунке 2 данным, при изменении влажности почвы в диапазоне от 6 до 140 % относительно ПВ, концентрация в ней ^{90}Sr в водорастворимой форме находилась в интервале 9,94-35,91 Бк/кг, что соответствовало его доле 1,8-4,5 % от общего содержания ^{90}Sr в почвенных образцах.

В случае воздушно-сухого состояния пойменной почвы (6% от ПВ) удельная активность ^{90}Sr в обменной форме составляет 120 Бк/кг. Длительное увлажнение почвы (40, 70, 85, 100, 140 % от ПВ) приводит к увеличению удельной активности ^{90}Sr в обменных формах до 434-495 Бк/кг, максимальное значение которой 551 Бк/кг (75,7 % от его общего содержания в почве) достигается при влажности 85 % от ПВ. При увеличении влажности почвы от 85 до 140 % от ПВ содержание ^{90}Sr в обменной форме заметно не менялось. Запас ^{90}Sr в обменной

форме является одной из важных характеристик его относительной подвижности и биологической доступности, свидетельствующий о мобильности ^{90}Sr в почве и, соответственно, повышенной доступности его для произрастающей растительности. Максимальный суммарный запас ^{90}Sr в водорастворимой и обменной формах составляет 78 и 71 % от его общего содержания в почве при уровне влажности 70 и 85 % от ПВ соответственно.

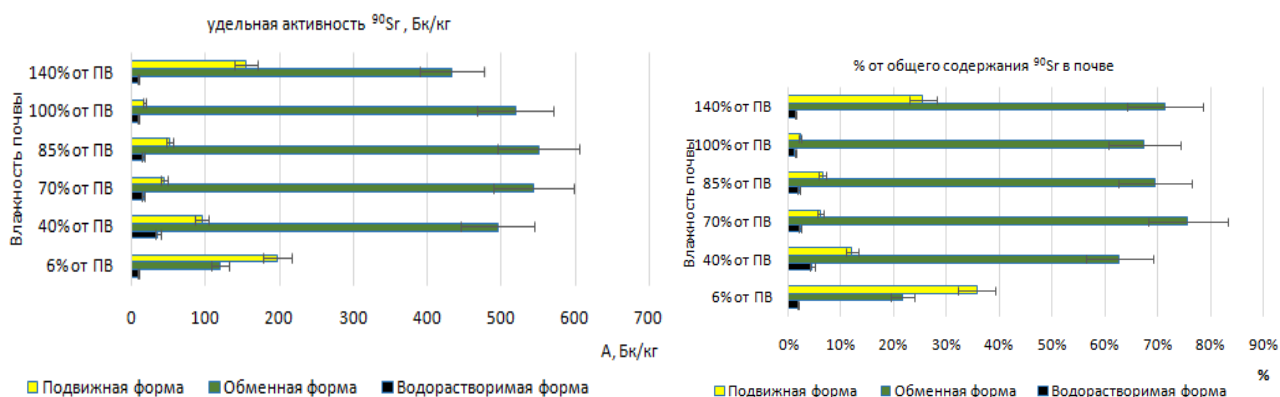


Рисунок 2 – Содержание ^{90}Sr в водорастворимой, обменной и подвижной формах в образцах аллювиальной (пойменной) дерново-глеевой почвы в зависимости от влажности почвенной среды

Частично доступен растениям может быть и ^{90}Sr в подвижной форме, извлекаемый 1М раствором HCl, так как имеет место тесная корреляционная связь между коэффициентами перехода ^{90}Sr в разнотравно-злаковые травостои и содержанием подвижных форм ^{90}Sr в луговых почвах [3]. Удельная активность ^{90}Sr в подвижной форме в исследуемой почве в зависимости от уровня влажности варьировалась в интервале 17–155 Бк/кг, что соответствовало 2,3–25,5 % от его общего содержания в данной почве. Было установлено, что максимальное содержание ^{90}Sr в подвижной форме (197 Бк/кг) характерно для исследуемой почвы в воздушно-сухом состоянии (влажность 6 % от ПВ).

Таким образом, в результате проведенных исследований изучено влияние влажности пойменной почвы на запас ^{90}Sr в подвижных и биологически доступных формах. На основании полученных результатов можно заключить, что наблюдаемое в последнее десятилетие изменение климатических условий, в частности, изменение влажности пойменной почвы, влияет на содержание в почвенной среде ^{90}Sr в водорастворимых, обменных и подвижных формах. Поскольку за период потепления (1989–2015 гг.) наблюдалась тенденция увеличения количества осадков особенно в восточной части Полесья (Гомельская область) [9], то при оценке содержания ^{90}Sr в различных формах нахождения, определяющих его подвижность и биологическую доступность растениям, следует обязательно учитывать условия увлажнения пойменной почвы.

Список литературы

- 1 Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия–Беларусь) / под. ред. Ю. А. Израэля, И. М. Богдевича. – Москва – Минск : Фонд «Инфосфера», НИА–Природа, 2009. – 140 с.
- 2 Павлоцкая, Ф. И. Формы нахождения и миграция искусственных радионуклидов в почве / Ф. И. Павлоцкая. – М. : Атомиздат, 1979. – 215 с.
- 3 Подоляк, А. Г. Экологизация растениеводства на торфяно-болотных почвах юго-востока Беларуси [монография] / А. Г. Подоляк, В. В. Валетов, А. Ф. Карпенко, М-во образования РБ, РНИУП «Институт радиологии», УО «Мозырский гос. пед. ун-т имени И. П. Шамякина». – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2018. – 217 с.

4 Радиоэкологическая оценка пойменных лугов реки Днепр на территории Быховского района / Т. Н. Агеева [и др.] // Экологический вестник. – 2014. – №. 3 (29). – С. 15–21.

5 Логинов, В. Ф. Изменения климата: тренды, циклы, паузы / В. Ф. Логинов, В. С. Микуцкий. – Минск: Беларуская навука, 2017. – 179 с.

6 Подоляк, А. Г. Влияние вертикальной миграции и форм нахождения ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах на их биологическую доступность на примере естественных лугов Белорусского Полесья / А. Г. Подоляк // Агрохимия. – 2007. – №. 2 (февраль). – С. 72–82.

7 Данилович, И. С. Современные изменения климата Белорусского Полесья: причины, следствия, прогнозы / И. С. Данилович, В. И. Мельник, Б. Гейер // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2020. – №. 1. – С. 3–13.

8 Методические указания по определению содержания ^{90}Sr и ^{137}Cs в почвах и растениях. – Введ. 1985. – Москва: Министерство сельского хозяйства СССР; М. : МСХ СССР, 1985.

9 Логинов, В. Ф. Особенности изменения осадков в Белорусском Полесье в современный период / В. Ф. Логинов, В. И. Мельник // Природные ресурсы. – 2019. – №. 2. – С. 104–112.

G. A. Sokolik, M. V. Papenia, I. A. Kaltsou, Y. A. Kukhleuski

CHANGES IN THE STOCKS OF MOBILE AND BIOLOGICALLY AVAILABLE ^{90}Sr IN FLOODPLAIN SOIL DEPENDING ON ITS HUMIDITY

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
sokolikga@mail.ru*

Abstract. The content of ^{90}Sr in mobile and biologically available forms in floodplain soil samples of the given moisture content (from 6 to 140 % of the total soil moisture capacity – TSMC) has been established by chemical fractionation. It was shown that the change in soil moisture affected the content of ^{90}Sr that determined the bioavailability of that element to plants.

Keywords: chemical fractionation, ^{90}Sr , forms, total soil moisture capacity, soil.

УДК 004. 9:551. 781. 3 (476. 2)

А. С. СОКОЛОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДАННЫМ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРЕЗОВ СКВАЖИН

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
alsokol@tut.by*

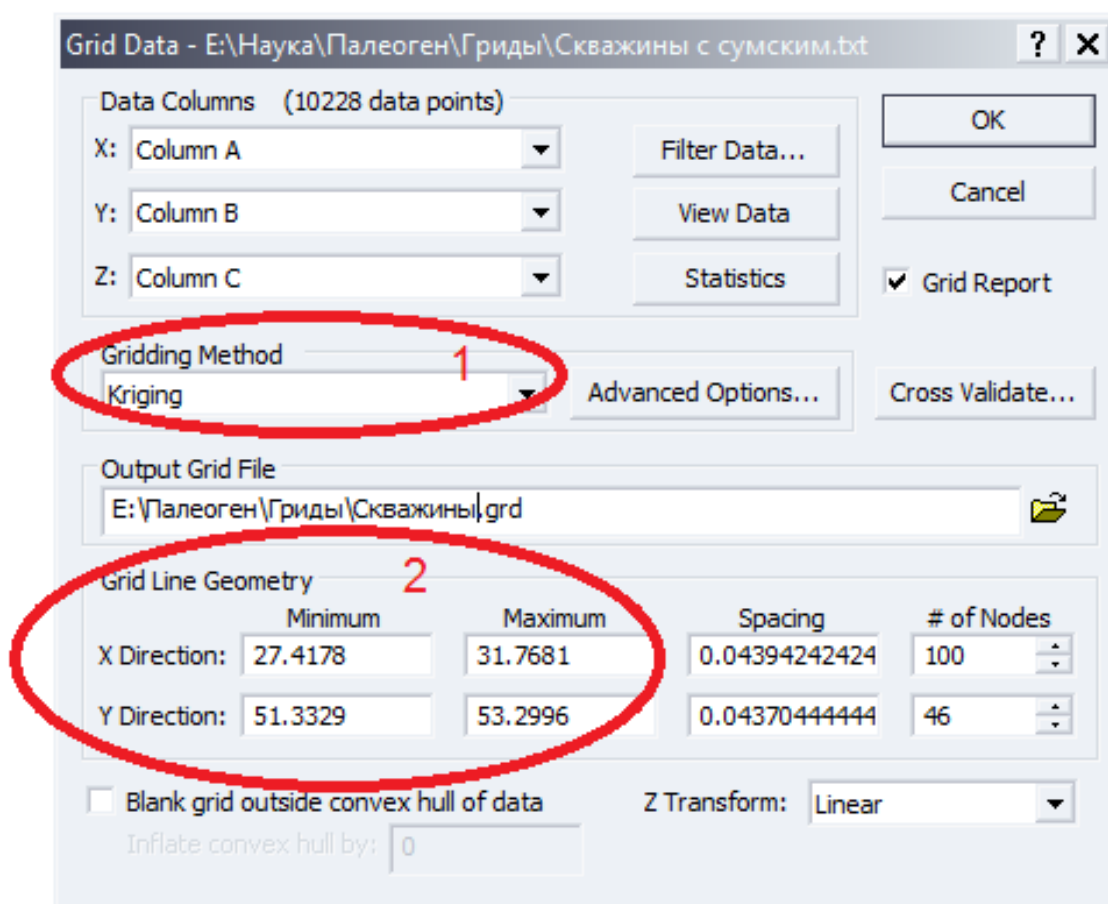
В статье описан опыт создания карт геологических отложений с использованием ГИС Surfer и MapInfo. Показаны возможности и преимущества использования данного программного обеспечения для целей геологического картографирования. Дана характеристика распространения отложения сумской свиты в Гомельской области.

Ключевые слова: геологические отложения, карты изолиний, ГИС, сумская свита, Гомельская область, Surfer, MapInfo, алгоритм интерполяции, фильтрация.

Картографирование геологических отложений на территории Беларуси является сегодня актуальной задачей, нашедшей отражение в программе ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. (подпрограмма «Белорусские недра»). Вопрос о методологических подходах к картографированию и применяемом программном обеспечении является принципиальным в силу необходимости объединения и унификации результатов исследования для различных регионов, выполняемых различными организациями.

Единой информационной основой таких работ является база данных скважин ПО «Белгеология», в которой имеются описания скважин Беларуси, в том числе более 10 тыс. скважин в Гомельской области.

Рассмотрим особенности применяемого нами подхода к картографированию отложений на примере отложений сумской свиты (палеоцен) Гомельской области. Отложения данной свиты вскрыты в 393 скважинах. Подготовительные работы включают создание таблицы позиционных и атрибутивных данных, включающей информацию о географических координатах скважин, отметке кровли и подошвы отложений и их мощности.



1 – меню выбора алгоритма интерполяции; 2 – область значений крайних точек сетки

Рисунок 1 – Окно Grid Data ГИС Surfer

Созданная таблица импортируется в ГИС Surfer для создания моделей поверхности в виде карт изолиний или других моделей. Выбор ГИС Surfer на данном этапе обусловлен тем, что данная ГИС является специализированной, предназначенной для создания моделей поверхности и способной реализовать большое количество возможностей по созданию и улучшению визуального восприятия таких моделей, недоступных для многих универсальных ГИС. Для моделирования поверхностей ГИС Surfer использует GRID-модель. При создании grid-файла

следует, во-первых, установить координаты крайних точек грида в соответствии с координатами крайних точек территории, для которой создаётся модель, чтобы программа экстраполировала данные за пределы крайних точек массива скважин до границ выбранной территории, а во-вторых выбрать алгоритм интерполяции данных (рисунок 1).

ГИС Surfer предлагает большое количество алгоритмов построения сеточных функций, выбор оптимальной из которых представляет собой одну из основных методологических задач при создании карт отложений. В качестве примера, нами были выбраны два алгоритма – метод кригинга (результат построения карты с использованием данного алгоритма представлен на рисунке 2) и метод минимальной кривизны (рисунок 3).

Метод кригинга, являющийся геостатистическим, представляет собой метод локальной интерполяции, согласно которому значение в узле сетки вычисляется как средневзвешенное известных значений в ближайших скважинах. Весовые коэффициенты определяются из эмпирической полувариограммы, которая вычисляется по формуле:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n_h} \sum_{i=1}^{n-h} (Z_i(x) - Z_i(x+h))^2,$$

где Z_i – значение поля геологического параметра, взятое в точке i ; Z_{i+h} – другое значение, взятое через интервал h , то есть, они представляют собой сумму квадратов разностей между значениями поля геологического параметра в парах точек, разделенных расстоянием h [1].

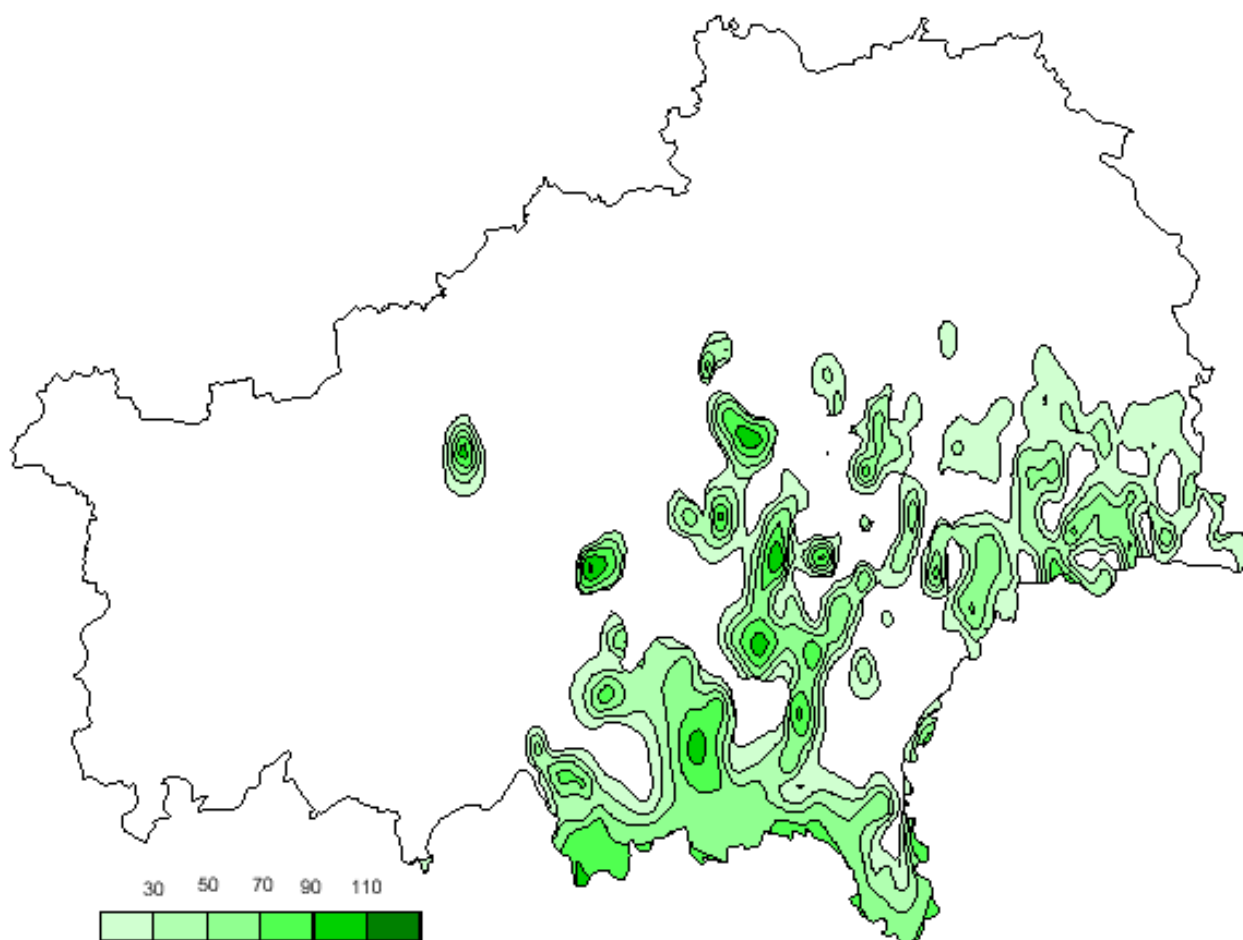


Рисунок 2 – Глубина залегания кровли (метод кригинга)

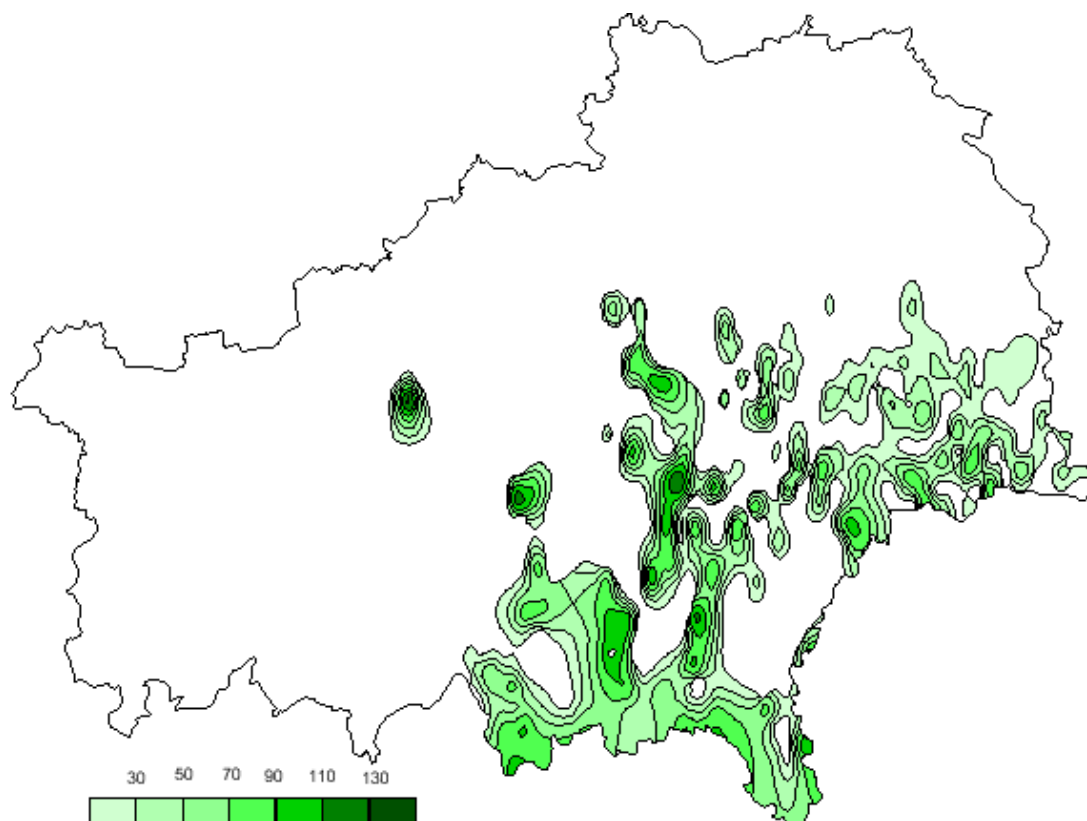


Рисунок 3 – Глубина залегания кровли (метод минимальной кривизны)

Метод минимальной кривизны позволяет построить поверхность, аналогичную тонкой упругой пластине, проходящей через все экспериментальные точки данных с минимальным числом изгибов. Он генерирует наиболее гладкую поверхность, которая проходит настолько близко к экспериментальным точкам, насколько это возможно, но экспериментальные точки не обязательно принадлежат приближающей поверхности [1].

После создания grid-файла и его визуализации в виде карты изолиний появляется возможность оценить качество изображения, наличие нежелательных локальных эффектов, артефактов, резких изменений направления изолиний и т. п. Эти явления могут быть исправлены с помощью фильтрации данных сеточных файлов. В ГИС Surfer реализовано 64 фильтра различных типов – фильтры линейной свёртки (как предустановленные, так и с возможностью выбора параметров фильтрации пользователем) и нелинейные фильтры. К ним относятся сглаживающие (низкочастотные) фильтры, высокочастотные фильтры (вычитающие региональный фон), фильтры повышения контрастности, фильтры определения и усиления краев и другие. Представленные на рисунках карты были подвергнуты процедуре фильтрации с помощью низкочастотного пользовательского фильтра Gaussian Low-pass размером 5 строк × 5 столбцов.

Созданные в Surfer карты изолиний можно сохранить как слои полигонов и полилиний в формате shp. В таком виде их можно использовать для дальнейшей работы в других ГИС. Нами, в частности, была использована ГИС MapInfo, где осуществлялась обрезка слоёв по границам необходимого региона (Гомельская область, а также ряд отдельных административных районов), создание тематической карты с выбором заливки отдельных диапазонов, создания легенды и других элементов традиционного картографического оформления. Сохранение карт в формате shp позволяет совмещать их с картами аналогичного содержания других регионов с картами того же региона с иным тематическим содержанием (например, с картами скважин – всех имеющихся или только тех, где вскрыты картографируемые отложения, что позволит оценить густоту точек с фактическими данными на различных участках картографируемой территории). Также можно обрезать слой одного тематического содержания (например, глубина залегания подошвы) слоем другого тематического

содержания (например, мощность отложений), так как границы распространения отложения на разных картах вследствие применения интерполяционных алгоритмов к различным фактическим значениям точек могут не полностью совпадать.

Построение полигонов Вороного вокруг скважин в границах распространения отложений позволяют получить данные и составить карты пространственного распределения литологического состава отложений и посчитать удельные площади отложений различного литологического состава. Так, например, с помощью полигонов Вороного было определено, что 18 % отложений сумской свиты Гомельской области представлено песком с глиной, 14 % – алевритом глауконитово-кварцевым с песком, глиной, песчаником, опокой.

Список литературы

1 Белкина, В. А. Методические указания к дипломным и курсовым работам и к лабораторным работам по дисциплине «Основы компьютерных технологий решения геологических задач» для студентов очной и заочной формы обучения специальности 130304 «Геология нефти и газа» / В. А. Белкина, М. А. Василевская. – Тюмень : ТГНГУ, 2006. – 34 с.

A. S. Sokolov

USING GIS FOR MAPPING OF GEOLOGICAL DEPOSITS ACCORDING TO THE DATA OF LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WELL SECTIONS

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
alsokol@tut.by*

The article describes the experience of creating maps of geological deposits using GIS Surfer and MapInfo. The possibilities and advantages of using this software for the purposes of geological mapping are shown. The characteristic of the Sumy suite deposits distribution in Gomel region is given.

Keywords: geological deposits, contour maps, GIS, Sumy Formation, Gomel region, Surfer, MapInfo, interpolation algorithm, grid filter.

УДК 628. 349. 08

Е. Г. СТЕПАНОВА, Б. Ю. ОРЛОВ, Р. А. ЖЛОБО, М. А. ПЕЧЕРИЦА, Д. Р. МОЙДИНОВ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРООБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
г. Краснодар, Российская Федерация,
egs2128@mail.ru*

В работе перечислены традиционные способы очистки сточных вод от примесей и рассмотрен инновационный. окислительный метод электрообработки стоков. Проведен численный эксперимент по плану 2^3 и установлена аналитическая зависимость эффекта очистки жидкости от времени электрообработки, массовой концентрации примесей и напряжения. Определено влияние отдельного фактора на степень очистки.

Ключевые слова: сточные воды, электрообработка, эффект очистки, полный факторный эксперимент, уравнение регрессии.

С каждым годом расширяется сфера техногенного воздействия деятельности человека на мировую экосистему. Рост мощностей промышленных предприятий вызывает увеличение потребности в свежей воде и приводит к повышению объема стоков, подлежащих утилизации и удалению. Среди пищевых предприятий основными потребителями свежей воды являются сахарные и консервные заводы, мясо- и молочные комбинаты [1–3]. Для очистки сточных вод от патогенных микроорганизмов и бактерий, органических и неорганических загрязнений традиционно применяют механические методы – отстаивание, фильтрацию, центробежную очистку в гидроциклонах, реагентные методы – хлорирование, известкование, биологическую очистку и некоторые другие. Традиционные способы имеют общий недостаток, связанный со значительными затратами времени и расходами химических токсичных реагентов. За последние годы проведено значительное количество исследований по очистке дисперсий в питьевых, сбросных, буровых, нефтехимических, металлургических и многих других отраслях инновационными окислительными процессами – Advanced Oxidation Processes, проводимыми электролизом, электрофлотацией, электрокоагуляцией, электрохимической активацией [4–6].

Таблица 1 – Полный факторный эксперимент для трех факторов с фиктивной переменной

Номер опыта	Факторы в натуральном масштабе			Факторы в безразмерной системе координат				Выходной параметр
	z_1	z_2	z_3	x_0	x_1	x_2	x_3	
1	90	0,05	50	1	-1	-1	-1	25
2	270	0,05	50	1	1	-1	-1	53
3	90	0,2	50	1	-1	1	-1	39
4	270	0,2	50	1	1	1	-1	81
5	90	0,05	100	1	-1	-1	1	42
6	270	0,05	100	1	1	-1	1	67
7	90	0,2	100	1	-1	1	1	53
8	270	0,2	100	1	1	1	1	95

Целью настоящей работы является установление зависимости эффекта очистки жидкости (y , мг/л) от времени электрообработки (x_1 , с), массовой концентрации примесей (x_2 , %) и напряжения (x_3 , В) путем построения модели полного трехфакторного эксперимента по плану 2^3 . Данные для расчета приняты из работы [8] и приведены в таблице 1.

Проведен расчет линейных коэффициентов и получено уравнение регрессии:

$$y(x_1, x_2, x_3) = 56.875 + 17.125x_1 + 10.125x_2 + 7.375x_3 + 17.125x_1x_2 + 10.125x_1x_3 + 3.875x_2x_3 + 3.875x_1x_2x_3 \quad (1)$$

Коэффициенты полученного уравнения показывают характер влияния трех независимых переменных на зависимую. По степени значимости наибольшее влияние на функцию отклика оказывает фактор времени электрообработки, а также парное взаимодействие указанного фактора (x_1 , с) и массовой концентрации примесей (x_2 , %).

На основе проведенных расчетов построена графическая зависимость уравнения регрессии при нулевом уровне менее влиятельного третьего фактора, представленная на рисунке 1.

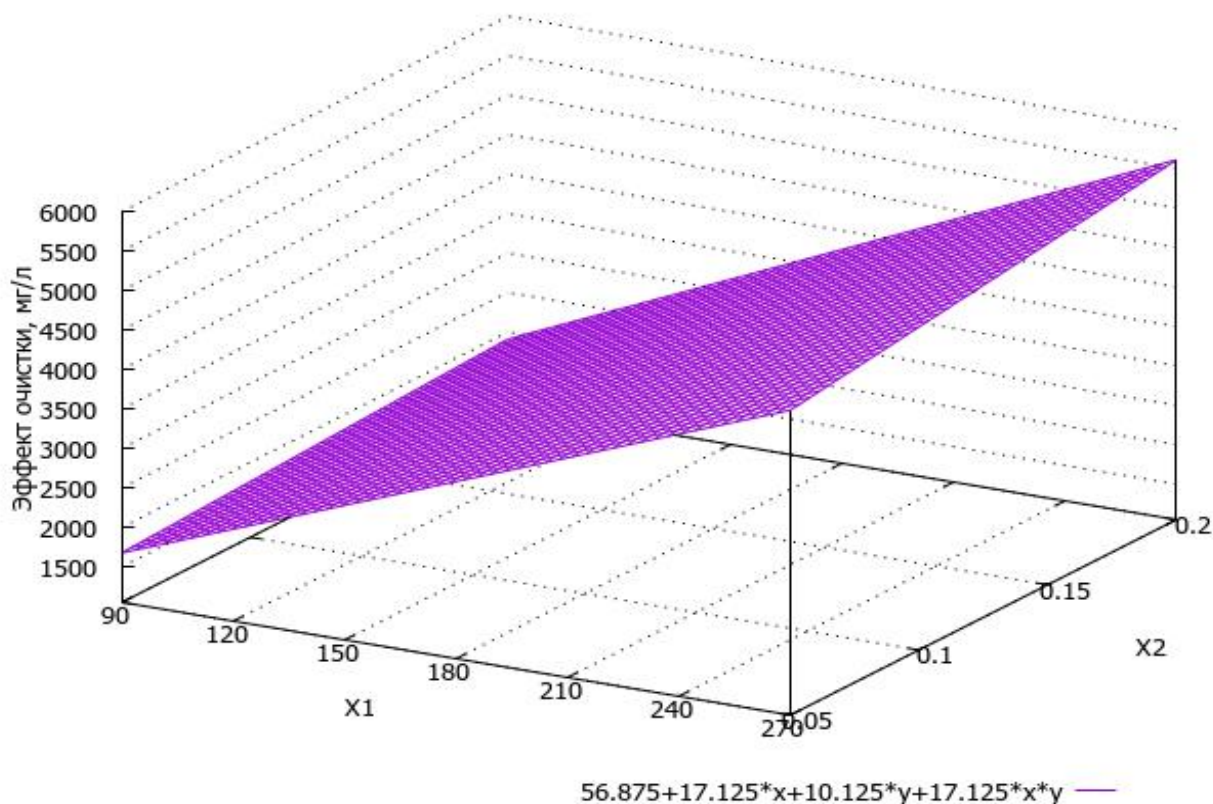


Рисунок 1 – График зависимости эффекта очистки стоков от времени электрообработки и массовой концентрации примесей

Как следует из приведенного графика, эффект очистки зависит от исходной концентрации примесей и времени электрообработки. Для повышения степени очистки на 1 г/л следует увеличивать время обработки на 30 с, что в целом повышает энергозатраты. Для назначения оптимальных параметров работы электролизера следует оценить соотношение между степенью очистки и затратами электроэнергии на обработку сточных вод.

Список литературы

- 1 Степанова, Е. Г. Применение электрохимической технологии в процессе мойки сахарной свеклы / Е. Г. Степанова, Б. Ю. Орлов, М. А. Печерица // Сборник тезисов докладов участников пула научно-практических конференций / ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского»; ФГБОУ ВО «Керченский гос. морской технологический ун-т»; ГОУ ВПО ЛНР «Луганский нац. ун-т им. Тараса Шевченко». – Керчь: КГМТУ, 2020. – С. 21–22.
- 2 Степанова, Е. Г. Применение электрофизических воздействий при разработке интенсивных процессов, техники и технологии переработки яблок / Е. Г. Степанова, С. Е. Кошечкина // Механика, оборудование, материалы и технологии. Сборник научных статей по материалам междунар. науч.-практ. конф., посв. 100-летию ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – Краснодар, 2018. – С. 420–430.
- 3 Степанова, Е. Г. Совершенствование оборудования для комплексной переработки яблок / Е. Г. Степанова, Р. А. Жлобо // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник статей по материалам V Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию кафедры технологии хранения и переработки

животноводческой продукции Кубанского ГАУ / отв. за вып. А. А. Нестеренко. – Краснодар: ГубГАУ, 2019. – С. 677–679.

4 Разработка оборудования по утилизации отходов свеклосахарного производства / Е. Г. Степанова [и др.] // Механика, оборудование, материалы и технологии: электронный сборник научных статей по материалам междунар. науч.-практ. конф. / редколл. : А. Е. Литвинов [и др.]. – Краснодар: КубГТУ, 2019. – С. 459–462.

5 Сравнительные расчеты гидродинамических и конструктивных параметров абсорбера для повышения эффективности очистки производственных вод предприятий / Е. Г. Степанова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 1 (373). – С. 81–84.

7 Моделирование процесса электрообработки при очистке транспортерно-моечной воды сахарного завода / Е. Г. Степанова [и др.] // Механика, оборудование, материалы и технологии: электронный сборник научных статей по материалам междунар. науч. -практ. конф. / редколл. : А. Е. Литвинов [и др.]. – Краснодар: КубГТУ, 2019. – С. 914–917.

8 Воробьева, С. М. Электрообработка систем с жидкой дисперсионной средой в экологических технологиях: автореферат дисс. ...канд. техн. наук; 11. 00. 11 / С. М. Воробьева. – Тюмень, 2000. – 20 с.

E. G. Stepanova, B. Yu. Orlov, R. A. Zhlobo, M. A. Pecheritsa, D. R. Moydinov

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF ELECTRIC TREATMENT OF WASTEWATER OF FOOD ENTERPRISES

*Kuban State Technological University,
Krasnodar, Russia,
egs2128@mail.ru*

Abstract. The paper lists the traditional methods of wastewater treatment from impurities and considers an innovative oxidative method for the electrical treatment of wastewater. A numerical experiment according to plan 23 was carried out and the analytical dependence of the effect of liquid purification on the time of electrical treatment, mass concentration of impurities and voltage was established. The influence of a separate factor on the degree of purification is determined.

Keywords: wastewater, electrical treatment, treatment effect, full factorial experiment, regression equation.

УДК 502. 11 (631)

Н. С. ШПИЛЕВСКАЯ

МОНИТОРИНГ ЗНАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ГОМЕЛЯ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
t_asha@mail.ru*

В статье рассмотрен уровень развития органического сельского хозяйства на территории Республики Беларусь. Приведены данные исследования о знаниях населения города Гомеля в сфере органического сельского хозяйства.

Ключевые слова: органический продукт, сельское хозяйство.

Сегодня одним из приоритетных направлений в развитии общества является здоровье и питание населения планеты. Двигаясь в этом направлении очень важно не навредить окружающей среде. Чтобы позитивно объединить этих 3 компонента (здоровье и питание, человек, окружающая среда) необходимо принимать меры на глобальном уровне. Связующим звеном может выступить органическое сельское хозяйство. В органическом сельском хозяйстве по определению Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций используют природные ресурсы (минеральные продукты и продукты растительного происхождения) и отказываются от синтетических удобрений и пестицидов [1].

На период до 2030 года по плану национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь доля площадей с органическим земледелием в общей площади сельскохозяйственных земель составит 3-4 % к 2030 г. Это говорит о быстром развитии органического земледелия в Республике Беларусь. З счет привлечения неиспользуемых и залежных земель в оборот сельского хозяйства за короткий период времени увеличится процент органических земель в общей площади земель сельхозназначения (до 5,2 %). В Беларуси хорошая база для выращивания органических пшеницы, рапса, ячменя, гречихи и овса. Так же разработаны проекты по переработке дикорастущей продукции, по выращиванию и переработке лесного ореха, клюквы, голубики, брусники и грибов [2, 3].

В нашей стране активно ведутся работы по созданию нормативно-правовой базы в сфере органического сельского хозяйства. В 2012 г. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь №. 639 был принят «План выполнения Мероприятий по организации выпуска продукции органического земледелия». В ноябре 2019 г. вступил в силу Закон Республики Беларусь от 9 ноября 2018 г. «О производстве и обращении органической продукции», разработанный с учетом международного опыта, а также был введен в действие технический кодекс ТПК 635 «Общие правила производства органической продукции». В целях оказания государственной поддержки производителям органической сельскохозяйственной продукции были внесены изменения в Указ Президента Республики Беларусь №. 347 «О государственной аграрной политике», предусматривающие возмещение расходов организациям на проведение сертификации органической продукции [4].

Очень важно, чтобы каждый человек мог иметь доступ к информации об органическом сельском хозяйстве. Сведения, статистика, обучающая информация об органическом земледелии часто бывают недоступны для населения, особенно в развивающихся странах. Существует проблема подходов к реализации органического земледелия в разных регионах мира, отсутствует единый алгоритм решения задач в этой сфере. Необходимо проводить исследования среди населения, что бы выявить пробелы в знаниях людей об органическом земледелии.

Для мониторинга уровня осведомленности населения об органической продукции, а также с целью выявления спроса на эту продукцию была разработана анкета «О потребности населения в органических продуктах». Выборка анкетирования среди населения г. Гомеля составила 66 человек различного возраста, пола и уровня образования. В опросе приняли участие мужчины и женщины в возрасте от 16 до 70 лет различных профессий (учителя, доктора, рабочие на заводе, студенты и т. д.).

45 % молодых людей до 25 лет и 26 % людей старше 30 лет имеют представление, что такое органический продукт, остальные респонденты путают этот термин с похожими словосочетаниями. Только 17 % среди мужчин и 6 % среди женщин так же знают что такое «органический продукт». По показателям уровня образования спектр следующий – 30 % людей с высшим образованием и 12 % со средним специальным образованием.

Уровень осведомленности в законопроектах и вопросах сертификации органической продукции имеют следующий вид: молодые люди до 25 лет – 89 % и 83 %; люди старше 30 лет - 74 % и 87 %; мужчины – 72 % и 69 %; женщины – 63 % и 87 %; люди с высшим образованием – 70 % и 80 %; люди со средним специальным образованием – 71 % и 59 %.

Среди причин, почему люди не выберут органическую продукцию респонденты разных возрастов, пола и уровня образования называли чаще всего высокую цену и на 2 месте – низкая

конкуренция, из-за которой будет маленький выбор такой продукции. Около 6 % респондентов не пугают эти причины и они готовы покупать органическую продукцию в любом случае.

Среди причин, почему люди выберут органическую продукцию респонденты разных возрастов, пола и уровня образования называли на 1 месте – «эта продукция полезнее и сохраняет здоровье»; на 2 месте – «возделывание такого продукта минимально нарушает природу».

На вопрос «Вы покупаете или хотели бы покупать органическую продукцию?» чаще всего отвечали «да»: молодые люди до 25 лет – 100%; люди после 30 лет – 80 %; мужчины – 76 %; женщины – 87 %; люди с высшим образованием – 80 %; люди со средним специальным образованием – 77 %.

Таким образом, не все люди имеют верное представление о том, что такое органический продукт. Среди населения распространено очень много стереотипов и мифов об органическом сельском хозяйстве. Люди не знают своих прав в этой сфере. Имеет смысл проведение обучающих семинаров на тему органического сельского хозяйства среди населения. Необходимо проводить обучение населения, вести научные разработки в области органического сельского хозяйства, совершенствовать эту сферу на законодательном уровне, выходить на уровень международного сотрудничества. При этом руководствоваться принципами здоровья людей и экологии. Нужно стремиться к доступности конечной продукции органического сельского хозяйства всем членам общества. Чтобы избежать кризиса в сельском хозяйстве общество должно тщательно и планомерно разрабатывать плавный переход к органическому сельскому хозяйству.

Список литературы

1 Что такое органическое сельское хозяйство? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/ru/>. – Дата доступа: 05. 04. 2022.

2 Органическое сельское хозяйство в Республике Беларусь: текущее состояние и перспективы [Электронный ресурс] / Нац. агентство инвестиций и приватизации РБ. – Режим доступа: https://investinbelarus.by/upload/medialibrary/b48/organicheskoe-selskoe-khozyaystvo-1_compressed-4.pdf – Дата доступа: 05. 04. 2022.

3 Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nmo.basnet.by/>. – Дата доступа: 05. 04. 2022.

4 Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/>. – Дата доступа: 24. 05. 2022.

N. S. Shpileuskaya

MONITORING THE KNOWLEDGE OF THE POPULATION OF THE CITY OF GOMEL IN THE FIELD OF ORGANIC AGRICULTURE

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
t_asha@mail.ru*

Abstract. The article considers the level of development of organic agriculture on the territory of the Republic of Belarus. The data of the study on the knowledge of the population of the city of Gomel in the field of organic agriculture are presented.

Keywords: organic product, agriculture.

А. С. ЧЕРДАКОВА, С. В. ГАЛЬЧЕНКО

**ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ,
ЗАГРЯЗНЕННОЙ ИЗОТОПОМ ЦЕЗИЯ-137
ПРИ ВНЕСЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ**

*Рязанский государственный университет им. С. А. Есенина,
г. Рязань, Российская Федерация,
a.cherdakova@365.rsu.edu.ru*

В статье приводятся результаты исследований по изучению влияния различных гуминовых препаратов на агрохимические свойства серой лесной почвы, загрязненной изотопом цезия-137. В ходе экспериментальных исследований установлено, что внесение гуминовых препаратов в загрязненную серую лесную почву способствует улучшению ее агрохимических свойств и создает благоприятные условия для ее экологического оздоровления.

Ключевые слова: гуминовые препараты, загрязнение почв, радионуклиды, серая лесная почва, агрохимические свойства почвы.

Последние десятилетия не теряет своей актуальности проблема радиоактивного загрязнения всех компонентов окружающей среды, в том числе и почв.

Опасность радиоактивного загрязнения почв обусловлена, во-первых, прямым ионизирующим воздействием на живые организмы (внешнее облучение), во-вторых, риском накопления радионуклидов в звеньях трофической цепи (внутреннее облучение). Ввиду чего мероприятия по минимизации негативных последствий радиоактивного загрязнения почв в основном направлены на уменьшение дозовых нагрузок на биоту, и, в первую очередь, снижение объемов поступления радионуклидов в фитомассу сельскохозяйственных культур. В данном аспекте наиболее действенны такие меры, как ограничение хозяйственной деятельности на загрязненных территориях и проведение мелиорации почв.

Агрохимическая мелиорация осуществляется с целью улучшения физико-химических свойств радиоактивно-загрязненных почв, повышения их общего плодородия, снижения уровня кислотности почвенного раствора, усиления конкурентного взаимодействия между ионами радионуклидов и их химическими аналогами, создания оптимальных условий питания растений и др. Особенно эффективны комплексные «зеленые» технологии, применение которых позволяет решить практически весь спектр перечисленных задач, без риска вторичного загрязнения почв и снижения их продукционного потенциала [1–3, 5]. Весьма перспективны в указанном ключе органо-минеральные препараты на основе экологически безопасных соединений естественного происхождения – гумусовых веществ. В настоящее время в научной литературе приводятся многочисленные сведения касательно положительного влияния гуминовых препаратов (ГП) на химические, физические и биологические свойства техногенно-измененных почв, в том числе и подверженных радиоактивному загрязнению [4, 6, 7]. Ввиду широких возможностей применения ГП постоянно совершенствуются технологии их получения. В зависимости от применяемой технологии производства существенно варьируют состав и свойства ГП, а, следовательно, и их потенциал к восстановлению почв. В этой связи, проведение исследований по оценке перспектив использования различных ГП для агрохимической мелиорации почв, загрязненных радионуклидами, приобретает особую значимость и актуальность.

Цель исследования заключалась в изучении влияния различных ГП на экологически значимые агрохимические показатели загрязненных радионуклидами почв.

Объектом исследования выступали ГП, полученные нами на установке, разработанной и изготовленной Институтом технического обеспечения сельского хозяйства – филиалом Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», а также широко представленные на отечественном рынке товарные ГП. Характеристика исследуемых в ходе работы ГП приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики экспериментальных гуминовых препаратов

Показатели	«Гумат калия»	«Эдал-КС»*	«Питер-Пит»*	«Гумат-УК»
технология получения	щелочная экстракция (с использованием КОН)		сочетание ультразвуковой кавитации и щелочной экстракции	ультразвуковая кавитация
рН, ед. рН	8,50	8,00	7,50	7,00
Сумма гуминовых и фульвокислот, г/л	20,00	26,00	40,00	65,00
Азот общий, г/л	1,26	1,00	2,00	3,70
Фосфор общий, г/л	0,25	0,10	17,60	0,50
Калий общий, г/л	5,63	6,50	31,30	1,20
Концентрация ионов калия (K^+), г/л	0,06	0,14	3,81	0,01
Концентрация ионов кальция (Ca^{2+}), г/л	0,07	0,03	0,01	0,27
* товарные гуминовые препараты				

Следует отметить, что состав ГП, существенно зависит от технологии их производства. Так, ГП полученные с применением кавитационной технологии («Питер-Пит», «Гумат-УК») заметно отличаются от экстрагируемых щелочью препаратов по целому ряду показателей. Во-первых, они имеют значительно более высокую концентрацию главных активных компонентов – гуминовых и фульвокислот. Во-вторых, они отличаются более высоким содержанием общего азота и фосфора. В-третьих, они имеют нейтральную и слабощелочную реакцию среды, тогда как для препаратов, полученных экстрагированием, характерна щелочная реакция. При этом, ввиду использования в процессе щелочной экстракции гидроксида калия, полученные таким способом препараты («Гумат калия» и «Эдал-КС») отличаются повышенным содержанием ионной и валовой форм калия по сравнению с «Гуматом-УК», произведенном без применения щелочи. Максимальное содержание калия, а также фосфора характерно для препарата «Питер-Пит» ввиду обогащения его в процессе производства минеральными компонентами.

Влияние исследуемых ГП на агрохимические свойства серой лесной почвы, загрязненной цезием-137 оценивали в условиях вегетационного эксперимента. В эксперименте использовались образцы серой лесной почвы (один из наиболее распространенных типов почв в зонах влияния Восточно-Уральского и Чернобыльского радиоактивного следа), загрязненной в результате аварии на ЧАЭС изотопом цезия-137. Исследуемые ГП вносили в почву в виде 0,01 % и 0,02 % водных растворов. Контролем выступали образцы серой лесной почвы без внесения препаратов. Повторность на всех вариантах эксперимента – четырехкратная. Продолжительность экспозиции экспериментальных образцов составляла четыре месяца.

Изменение агрохимических свойств загрязненной цезием-137 серой лесной почвы под воздействием ГП оценивали по следующим показателям: рН солевой вытяжки (по ГОСТ 26483-85), содержание общего азота (по ГОСТ Р 58596-2019), подвижных соединений фосфора и калия (по ГОСТ 54650-2011).

Проведенные исследования показали, что внесение ГП в загрязненную цезием-137 серую лесную почву способствует изменению ее агрохимических свойств, но направленность и выраженность данного процесса во многом обусловлена составом вносимых препаратов (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение агрохимических свойств загрязненной изотопом цезия-137 серой лесной почвы под влиянием различных ГП

Вариант опыта		Агрохимические показатели			
Наименование препарата	Доза препарата	<i>pH</i> , ед. <i>pH</i>	<i>P₂O₅</i> , мг/кг	<i>K₂O</i> , мг/кг	<i>N_{общ}</i> , %
Контроль*	–	5,65	251,90	145,90	0,18
«Гумат калия»	0,01% водный р-р	5,90	242,70	198,90	0,21
	0,02% водный р-р	5,90	237,90	197,60	0,19
«Эдал-КС»	0,01% водный р-р	5,80	246,40	178,80	0,20
	0,02% водный р-р	5,80	261,10	279,50	0,19
«Питер-Пит»	0,01% водный р-р	5,80	296,00	219,00	0,20
	0,02% водный р-р	5,85	292,90	273,30	0,21
«Гумат-УК»	0,01% водный р-р	5,80	258,00	186,20	0,19
	0,02% водный р-р	5,80	257,50	164,40	0,24
* загрязненная изотопом цезия-137 серая лесная почва без внесения ГП					

Отмечено, что все анализируемые ГП способствуют снижению кислотности почвы в эксперименте в среднем на 0,2-0,3 единицы pH. При этом максимальное увеличение значений pH солевой вытяжки почвы наблюдалось при внесении «Гумата калия». По нашему мнению, данное обстоятельство обусловлено щелочной реакцией самого препарата. Среди исследуемых нами ГП, для него характерны максимальные значения pH (pH = 8,50). Интересен тот факт, что препарат «Гумат-УК» имея нейтральную реакцию также, как и щелочные ГП способствует снижению кислотности почвы. Указанное обстоятельство мы связываем с высоким содержанием в «Гумате-УК» ионной формы кальция – максимальным среди анализируемых препаратов. Поскольку катионы кальция активно замещают в ППК ионы водорода и алюминия и нейтрализуют их, то применение данного препарата будет способствовать снижению кислотности почвы.

Выявлено, что внесение ГП в загрязненную цезием-137 серую лесную почву, приводит к повышению содержания в ней общего азота, что наиболее выражено на вариантах опыта с использованием препарата «Гумат-УК». Причиной чего выступает высокое содержание азота в данном препарате. Так, содержание азота в «Гумате-УК» превышает таковое в других исследуемых препаратах в 1,5-3,5 раза.

Под влиянием всех проанализированных ГП наблюдалось увеличение концентраций подвижного фосфора и калия в почве, но наиболее существенное влияние оказали препараты «Питер-Пит» и «Эдал-КС» в дозе 0,02 % раствора, что объясняется значительным содержанием данных компонентов в их составе.. Причем обеспеченность почвы фосфором на указанных вариантах опыта возросла с высокой до очень высокой, а калием с повышенной до очень высокой.

Таким образом, наблюдаемые изменения агрохимических свойств загрязненной цезием-137 серой лесной почвы при внесении ГП создают благоприятные условия для ее экологического оздоровления. Поскольку, во-первых, снижение кислотности почвенного раствора способствует минимизации миграционной активности цезия-137; во-вторых, увеличение

содержания элементов минерального питания растений (N, P, K) приведет к стимуляции процессов прироста фитомассы и, следовательно, снижению концентрации в ней радионуклида; в-третьих, повышение содержания в почве калия, как основного химического антагониста цезия приведет к снижению интенсивности процессов его бионакопления.

Список литературы

- 1 Khetsuriani, M. The impact of agrochemicals on radionuclide concentrations in soil // Specialized and multidisciplinary scientific researches. – Amsterdam: European Scientific Platform, 2020. – PP. 64–65.
- 2 Methods for Decrease of Radionuclides Transfer from Soil to Agricultural Vegetation/ A. V. Voronina, V. S. Semenishchev, M. O. Blinova, P. Ju. Sanin // In book: Radionuclides in the Environment. – Switzerland: Springer International Publishing, 2015. – PP. 185–207.
- 3 Phytoremediation of radionuclides in soil, sediments and water / L. Yan, Q. Van Le, C. Sonne et al. Journal of Hazardous Materials, 2020, no. 407, PP. 124–127.
- 4 Radionuclide uptake by colloidal and particulate humic acids obtained from 14 soils collected worldwide / P. Lin, C. Xu, W. Xing et al. Scientific Reports, 2018, no. 8 (1), PP. 23–27.
- 5 Studying the treatment processes of soil samples from radionuclides / K. F. M. Or Mamedov, H. N. Shiraliyeva, E. I. Mehtiyev et al. ScienceRise, 2021, no. 3, PP. 29–33.
- 6 The effects of humic substances on the transport of radionuclides: Recent improvements in the prediction of behaviour and the understanding of mechanisms / N. D. Bryan, L. G. Abrahamsen-Mills, N. Evans et al. Applied Geochemistry, 2012, no. 27 (2), PP. 378–389.
- 7 Rakesh, R. R., Singh D. N., Nair R. N. Soil–radionuclide interaction under varied experimental conditions. Environmental Geotechnics, 2015, no. 21 (1), PP. 15–20.

A. S. Cherdakova, S. V. Galchenko

CHANGES IN THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF GRAY FOREST SOIL CONTAMINATED WITH CESIUM-137 ISOTOPE INTRODUCING VARIOUS HUMIC PREPARATIONS

*Ryazan State University named for S. Yesenin,
Ryazan, Russia,
a.cherdakova@365.rsu.edu.ru*

Abstract. The article presents the results of studies on the effect of various humic preparations on the agrochemical properties of gray forest soil contaminated with the caesium-137 isotope. In the course of experimental studies, it was found that the introduction of humic preparations into contaminated gray forest soil improves its agrochemical properties and creates favorable conditions for its ecological improvement.

Keywords: humic preparations, soil contamination, radionuclides, gray forest soil, agrochemical properties of soil.

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

УДК 551.4 (476.13)

Ю. И. АХМАДИЕВА¹, С. А. ДУБЕНОК²

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ВНЕДРЕНИЮ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

¹Государственное производственное объединение «Белводоканал»,

г. Минск, Республика Беларусь,
ahmadieva@belvodokanal.by

² Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь,
dsnega@list.ru

В статье проведен анализ международного законодательства и законодательства Республики Беларусь, регулирующего вопросы наилучших доступных технологий (далее – НДТ) в области очистки сточных вод. Проанализированы подходы к внедрению и применению систем НДТ, выявлены их общие и особенные черты, а также ключевые элементы, обеспечивающие эффективное функционирование таких систем.

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, очистка сточных вод, водные объекты, загрязняющие вещества.

Европейский союз. Наднациональной правовой основой наилучших доступных технологий (далее – НДТ) в Европейском союзе (далее – ЕС) является Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2010/75/ЕС от 24 ноября 2010 г. «О промышленных выбросах». Согласно статье 13 Директивы 2010/75/ЕС, в целях выявления НДТ и ограничения диспропорций в пределах ЕС в отношении уровней выбросов от промышленной деятельности, необходимо разработать справочные документы по НДТ (BREF).

Процедура выбора и определения НДТ осуществляется по стандартизированной методологии, получившей название Севильского процесса. Результатом идентификации НДТ являются два документа: справочный документ по НДТ (BREF) и заключение по НДТ (BAT Conclusions), содержащее уровни эмиссии, соответствующие НДТ (BAT-AELs). При этом обязательную юридическую силу имеют только BAT-AELs, а не сами НДТ.

В развитие Директивы 2010/75/ЕС с 2016 года в ЕС действует BREF «Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector» (Общие системы очистки/управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе) и заключение по НДТ, охватывающее виды деятельности, указанные в разделах 4 и 6. 11 Приложения I к Директиве 2010/75/ЕС.

Основным нормативным правовым актом, регулирующим вопросы сбора, очистки и отведения сточных вод населенных пунктов, а также очистки и отведения сточных вод некоторых отраслей промышленности является Директива Совета Европейского Сообщества от 21 мая 1991 г. «Об очистке городских стоков» (91/271/ЕЕС). Директива 91/271/ЕЕС устанавливает требования к системам сбора городских сточных вод; сбросу сточных вод в водные объекты; к промышленным сточным водам; методам мониторинга и оценки результатов. Кроме того, Директивой 91/271/ЕЕС закреплен перечень контролируемых в составе очищенных городских сточных вод загрязняющих веществ и их предельные допустимые концентрации, а также минимальный уровень (процент) снижения содержания загрязняющих веществ в составе городских сточных вод в процессе их очистки.

Поверхностные водные объекты и их участки согласно Директиве 91/271/ЕЕС категоризируют на «наиболее важные» и «наименее важные» участки, для каждого из которых установлены требования к качеству сбрасываемых в них очищенных сточных вод и технологическим процессам, необходимым для достижения установленных требований к качеству очищенных сточных вод. Таким образом, основные положения Директивы 91/271/ЕЕС учитывают, как задачи предотвращения загрязнения водных объектов, так и возможность применения наилучших доступных технологий для очистки сточных вод.

Соединенные Штаты Америки. основополагающим нормативным правовым актом, устанавливающим базовую структуру для регулирования сбросов загрязняющих веществ в водные объекты Соединенных Штатов Америки (далее – США) и регулирования стандартов качества поверхностных вод является Закон «О чистой воде» (CWA). Закон устанавливает основные цели и задачи реализации своих основных положений, определяет полномочия Агентства по охране окружающей среды США (EPA) (далее – АООС), органов власти штатов и местных органов управления [1].

В отличие от ЕС, в США отсутствует последовательная политика в области НДТ или единый процесс выработки стандартов результативности для применяемых технологий. Несмотря на это, концепция НДТ широко распространена в природоохранной деятельности страны. Некоторые стандарты результативности для применяемых НДТ используются в рамках отрасли по всей стране (национальные стандарты), их разрабатывает АООС. Ряд стандартов разрабатывают и используют отдельно для каждого случая в ходе процесса выдачи разрешений, где в качестве уполномоченного органа, как правило, выступает управление охраны окружающей среды на местном уровне или на уровне штата.

В США в области охраны водных ресурсов действует две системы стандартов: первая закрепляет нормативы сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод потенциальных источников загрязнения, вторая устанавливает требования к качеству вод, необходимые для их использования по назначению. Нормы и требования стандартов результативности для применяемых НДТ устанавливаются исходя из технических возможностей их реализации и финансовых затрат, необходимых для их соблюдения, а также с учетом того, являются предприятия новыми или действующими на момент введения в действие стандартов.

Для существующих предприятий, сбрасывающих сточные воды непосредственно в водный объект, различают: наилучшие доступные практически осуществимые технологии предотвращения загрязнений (ВРТ) – ориентируются на средние показатели наилучшей результативности промышленных предприятий отрасли с учетом сопоставления предстоящих затрат с экономическими и социальными выгодами от уменьшения загрязнения вод (затраты должны быть соразмерны с предполагаемыми выгодами); наилучшие распространенные (типовые) технологии очистки сточных вод от нетоксичных загрязняющих веществ (ВСТ) – в отличие от ВРТ характерны, как правило, для объектов очистных сооружений сточных вод населенных пунктов; наилучшие доступные экономически приемлемые технологии (ВАТ) – ориентируются на лучшее, наиболее передовое предприятие отрасли (затраты на реализацию ВАТ могут значительно превышать предполагаемые выгоды). Для новых предприятий применяются стандарты, основанные на наилучших имеющихся образцах технологий (BDAT).

Российская Федерация. Основным нормативным правовым актом, определяющим правовые основы государственной политики в области наилучших доступных технологий, является Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Деятельность в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения входит в Перечень областей применения наилучших доступных технологий, утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 года № 2674-р. Очистные сооружения сточных вод централизованных систем водоотведения, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года № 2398, разделены на 4 категории.

В перечень объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее 60 %, включено 300 объектов, 77 из которых (25,7 %) – очистные сооружения сточных вод предприятий водопроводно-канализационного хозяйства [2]. Все эти предприятия обязаны подать заявку на комплексные экологические разрешения (далее – КЭР) до 31 декабря 2024 года включительно [3]. Очистные сооружения сточных вод централизованных систем водоотведения, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к II-IV категориям, обязаны получить КЭР до 1 января 2025 года [3].

Таким образом, в настоящее время в Российской Федерации осуществляется активный переход предприятий водопроводно-канализационного хозяйства на НДТ. При этом под внедрением НДТ понимают модернизацию технологических процессов очистки сточных вод и достижение нормативов сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод, установленных КЭР. Сведения о технологических процессах, применяемых для достижения нормативов, соответствующих НДТ, содержатся в информационно-технических справочниках по наилучшим доступным технологиям (далее – ИТС НДТ). Разработкой ИТС НДТ занимаются технические рабочие группы (далее – ТРГ). Координацию работ осуществляет Бюро НДТ. Решение об утверждении проекта ИТС НДТ оформляется приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

В Российской Федерации в настоящее время действуют следующие информационно-технические справочники, затрагивающие вопросы водоотведения и очистки сточных вод: «ИТС 10-2019 Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов», «ИТС 8-2015 Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» и «ИТС 47-2017 Системы обработки (обращения) со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности».

Республика Беларусь. Основу правового регулирования Республики Беларусь в области использования и охраны водных ресурсов и управления водохозяйственными системами составляют Кодексы и Законы Республики Беларусь, Указы Президента Республики Беларусь.

Основным нормативным документом, регулирующим отношения, возникающие при владении, пользовании и распоряжении водами и водными объектами, является Водный кодекс Республики Беларусь (далее – Водный кодекс). Положения Водного кодекса содержат требования по обеспечению применения наилучших доступных технических методов при проектировании, возведении зданий, сооружений и других объектов, оказывающих воздействие на водные объекты, а также закрепляют обязанности водопользователей по внедрению наилучших доступных технических методов.

Термин «наилучшие доступные технические методы» (далее – НДТМ) закреплен в Законе Республики Беларусь от 26. 11. 1992 № 1982-ХП «Об охране окружающей среды». Порядок сбора, накопления и распространения информации о наилучших доступных технических методах, установлен Инструкцией о порядке сбора, накопления и распространения информации о наилучших доступных технических методах [4].

В период 2012-2018 гг. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь разработан перечень пособий по НДТМ для ряда производств и отраслей промышленности: производство продуктов питания, напитков и молока; литейное производство; переработка отходов; целлюлозно-бумажная промышленность; производство технического углерода. Все перечисленные выше пособия по НДТМ содержат положения, затрагивающие вопросы водоотведения и очистки производственных сточных вод.

Следует отметить, что по данным Государственного водного кадастра Республики Беларусь за период 2016–2020 гг. наибольший объем сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты по видам экономической деятельности, приходится на вид экономической деятельности, относящейся к секции Е «Услуги по снабжению водой, очистке сточных вод, утилизации и обезвреживанию отходов» (далее – секции Е). Доля сточных вод предприятий секции Е в общем объеме сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты за

2016–2020 гг., в среднем составляет около 48 %. Данный фактор обусловлен тем, что большинство промышленных предприятий в черте населенных пунктов отводит сточные воды в систему централизованной канализации населенного пункта для их последующей очистки на коммунальных очистных сооружениях.

При этом в Республике Беларусь до настоящего времени не определены НДТМ для технологических процессов очистки сточных вод коммунальных очистных сооружений населенных пунктов. Актуальность разработки пособия по НДТМ для данного вида экономической деятельности обусловлена, прежде всего, существенным вкладом этих предприятий в массу загрязняющих веществ, сбрасываемых в поверхностные водные объекты, и широким спектром загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду в составе очищенных сточных вод. Важным фактором является также необходимость модернизации (реконструкции) значительного количества коммунальных очистных сооружений сточных вод, проводить которую целесообразно с использованием комплексного подхода к процессу очистки сточных вод и обработке осадка сточных вод.

В заключение следует отметить, что процессы внедрения и функционирования систем НДТ для различных стран имеют свои характерные особенности, обусловленные местными условиями, особенностями национального законодательства, состоянием окружающей среды и т. д. Вместе с тем, общим для всех стран является принципиальный подход к построению системы НДТ, основанный на следующих ключевых элементах: наличие классификации (категорирования) объектов, оказывающих воздействие на окружающую среду; осуществление хозяйственной деятельности таких объектов на основе комплексных природоохранных (экологических) разрешений, содержащих технологические показатели (нормативы сбросов, уровни эмиссий), разработанные на основе справочников (заключений, пособий) по НДТ.

С учетом наличия в Республике Беларусь действующей законодательной базы для разработки, внедрения и распространения НДТМ, а также положительного опыта разработки пособий по НДТМ для отдельных отраслей промышленности, целесообразно адаптировать опыт зарубежных стран в части разработки и поэтапного внедрения НДТ в области очистки сточных вод населенных пунктов. Важно, чтобы такие справочники (пособия) содержали актуальные сведения о технически доступных и экономически целесообразных технологических приемах (их комбинациях), позволяющих достигать установленных нормативов воздействия на окружающую среду.

Список литературы

1 О чистой воде (Clean Water Act, CWA) [Электронный ресурс]: Закон Соединенных Штатов Америки, 1972 // United States Environmental Protection Agency. – Режим доступа: <https://www.epa.gov/history/epa-history-clean-water-act>. – Дата доступа: 24.04.2022.

2 Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее, чем 60 процентов [Электронный ресурс]: приказ М-ва прир. рес. и экологии РФ, 18 апр. 2018 г., №. 154 // Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201807020040?rangeSize=1>. – Дата доступа: 24.04.2022.

3 О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]: Федеральный закон, 21. 07. 2014 г., №. 219-ФЗ // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420208818>. – Дата доступа: 24.04.2022.

4 Об утверждении инструкции о порядке сбора, накопления и распространения информации о наилучших доступных технических методах [Электронный ресурс]: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ, 8 июня. 2009 г., №. 38 // Информационно-поисковая система «ЭТАЛОН-ONLINE». – Режим доступа: <https://etalonline.by/document/?regnum=w20921168>. – Дата доступа: 24.04.2022.

Y. Akhmadziyeva¹, S. Dubianok²

**ANALYSIS OF APPROACHES TO THE IMPLEMENTATION
OF BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES FOR WASTEWATER TREATMENT
IN THE REPUBLIC OF BELARUS
AND FOREIGN COUNTRIES**

¹*State Production Association «Belvodokanal»,
Minsk, Republic of Belarus,
ahmadiyeva@belvodokanal.by*

²*Belarusian National Technical University,
Minsk, Republic of Belarus,
dsnega@list.ru*

Abstract. The article analyzes the international legislation and the legislation of the Republic of Belarus, regulating the issues of the best available technologies (hereinafter referred to as BAT) in the field of wastewater treatment. Approaches to the introduction and application of BAT systems are analyzed, their common and special features are identified, as well as key elements that ensure the effective functioning of such systems.

Key words: best available technologies, sewage treatment, water bodies, pollutants.

УДК 633. 88:582. 63:615

Е. Г. БУСЬКО, А. С. ГЕОРГИЕВА, Е. В. АКШЕВСКАЯ

**БИОХИМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
САБЕЛЬНИКА БОЛОТНОГО (*COMARUM PALUSTRE L.*)**

*Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь,
alenageorgieva834@gmail.com*

Рассмотрена биохимическая и эколого-фармакологическая значимость надземной и корневой частей сабельника болотного. Проведено исследование геоклиматических особенностей произрастания вида, а также его биохимический состав и перспективы применения в медицине и фармакологии.

Ключевые слова: сабельник болотный, биохимический состав, биологически активные вещества, медицина, фармакология, экология.

Введение. Лекарственные растения возможно встретить во всех географических регионах. Благодаря своей распространённости, доступности и ценным свойствам лекарственные растения используются человеком с древних времён. Лечебные свойства таких растений зависят от наличия в них разнообразных групп химических соединений: алкалоидов, сапонинов, дубильных веществ, смол, эфирных масел, микроэлементов и витаминов [7].

Материалы, объекты и методы исследования. В представленной работе использованы следующие методы исследования: экологические, описательные морфологические, биохимические и статистические.

Объектом настоящего исследования является сабельник болотный (*Comarum palustre L.*) (рисунок 1). Сабельник болотный – это многолетнее, лекарственное растение, относящееся к семейству Розоцветных (*Rosaceae*). Обладает длинным, ползучим, слегка одревесневающим

корневищем. Стебель у основания лежачий, укореняющийся, в верхней части приподнимающийся. Листья непарноперистые, верхние тройчатые, листочки сверху темно-зеленые, снизу беловато-войлочные. Цветки темно-пурпуровые, собраны на верхушке стебля по 2–5 в редкие щитковидные соцветия.

Произрастает по низинным и переходным болотам, заболоченным лугам и берегам водоемов. Встречается практически на всей территории Республики Беларусь [8].

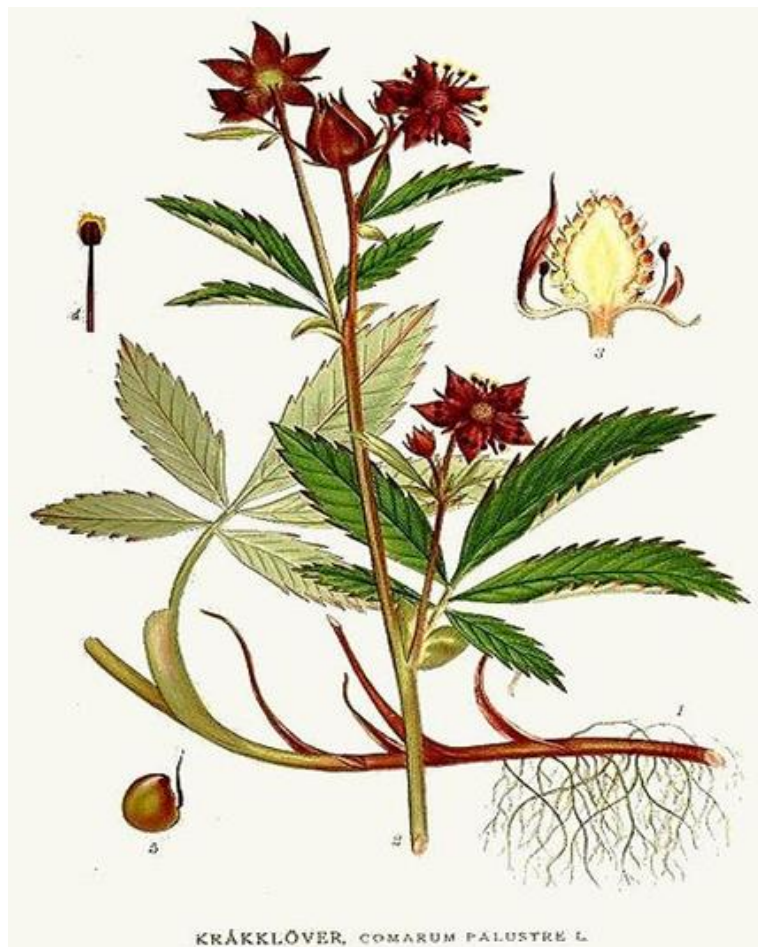


Рисунок 1 – Сабельник болотный (*Comarum palustre* L.)

Распространён на Украине, в европейской части России, в Западной и Восточной Сибири, включая арктические районы, на Дальнем Востоке, на Кавказе, а также в Северной Америке, Китае и Японии.

В настоящее время в Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь учтено 119 452 популяции вида на площади 139 401,3 га. Наибольшие площади вида сосредоточены в Брестской (32 089,3 га) и Гомельской (29 047,6 га) областях, наименьшая – в Могилевской области (14 897,5 га). По административным районам вид наиболее распространен в Столинском (4 715,4 га), Лунинецком (3 167,2 га) и Ивацевичском районах (3 075,8 га) (рисунок 2) [4].

Результаты и их обсуждение. Установлено, что сабельник болотный содержит ряд биологически активных веществ. Его листья содержат дубильные вещества (до 12,5%), аскорбиновую кислоту (431 мг%), каротин (19 мг%); фенолкарбоновые кислоты и их производные, флавоноиды кемпферол и квертецин. В траве находится аскорбиновая кислота (185 мг%), каротин (17,5 мг%), дубильные вещества, сапонины; флавоноиды; органические кислоты (изомаслянная, изовалерьяновая) и эфирные масла. В стебле растения – дубильные вещества и флавоноиды (госсипетрин). В корневище – дубильные вещества (до 10 %), свободная галловая кислота, катехины, флавоноид госсипетрин, эфирные масла и сапонины [1, 3].

Надземная и подземная части сабельника болотного (*Comarum palustre* L.) содержат одни и те же биологически активные вещества, однако их концентрация несколько различна. Надземная часть сабельника болотного имеет более высокую концентрацию таких веществ, как дубильные соединения, флавоноиды и фенолкарбоновые кислоты, в отличие от подземной. Установлена корреляционная зависимость между экзогенными факторами (местом произрастания, плодородием почвы и климатическими показателями) и концентрацией химических элементов [9].

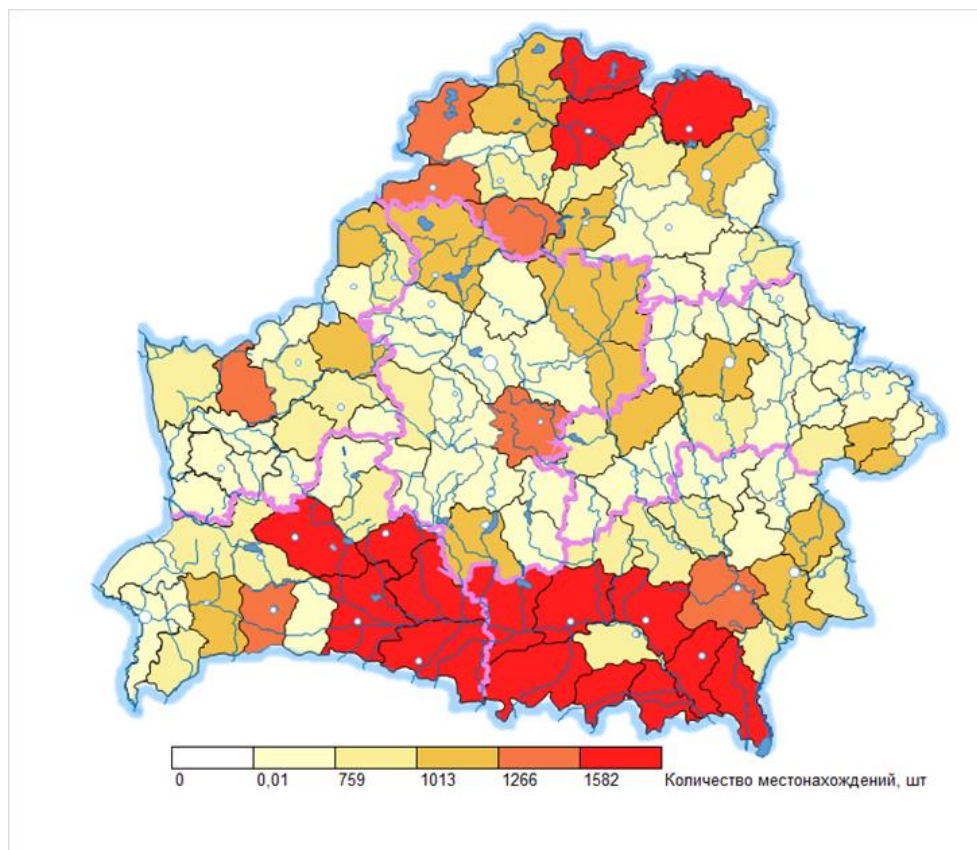


Рисунок 2 – Количество популяций сабельника болотного (*Comarum palustre* L.) на территории Беларуси

В таблице 1 представлен биохимический состав надземной части сабельника болотного (*Comarum palustre* L.), содержание биологически активных веществ, макро- и микроэлементов.

В связи с перечисленными выше особенностями вида, сабельник болотный широко используется в медицине, а также является компонентом ряда биологически активных добавок и препаратов. В народной медицине он используется в виде отваров и настоев травы, и корневища как кровоостанавливающее, ранозаживляющее, противовоспалительное, вяжущее, желчегонное, потогонное, болеутоляющее и противоопухолевое средство.

Применяется сабельник при лечении желудочно-кишечных заболеваний, дизентерии, ревматизма, гриппа, кровотечений, нарушений обмена веществ, гинекологических заболеваний и различных новообразований. Водные настои сабельника замедляют общую свертывающую активность крови, не изменяя при этом образование тромбина. В эксперименте препараты сабельника проявляют антибактериальную, ранозаживляющую, болеутоляющую и гипотензивную активность. Используется также при лечении тромбофлебита, нарушений обмена веществ, при маточных кровотечениях, желтухе, холецистите и заболеваниях ЖКТ. Настои и настойки корней принимают внутрь при суставных заболеваниях, ревматизме, остеохондрозе, радикулите и при простудной ломоте тела. Свежесобранную и измельченную траву прикладывают к инфицированным ранам, опухолкам, а мазь – при мастопатии. Кроме того сок сабельника обладает фитонцидными свойствами, его применяют для лечения инфицированных ран [2, 7, 11].

Таблица 1 – Биохимические показатели сабельника болотного [3, 9, 10, 11]

Показатель	Надземная часть
Дубильные вещества, %	11,9–14,7
Аскорбиновая кислота, мг%	185
Каротиноиды, мг%	11,3–12,5
Фенолкарбоновые кислоты и их производные, %	0,5–2,8
Флавоноиды, %	0,5–0,6
Кумарины, %	0,6–0,7
Эфирные масла, %	0,03–0,06
K, мг/г	10,8
Ca, мг/г	11,9
Mg, мг/г	5,2
Fe, мг/г	0,7
Mn, мкг/г	128,0
Cu, мкг/г	8,2
Zn, мкг/г	48,7
Ba, мкг/г	87,9
Ni, мкг/г	1,1
Sr, мкг/г	3,9
Pb, мкг/г	1,3
B, мкг/г	24,8

Корневище с корнями сабельника болотного обладают противовирусной активностью благодаря наличию проантоцианидинов. Их содержание подчеркивает клеточный механизм противовирусного эффекта, выражающийся в усилении резистентности клеток к цитопатическому действию вирусов. Выраженная противовирусная активность и отсутствие побочных эффектов позволяют говорить об эффективном и безопасном использовании экстрактов корневищ и корней сабельника болотного в профилактике и лечении вирусных заболеваний [6]. Установлено, что проявление антиоксидантной активности вегетативных органов сабельника болотного снижается в ряду: листья > стебли > корневища и корни [5].

Заключение.

1. При проведении биохимической оценки сабельника болотного, установлено, что наибольшей биохимической и эколого-фармакологической значимостью вида обладает его надземная часть.
2. Изучение геоклиматических особенностей произрастания вида, а также его особенности распространения на территории Республики Беларусь, позволило заключить, что он наиболее широко представлен в Гомельском и Брестском регионах страны.
3. Дальнейшее изучение исследованного вида необходимо для более детального понимания фармакологического действия биологически активных веществ на организм человека, а также широкомасштабного производства лекарственных препаратов на основе сабельника болотного.

Список литературы

- 1 Tomczyk, M. *Potentilla* review of its phytochemical and pharmacological profile / M. Tomczyk, K. P. Latté // *J. Ethnopharmacol.* 122 (2). – 2009. – P. 184–204.
- 2 Все о лекарственных растениях. – Санкт-Петербург: ООО «СЗКЭО», 2016. – 192 с.
- 3 Голубев, С. В. Изучение минерального состава и состава летучих сабельника болотного / С. В. Голубев, А. А. Ефремов // *Химия растительного сырья.* – №. 1. – 2012. – С. 105–109.
- 4 Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь. Основы кадастра. Первичное обследование 2002–2017 гг. – Мн., 2019. – 599 с.

- 5 Ёршик, О. А. Антиоксидантная активность сабельника болотного *Comarum palustre* L. / О. А. Ёршик, Г. Н. Бузук // Вестник фармации. – 2013. – №. 3 (61). – С. 81–85.
- 6 Ёршик, О. А. Противовирусная активность проантоцианидинов сабельника болотного и туи западной / О. А. Ёршик, Г. Н. Бузук // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2015. – Т. 14. – №. 2. – С. 107–112.
- 7 Махлаюк, В. П. Лекарственные растения в народной медицине / В. П. Махлаюк – Саратов: Приволожское книжное издательство, 1993. – 544 с.
- 8 Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфёнова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с..
- 9 Скляревская, Н. В. Фармакогностическое изучение надземной части сабельника болотного (*Comarum palustre* L.), произрастающего на северо-западе России: автореф. дис. ... канд. фарм. наук: 15. 00. 02. / Н. В. Скляревская; ГОУ ВПО Санкт-Петербургской гос. хим. -фарм. акад. – Санкт-Петербург, 2009. – 25 с.
- 10 Стругар, Й. Фитохимическое изучение травы и корней сабельника болотного (*Comarum palustre* L.): дис. ... канд. фарм. наук: 3. 4. 2. / Й. Стругар. – СПб, 2022. – 124 с.
- 11 Стругар, Й. Химические компоненты *Comarum palustre* L. и их биологическая активность / Й. Стругар, М. Н. Повыдыш // Здоровье и образование в XXI веке. – 2020. – №. 12. – С. 126–140.

Eu. G. Buško, A. S. Georgieva, E. V. Akshevskaya

BIOCHEMICAL, ECOLOGICAL AND PHARMOLOGICAL ASSESSMENT OF THE BOLONY SAUCE (*COMARUM PALUSTRE* L.)

*Sakharov International State Ecological Institute of Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
alenageorgieva834@gmail.com*

Abstract. The biochemical, ecological and pharmacological significance of the aboveground and root parts of the marsh saber is considered. A study of the geoclimatic features of the growth of the species, as well as its biochemical composition and prospects for use in medicine and pharmacology.

Key words: Comarum palustre, biochemical composition, biologically active substances, medicine, pharmacology, ecology.

УДК 595. 752. 2

М. М. ВОРОБЬЁВА

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ У ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ ТЛЕЙ НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ГЕНА COI

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь,
vorobjeva.m@polessu.by*

В работе представлены результаты сравнительного анализа изменчивости нуклеотидных последовательностей гена COI у видов тлей, осуществивших экспансии на территории Беларуси, и принадлежащих к категории чужеродных инвазивных. Показано, что полифаги из Азии демонстрируют наибольший уровень вариабельности последовательностей COI в сравнении с тлями из других эколого-биологических групп.

Ключевые слова: чужеродные инвазивные виды, субъединица I цитохромоксидазы с (COI), тли, изменчивость, биология, экология.

Изменчивость нуклеотидных последовательностей гена субъединицы I цитохромоксидазы с (COI) не связана с давлением отбора на популяции или вид в целом. Функции белков, кодируемых данным геном, у животных консервативны, в связи с чем у гемиптероидных насекомых на изменчивость гена COI влияют фундаментальные биологические признаки, характеризующие таксон в целом. Это делает ген COI чрезвычайно удобной моделью для изучения особенностей молекулярной эволюции гемиптероидных насекомых, в том числе тлей, в связи с их эволюционной историей, экологическими и биологическими особенностями [1, 2].

Учитывая, что общая изменчивость генома лежит в основе способности популяций выживать в динамичных условиях окружающей среды и противостоять давлению естественного отбора, получение знаний о механизмах, определяющих эту изменчивость, позволит строить прогнозы об успешности освоения тлей новых условий и расширению территорий, что крайне важно учитывать при работе с чужеродными инвазивными видами [3]. Цель – установить наличие (отсутствие) влияния особенностей биоэкологических адаптаций на изменчивость нуклеотидных последовательностей гена COI у тлей, принадлежащих к числу инвазивных Беларуси.

Таблица 1 – Виды гемиптероидных насекомых, используемые в настоящем исследовании [4]

Вид	Русское название вида	Категория	Происхождение	Дата вселения/Находки
<i>Panaphis juglandis</i> (Goeze, 1778)	Тля большая ореховая (пестрая)	A2	Средиземноморье	2000–2010 гг.
<i>Drepanosiphum platanoidis</i> (Schrank, 1801)	Тля большая Яворовая	A2	Западная и Южная Европа	не известна
<i>Phyllaphis fagi</i> Linnaeus, 1767	Тля буковая	A1	Западная и Южная Европа	50–60-е годы XX в.
<i>Hyadaphis tataricae</i> Aizenberg, 1935	Тля верхушечная жимолостная	A3	Центральная Азия	середина XX в.
<i>Aphis spiraeicola</i> Patch, 1914	Тля зеленная Цитрусовая	A2	Регионы Южной Европы	первое десятилетие XXI
<i>Brevicoryne brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	Тля капустная	A3	Европейское Средиземноморье	не известна
<i>Cryptomyzus ribis</i> Linnaeus, 1758	Тля красногалловая Смородинная	A3	Северная Америка	не известна
<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	Тля люцерновая	A3	Северная Америка	не известна

В работе использовали 48583 нуклеотидные последовательности гена COI 8 видов тлей [4]. Нуклеотидные последовательности гена COI нужной длины для *Brachycaudus divaricatae* Shaposhnikov, 1956 отсутствовали в GenBank, в связи с чем данный вид был исключен из исследования (таблица 1).

Нуклеотидные последовательности COI были получены как из базы данных GenBank NCBI, так и расшифрованы автором.

Насекомые, нуклеотидные последовательности которых использованы в работе, на основании литературных данных разделены на группы в зависимости от типа пищевой специализации (монофаги, олигофаги и полифаги) и географической принадлежности (Америка, Азия, Европа, Австралия и Африка)..

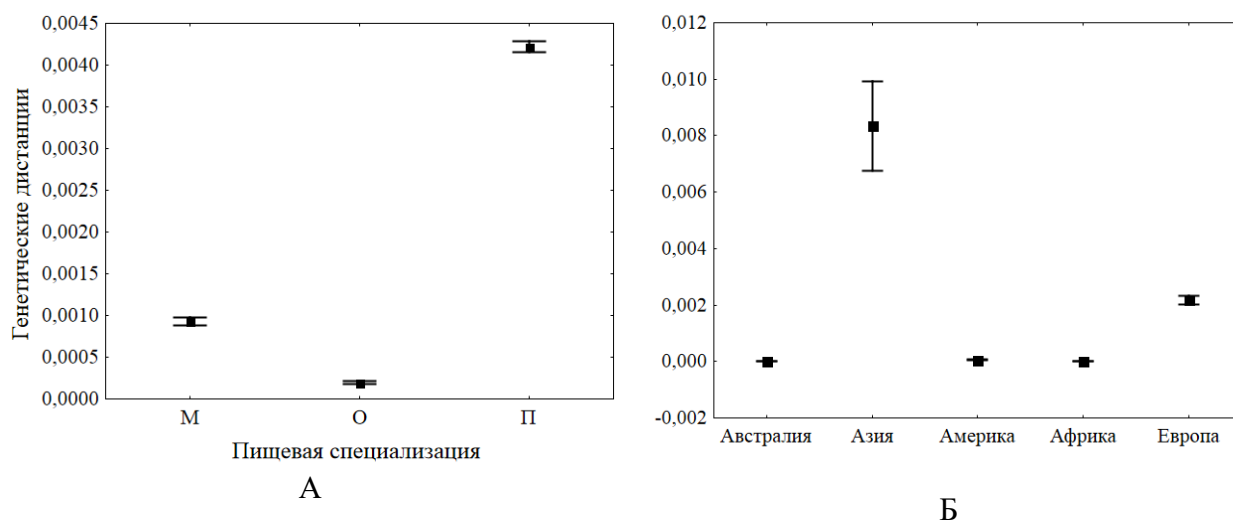
Выравнивание последовательностей COI осуществляли в программе MEGA7. В этой же программе провели выбор лучшей модели нуклеотидных замещений, рассчитали внутривидовые генетические дистанции методом максимального правдоподобия (Maximum likelihood) с использованием трехпараметрической модели Тамуры (T92).

Сравнение внутривидовых генетических дистанций у насекомых из разных групп провели методом многофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) в программе Statistica. Статистически значимыми считали результаты, для которых $p \leq 0,01$.

Среднее значение внутривидовой генетической дистанции у полифагов было равным $0,0042 \pm 0,002$, при $p < 0,00$ (здесь и далее по тексту первый показатель – среднее значение, второй – стандартная ошибка). У олигофагов и монофагов этот показатель оказался несколько ниже: $0,0009 \pm 0,002$ и $0,0002 \pm 0,002$, при $p < 0,00$. При разбиении общей выборки на географические регионы оказалось, что у образцов из Азии среднее значение парной внутривидовой генетической дистанции равно $0,008 \pm 0,014$, в то время как у образцов из Австралии, Америки и Африке $0,000 \pm 0,000$ и Европы $0,002 \pm 0,003$ при $p \leq 0,01$.

Для того, чтобы установить какие из анализируемых показателей вносят вклад в дисперсию значений внутривидовой генетической дистанции, был проведен дисперсионный анализ.

Оказалось, что спектр кормовых растений ($p = 0,0000$; $F = 1389,5383$ между монофагами, олигофагами и полифагами) и географическая принадлежность ($p = 0,0000$; $F = 962,0052$ между образцами из Азии и Европы, а также Америки, Австралии и Африки) вносят вклад в формирование внутривидового полиморфизма COI у тлей, способных к инвазиям на новые территории (рисунок 1).



М – монофаги; О – олигофаги; П – полифаги

Рисунок 1 – Средневзвешенные значения парных внутривидовых генетических дистанций, рассчитанные на основе анализа последовательностей гена COI, у тлей с разными спектрами кормовых растений (А) и географическими регионами (Б)

Исследования показали, что существенный вклад в формирование уровня внутривидового генетического полиморфизма последовательностей гена COI у инвазивных видов тлей вносят такие особенности биологии и экологии как широта круга кормовых растений и географическая принадлежность. Сравнительный анализ парных внутривидовых генетических дистанций позволил заключить, что полифаги из Азии демонстрируют наибольший уровень вариабельности последовательностей COI в сравнении с тлями из других эколого-биологических групп.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор №. Б22МВ-013).

Список литературы

- 1 Species identification of aphids (Insecta: Hemiptera: Aphididae) through DNA barcodes / R. G. Foottit [et al.] // *Molecular Ecology Resources*. – 2008. – Vol. 8, iss. 6. – P. 1189–1201.
- 2 Evolutionary and genetic aspects of aphid biology: A review / D. F. Hales [et al.] // *Eur. J. Entomol.* – 1997. – Vol. 94, n. 1. – P. 474–487.
- 3 Vilcinskas, A. *Biology and ecology of aphids* / A. Vilcinskas. – Germany: CRC Press Taylor & Francis Group, 2016. – 282 pp.
- 4 Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В. П. Семенченко [и др.]; под общ. ред. В. П. Семенченко, С. В. Буга; Нац. акад. Наук Беларуси, Науч. -практ. центр по биоресурсам. – Минск : Бел. навука, 2020. – 163 с.

M. M. Varabyova

THE INFLUENCE OF THE ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL TRAITS OF SPECIES IN INVASIVE APHIDS ON GENE COI VARIABILITY

*Polessky State University,
Pinsk, Republic of Belarus,
vorobjeva.m@polessu.by*

Abstract. The results of comparative analysis of genetic variability of COI genes in aphids, which have carried out the expansion of Belarus and they are coming now alien invasive species. It is found out that species being polyphagous from Asia with have the highest level of genetic variability of COI nucleotide sequences comparing to aphids from other ecological and biological groups.

Keywords: alien invasive species, cytochrome oxidase c subunit I (COI), aphids, variability, biology, ecology.

УДК 504. 5 + 551. 5 (476)

Е. И. ГАЛАЙ, Г. С. ФИЛИПЧИК

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ СТАЦИОНАРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ВИТЕБСКОЙ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТЕЙ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
gaom@mail.ru, filipcikleb@gmail.com*

В статье дается анализ выбросов стационарных источников в атмосферный воздух Витебской и Гомельской области. Территориальная дифференциация загрязнения выражалась через значение стандартного отклонения. Установлено, что преобладающая часть административных районов областей отличается среднеобластным и пониженным уровнем выбросов в воздух.

Ключевые слова: атмосферный воздух, стационарные источники выбросов, загрязняющее вещество.

Согласно Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. в области экологии необходимо сохранение благоприятной окружающей среды для жизни нынешних и будущих поколений, обеспечение экологической безопасности, снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду. К частным стратегическим целям относится улучшение качества атмосферного воздуха. Для обоснования и разработки мероприятий по оптимизации окружающей среды необходимо оценить состояние приземных слоев атмосферы. Поэтому необходимо проанализировать изменение выбросов загрязняющих веществ в воздух в Витебской и Гомельской области. В 2020 г. по выбросам от стационарных источников лидирует в Республике Витебская область, на втором месте – Гомельская область. Удельный вес выбросов загрязнителей от мобильных источников в воздух минимален в Беларуси в Витебской области и составляет 43,2 % к общему объему выбросов [3], на 8,3 % больше выбросы в Гомельской области. Рассматриваемые показатели свидетельствуют о значимости промышленных предприятий в изменении экологического состояния атмосферы.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, предприятия области производят 14,1 % республиканского объема промышленной продукции в 2019 г. [2]. Область производит значительное количество электроэнергии, нефтепродуктов, станков для обработки металлов, полимеров, муки известняковой и доломитовой для известкования кислых почв, льняных тканей, обуви, ковров и ковровых изделий.

Цель работы – сравнительный анализ выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Витебской и Гомельской областей от стационарных источников за пятилетний период (2016–2020 гг.).

По предложенной автором методике ранжированы районы с различным уровнем выбросов загрязнителей в воздух стационарными источниками относительно среднеобластного уровня [1]. Территориальная дифференциация загрязнения за пять лет выражалась через значения стандартного отклонения.

В результате статистической обработки данных Национального статистического комитета Республики Беларусь по предложенной автором методике установлено, что к районам с очень высоким уровнем выбросов загрязняющих веществ по сравнению со среднеобластным за 2016–2020 гг. относятся Полоцкий, Чашникский, Оршанский районы. В этой группе районов средний показатель за четыре года изменяется от 7,84 тыс. т в Оршанском районе до 55,08 тыс. т в Полоцком районе. К группе районов с высоким уровнем выбросов по сравнению со среднеобластным показателем относится Витебский район, с повышенным уровнем – один район (Глубокский). К группе районов с пониженным уровнем выбросов по сравнению со среднеобластным относятся 19 % административных районов Витебской области. В этой группе минимальное значение показателя – 0,46 тыс. т в Россонском районе, максимальное – 0,66 тыс. т в Сенненском.

В среднем за 2016–2020 гг. наиболее многочисленна группа районов со средним уровнем выбросов – 12 районов. В рассматриваемую группу районов входят Браславский, Городокский, Миорский, Толочинский, Шумилинский и другие районы. В среднем за пять лет промышленные предприятия выбросили от 0,84 тыс. т в Докшицком районе до 2,18 в Толочинском районе. Промышленные предприятия неравномерно размещены в области.

Полоцкий район характеризуется многоотраслевой структурой промышленности и является одним из основных центров нефтепереработки в республике. К основным предприятиям-загрязнителям района относятся ОАО «Нафтан», завод «Полимир» ОАО «Нафтан», Новополоцкая ТЭЦ РУП «Витебскэнерго» в г.Новополоцке, ОАО «Полоцк-Стекловолокно» в г. Полоцке, ОАО «Полоцктранснефть «Дружба» в Полоцком районе. От этих пяти предприятий в атмосферный воздух поступает 95 % от всех выбросов загрязняющих веществ района [5]. Одним из крупнейших экономически развитых регионов Витебской области является Чашникский район, на территории которого расположена самая мощная электростанция в северо-западном регионе СНГ – филиал Лукомльская ГРЭС РУП «Витебскэнерго».

В течение пятилетнего периода в большинстве районов Витебской области отмечается неоднозначное изменение выбросов. В Глубокском, Лепельском, Ушачском районах уменьшается количество выбросов. В Полоцком районе с 2016 г. по 2019 г. промышленные предприятия увеличили количество выбросов на 7,1 тыс. т, в последующем году произошло значительное их уменьшение. От стационарных источников Чашникского района в 2020 г. поступило в воздух на 9,4 тыс. т больше поллютантов по сравнению с 2016 г.

В результате исследований установлено, что минимальная эмиссия загрязняющих веществ в воздух Гомельской области отмечена в Наровлянском районе (0,3 тыс. т), максимальная – 33,6 тыс. т в Мозырском районе. Административные районы области ранжированы по рассматриваемому показателю на шесть групп. Наиболее многочисленна группа районов со среднеобластным уровнем выбросов (29 % районов). К их числу относится Ветковский (2,0 тыс. т), Петриковский (2,02 тыс. т), Житковичский (2,18 тыс. т), Калинковичский (2,68 тыс. т) районы. Наиболее малочисленна группа с повышенным уровнем, которая представлена одним районом (Буда-Кошелевский – 3,42 тыс. т). 24 % районов характеризуется пониженным уровнем выбросов загрязнителем в воздух. К их числу относится Ельский, Кормянский, Чечерский и др. Объем выбросов в группе отличается на 0,14 тыс. т между максимальным и минимальным значением.

Низкий уровень выбросов загрязняющих веществ в воздух отмечен в трех районах, так же, как и очень высокий уровень выбросов по сравнению со среднеобластным. Значительный вклад в загрязнении атмосферы выбросами промышленных предприятий вносят такие районы, как Гомельский, Жлобинский, а особенно Мозырский. Высоким уровнем выбросов загрязнителей характеризуется Речицкий и Светлогорский районы. В Мозырском районе развито машиностроение, нефтехимическая, деревообрабатывающая, пищевая промышленность. Основное количество выбросов в атмосферный воздух обусловлено функционированием ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод», Мозырской ТЭЦ, КДУП «Мозырьтеплосеть», ОАО «Мозырьсоль», ОАО «Мозырьдрев». Основное количество загрязняющих веществ от стационарных источников поступает в воздушную среду г. Светлогорска в результате функционирования ПО «Химволокно», Светлогорской ТЭЦ, ОАО целлюлозно-картонного комбината и др. В Гомельском районе развито машиностроение, химическая промышленность, лесная и деревообрабатывающая, промышленность стройматериалов и др. На пять районов области приходится более 50% выбросов в воздушную среду области.

Таким образом, Гомельская область по среднеобластному количеству выбросов превосходит Витебскую область. Очень высокий уровень выбросов поллютантов характерен для 14 % административных районов Гомельской области и 14 % районов Витебской области, высокий – для 10 % и 5 % районов соответственно, пониженный уровень – для 24 % и 19 % районов. В каждой области один из районов отличается повышенным уровнем выбросов в воздух. В Гомельской области по сравнению с Витебской 14 % районов относятся к группе с низким уровнем выбросов. Ранжирование районов по уровню выбросов позволяют рекомендовать воздухоохраные мероприятия для каждой группы.

Список литературы

1 Галай, Е. И. Пространственно-временная изменчивость загрязнения атмосферного воздуха Гомельской области выбросами стационарных источников / Е. И. Галай // Региональные проблемы экологии: пути решения: материалы IV международного экологического симпозиума, Новополоцк, 21-23 ноября 2007 г.: в 3 т. / Полоцкий гос. ун-т; отв. за вып. В. К. Липский. – Новополоцк, 2007. – Т. 1. – С. 18–22.

2 Регионы Республики Беларусь. Статистический сборник. Т. 2. Основные социально-экономические показатели городов и районов 2020 / редкол. : И. В. Медведева [и др.]. – Минск : Нац. стат. комитет РБ, 2020. – 582 с.

3 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник / редкол. : И. В. Медведева [и др.]. – Минск : Нац. стат. комитет РБ, 2021. – 251 с.

4 Полоцкий район. Местный экологический план действий. – Минск : ТМ АРГО-ГРАФИКС, 2014. – 48 с.

E. I. Galai, G. S. Philipchik

COMPARATIVE ANALYSIS OF POLLUTANT EMISSIONS FROM STATIONARY SOURCES IN THE OPEN AIR OF VITEBSK AND GOMEL REGION

*Belarussian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
gaom@mail.ru, filipcikgleb@gmail.com*

Abstract. The analysis of pollutant emissions from stationary sources into the open air of Vitebsk and Gomel region is considered in the article. The administrative districts are ranged according to the amount of emissions regarding average region level. Territorial differentiation of pollution is shown in terms of standard deviation. It is established that the predominant part of the administrative districts is characterized by a medium or low level of pollutant emissions into the open air.

Key words: open air, stationary sources of emissions, pollutant.

УДК 598

З. А. ГОРОШКО¹, Н. В. КАРЛИОНОВА²

ОРНИТОФАУНА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

¹*Филиал ГГДСК УО РИПО,
г. Гомель, Республика Беларусь,
sin.gor@mail.ru*

²*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
г. Минск, Республика Беларусь,
karlionova@tut.by*

Приводятся данные по видовому составу птиц территории Гомельской области. Зарегистрировано 295 видов птиц, среди которых 92 вида имеют 1-3 категории Европейского Охранного Статуса (СПЕС), 69 видов занесено в Красную книгу Республики Беларусь.

Ключевые слова: птицы, Красная книга Республики Беларусь, Европейский охранный статус (СПЕС), авифауна.

Введение. Фауна птиц является важнейшим элементом биологического разнообразия любой территории. В последнее время вследствие освоения человеком природных ресурсов, трансформирования мест обитания и прямого истребления, наблюдается резкое исчезновение многих видов живых организмов, в том числе и птиц. Данные по авифауне территории Юго-Восточного Полесья представляют определённый научный интерес. Целью данной публикации является систематизация и составление видового списка, определение статуса птиц Гомельской области.

Материал и методы. Гомельская область расположена на юго-востоке Республики Беларусь. На юге граничит с Черниговской, Киевской, Житомирской и Ровенской областями Украины, на востоке с Брянской областью РФ. Площадь области составляет 40,4 тыс. км² (пятая часть территории Республики Беларусь). На территории области проживает около 1505 тыс. человек [1].

Характерен умеренно континентальный климат, с теплым летом и мягкой зимой. В январе средняя температура воздуха составляет от $-6,3^{\circ}\text{C}$, в июле от $+18,5^{\circ}\text{C}$. В год выпадает 510–670 мм осадков.

Гомельская область расположена в пределах Полесской и Приднепровской низменностей и характеризуется равнинным рельефом. Абсолютные отметки земной поверхности изменяются от 120–160 до 170–185 м, на Мозырской возвышенности свыше 200 м. Каркас рельефа и его основные формы и элементы созданы Днепровским ледником, а впоследствии переработаны современными геоморфологическими процессами.

Реки области принадлежат к бассейну Днепра. Основные притоки Припять, Березина, Сож. Речные долины широкие, хорошо разработанные. На западе расположены крупные озёра – Червоное, Белое, в центральной части – водохранилище Днепровско-Брагинское. В поймах рек имеются многочисленные старичные озера. После проведения ширококомасштабные мелиорации в конце прошлого столетия (37 % земель осушены) создана густая сеть мелиоративных каналов.

Почвы сельскохозяйственных угодий в основном дерново-подзолистые, торфяно-болотные, супесчаные и песчаные.

Лесами занято 48,4 % территории: хвойные, смешанные, березовые и дубовые. 4 % занимают болота.

На территории Гомельской области создан Национальный парк «Припятский», Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, биологические и ландшафтные заказники республиканского и местного значения.

Территория области исследовалась, начиная с начала прошлого столетия. Наиболее важные публикации: «К познанию орнитофауны Гомельского и Речицкого Полесья» В. В. Станчинского (1929) [18], «Птицы Белорусского Полесья» С. М. Долбика (1959) [5], «Птицы Белоруссии» А. В. Федошина и С. М. Долбика (1967) [20], «Птицы Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника» В. П. Клакоцкого (1982) [9], «Современный состав и ревизия статуса птиц национального парка «Припятский» Никифорова М. Е. с соавторами (1999) [14].

Для создания данной публикации мы использовали названные источники, а также материалы публикаций А. Н. Кусенкова (1985–2001) [11–13], В. В. Юрко (2020) [21], материалы БОФК Белорусской орнитофаунистической комиссии [15–17], собственные наблюдения [2–4, 6–8].

Результаты и их обсуждение. На территории Гомельской области зарегистрировано 295 видов птиц. Это составляет 86,5% от числа видов, отмеченных на территории Республики Беларусь [22]. Следует отметить, что мы не вносили в список виды, которые были зарегистрированы на территории республики Беларусь в начале прошлого столетия, но не были отмечены последние 50 лет – белоклювая гагара *Gavia adamsii*, дрофа *Otis tarda*, стрепет *Tetrax tetrax*.

Зарегистрированные виды относятся к 19 отрядам [19] – Гагарообразные – *Gaviiformes* (2 вида), Поганкообразные – *Podicipediformes* (5), Веслоногие – *Pelicaniformes* (2), Аистообразные – *Ciconiiformes* (12), Гусеобразные – *Anseriformes* (32), Соколообразные – *Falconiformes* (28), Курообразные – *Galiiformes* (5), Журавлеобразные – *Gruiiformes* (8), Ржанкообразные – *Charadriiformes* (57), Голубеобразные – *Columbiformes* (5), Кукушкообразные – *Cuculiformes* (1), Козодоеобразные – *Caprimulgiformes* (1). Совообразные – *Strigiformes* (13), Стрижеобразные – *Apodiformes* (1), Ракшеобразные – *Caraciiformes* (3), Удодообразные – *Upupiformes* (1), Дятлообразные – *Piciformes* (10), Воробьинообразные – *Passeriformes* (110) (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика орнитофауны Гомельской области

Отряд	Число видов	Число гнездящихся видов
1	2	3
Гагарообразные – <i>Gaviiformes</i>	2	1
Поганкообразные – <i>Podicipediformes</i>	5	4
Веслоногие – <i>Pelicaniformes</i>	2	1
Аистообразные – <i>Ciconiiformes</i>	12	7
Гусеобразные – <i>Anseriformes</i>	32	15

Окончание таблицы 1

1	2	3
Соколообразные – <i>Falconiformes</i>	28	20
Курообразные – <i>Galiiformes</i>	5	5
Курообразные – <i>Galiiformes</i>	8	8
Ржанкообразные – <i>Charadriiformes</i>	57	29
Голубеобразные – <i>Columbiformes</i>	5	5
Совобразные – <i>Strigiformes</i>	13	8
Кукушкообразные – <i>Cuculiformes</i>	1	1
Козодоеобразные – <i>Caprimulgiformes</i>	1	1
Стрижеобразные – <i>Apodiformes</i>	1	1
Ракшеобразные. – <i>Caraciiformes</i>	3	3
Удодообразные – <i>Upupiformes</i>	1	1
Дятлообразные – <i>Piciformes</i>	10	10
Воробьинообразные – <i>Passeriformes</i>	110	81
Всего	295	201

За пятьдесят лет в авифауна Гомельской области пополнилась 30 новыми видами – это такие виды, как большой баклан *Phalacrocorax carbo* [15], лебедь-кликун *Cygnus cygnus* [15], большая белая цапля *Egretta alba* [15], луток [15], ходулочник *Himantopus himantopus*, [15], черноголовая чайка *Larus melanocephalus* [15], сирийский дятел *Dendrocopos syriacus* [15], золотистая шурка *Merops apiaster* [15, 16], усатая синица *Panurus biarmicus* [16], шилоклювка *Recurvirostra avosetta* [17], зелёная пеночка *Phylloscopus trochiloides* [16], горная трясогузка *Motacilla cinerea* (наблюдалась нами в 2022г.).

Анализ показал, что из 70 видов птиц, занесённых Красную Книгу Республики Беларусь (2014), 69 видов регистрируется на территории Гомельской области. Из списка птиц, занесённых в Красную Книгу РБ – к первой категории охраны относится 10 видов, ко второй категории охраны – 16 видов, к третьей категории – 27, к четвёртой категории – 16 видов; из Красного списка МСОП - EN (исчезающие виды) – 3 вида (пискулька, малый лебедь, большой подорлик), VU (уязвимые виды) – 15 видов, NT (виды, находящиеся в состоянии, близком к угрожаемому) – 12 видов [10, 23, 24, 25].

Для таких видов, как белоглазая чернеть *Aythya nyroca*, луток *Mergellus albellus*, шилохвость *Anas acuta*, большой веретенник *Limosa limosa*, галстучник *Charadrius hiaticula*, малая крачка *Hydrocoloeus minutus*, чернолобый сорокопуд *Lanius minor*, кулик-сорока *Haematopus ostralegus*, мородунка *Xenus cinereus*, белая лазоревка *Cyanistes cyanus*, мухоловка-белошейка *Ficedula albicollis*, большая часть гнездового ареала расположена на территории Гомельской области.

Заключение. На территории Гомельской области зарегистрировано 295 видов птиц (87 % авифауны Беларуси), относящихся к 19 отрядам. 69 видов птиц занесены в Красную Книгу Республики Беларусь (2014). На территории Гомельской области расположены важнейшие ключевые орнитологической территории, являющиеся местом миграции, гнездования различных видов птиц, в том числе, редких.

Список литературы

1 Географическое положение, величина территории и границы Гомельской области [Электронный ресурс] // Краязнаучы сайт Гомеля і Гомельшчыны. – Режим доступа: <http://nashkraj.info/geograficheskoe-polozhenie-velichina-territorii-i-granitsy-gomelskoj-oblasti/>. – Дата доступа: 27. 04. 2022.

2 Горошко, З. А. Сирийский дятел (*DENDROCOPOS SYRIACUS HEMP.*) на территории юго-восточного Полесья / З. А. Горошко, А. Н. Кусенков // Subbuteo. Бел. арнітал. бюл. – 2004. – Т. 7. – С. 42.

- 3 Горошко, З. А. Авифауна мелиорированных территорий: Современные тенденции развития / З. А. Горошко // Динамика биологического разнообразия фауны, проблемы и перспективы устойчивого использования и охраны животного мира Беларуси : Тез. докл. IX зоол. науч. конф. Минск 2004 г. – Минск : ООО «Мэджик Бук», 2004. – С. 96–97.
- 4 Горошка, З. А. Пойма ракі Сож / З. А. Горошка, А. Н. Кусянкоў // Тэрыторыі, важныя для птушак / пад агул. рэд. С. В. Левага. – Мінск : РЫФТУР ПРЫНТ, 2015. – С. 56–57.
- 5 Долбик, М. С. Птицы Белорусского Полесья / М. С. Долбик. – Минск : Изд.-во АН БССР, 1959. – 267 с.
- 6 Карлионова, Н. В. Структура авифауны пригородных лесов Полесья / Н. В. Карлионова // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : Материалы III Материалы международной научно-практической конференции, Гомель, октябрь 2001 года. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2001. – С. 70–71.
- 7 Исследования куликов на Днепро-Брагинском водохранилище на юго-востоке Беларуси / Н. В. Карлионова [и др.] // Актуальные вопросы изучения куликов Северной Евразии. = Actual issues of wader studies in Northern Eurasia: материалы XI Междунар. В. В. Гричик (отв. ред.). – Минск : БГУ, 2019. – С. 81–88.
- 8 Карлионова, Н. В. Гнездование шилоклювки в Беларуси / Н. В. Карлионова, З. А. Горошко // Subbuteo. Бел. арнітал. бюл. – 2020. – Т. 12. – С. 38–43
- 9 Клакоцкий, В. П. Птицы Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника / В. П. Клакоцкий // Заповедники Белоруссии. Исследования. Вып. 7. – Минск : Ураджай, 1982. – 128 с.
- 10 Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. 4-е изд. – Минск, 2015.. – 317 с.
- 11 Кусенков, А. Н. Орнитофауна пригородной зоны города Гомеля / А. Н. Кусенков // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование: Тез. докл. – Гомель, 1985. – С. 86–87.
- 12 Кусенков, А. Н. Многолетняя динамика авифауны пригородного леса города Гомеля / А. Н. Кусенков, Н. В. Карлионова // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий: Материалы I международной научно-практической конференции, Гомель октябрь 1999 года. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 1999. – С. 88–94.
- 13 Кусенков, А. Н. Многолетняя динамика населения птиц на территории выселенных поселений человека на юго-востоке Беларуси / А. Н. Кусенков, И. А. Шелякин // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий : материалы III Материалы международной научно-практической конференции, Гомель, октябрь 2001 года. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2001. – С. 89–94..
- 14 Никифоров, М. Е. Современный состав и ревизия статуса птиц национального парка «Припятский» / М. Е. Никифоров, П. В. Пинчук, Э. А. Монгин // Биологическое разнообразие Национального парка «Припятский» и других особо охраняемых территорий: Сборник научных трудов Национального парка «Припятский». – Туров – Мозырь : Белый ветер, 1999. – С. 260–268.
- 15 Никифоров, М. Е. Белорусская орнито-фаунистическая комиссия: обзор сообщений о наиболее редких находках за 1990–1999 гг. / М. Е. Никифоров // Subbuteo. Бел. арнітал. бюл. – 2001. – Т. 4. – С. 25–40.
- 16 Никифоров, М. Е. Сообщение орнито-фаунистической комиссии (Находки встреч птиц, утверждённые Белорусской орнито-фаунистической комиссией 27.11.2003 г.) / М. Е. Никифоров, Т. Е. Павлющик // Subbuteo. Бел. арнітал. бюл. – 2002. – Т. 5. – С. 57–62.
- 17 Никифоров, М. Е. Сообщение орнито-фаунистической комиссии (Находки встреч птиц, утверждённые Белорусской орнито-фаунистической комиссией в 2002 г.) / М. Е. Никифоров, И. Э. Самусенко // Subbuteo. Бел. арнітал. бюл. – 2004. – Т. 7. – С. 49–56.
- 18 Станчинский, В. В. К познанию орнитофауны Гомельского и Речицкого Полесья / В. В. Станчинский // Научные известия Смоленского государственного университета. – Т. V. – Вып I, естествознание. – Смоленск, 1928. – С. 77–155.
- 19 Степанян, Л. С. Конспект орнитологической фауны СССР / Л. С. Степанян. – М. : Наука, 1990. – 727 с.

20 Федюшин, А. В. Птицы Белоруссии / А. В. Федюшин, М. С. Долбик. – Минск : Наука и техника, 1967. – 521 с.

21 Юрко В. В. Список видов и статус птиц Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / В. В. Юрко // Subbuteo. Бел. арнітал. бюл. – 2020. – Т. 12. – С. 56–68.

22 Определитель птиц / В. Юсис [и др.]. – Минск : РИФТУР ПРИНТ, 2017. – 288 с.

23 BirdLife International / European Bird Census Council (2000) European Bird populations: estimates and trends. Cambridge, UK: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 10), UK: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 10).

24 BirdLife International (2021) European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

25 Keller, V., Herrando, S., Voříšek, P., Franch, M., Kipson, M., Milanese, P., Martí, D., Anton, M., Klvaňová, A., Kalyakin, M. V., Bauer, H. -G. & Foppen, R. P. B. (2020). European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change. European Bird Census Council & Lynx Edicions, Barcelona.

Z. A. Goroshko¹, N. V. Karlionova²

AVIFAUNA OF THE TERRITORY OF THE GOMEL REGION

¹ Branch of GGDSK UO RIPO,
Gomel, Republic of Belarus,
sin.gor@mail.ru

²GNPO "SPC of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources",
Minsk, Republic of Belarus,
karlionova@tut.by

Abstract. Data on the species composition of birds in the territory of the Gomel region are given. 295 species of birds are registered, among which 92 species have categories 1-3 of the European Conservation Status (SPEC), 69 species are listed in the Red Book of the Republic of Belarus.

Key words: birds, Red Book of the Republic of Belarus, European Conservation Status (SPEC), avifauna.

УДК 636. 018

О. А. ГРЕКОВ

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОЛУВОЛЬНОМУ РАЗВЕДЕНИЮ КАБАНА (*SUS SCROFA*) В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ

*Российский государственный аграрный заочный университет,
г. Балашиха, Московская область, Российская Федерация,
airops@yandex.ru*

В настоящее время угроза африканской чумы свиней наносящей. урон численности кабана, не устранена. Одним из направлений сохранения этого важного охотничьего ресурса выступает разведение кабана в полувольных условиях и искусственной среде обитания В статье приведен анализ разведения кабана в вольерах разного типа и разработаны рекомендации по повышению хозяйственной продуктивности.

Ключевые слова: разведение, кабан, вольер, искусственная среда обитания, кормление.

В современных условиях в природных экосистемах сохраняется вероятность следующей волны эпидемии африканской чумы свиней (АЧС), приводящей к гибели целых популяций этого важнейшего охотничьего вида.

Кабан является важнейшим охотничьим видом, но в последнее десятилетие наблюдается значительное сокращение общего количества особей, особенно в Европейской части России. По данным Министерства природных ресурсов и экологии России численность популяции этого охотничьего вида за период с 2016 – 2020 г.г. сократились с 338900 до 289600 особей [1], т. е.. примерно на 15 % (рисунок 1), а в последние 3 года динамику численности показала относительную стабилизацию численности.

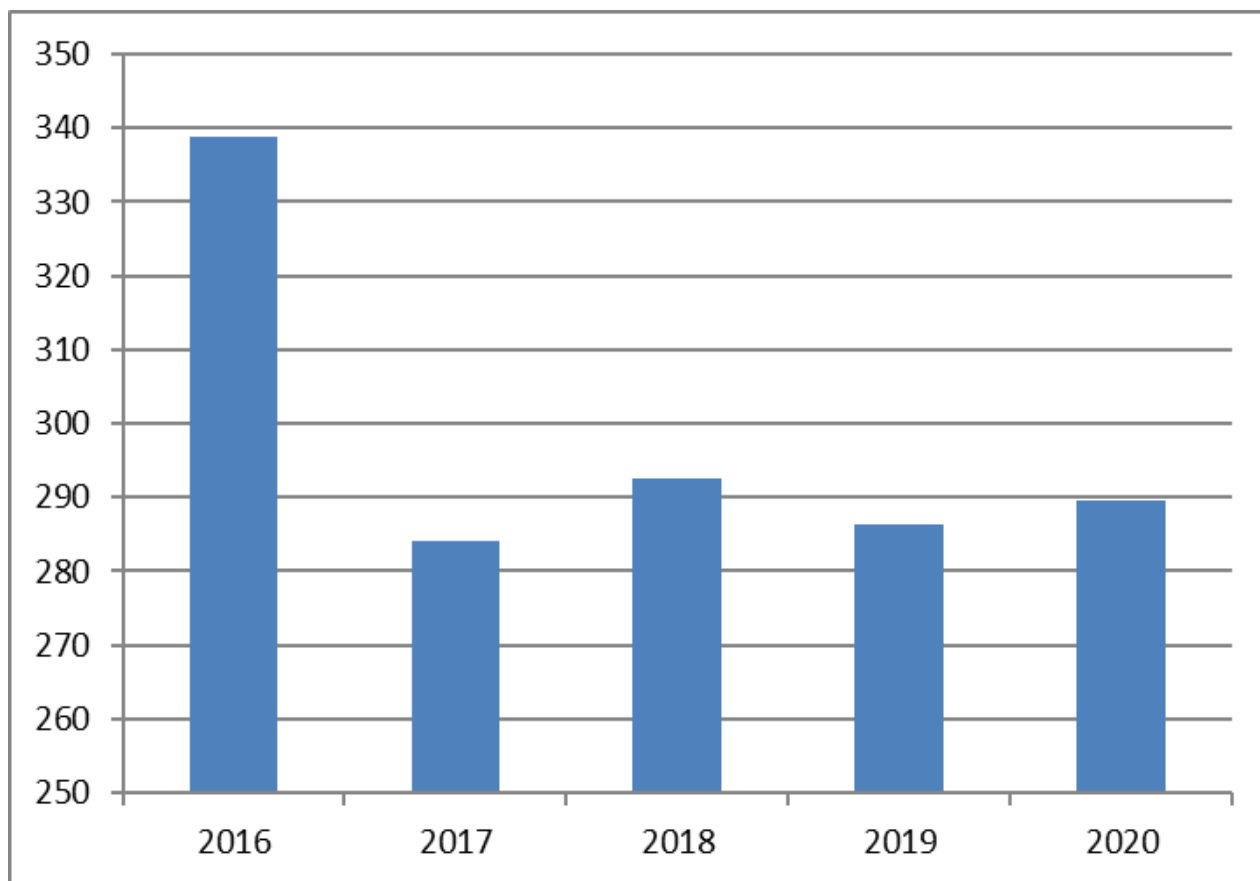


Рисунок 1 – Динамика численности кабана в России, тыс. особей

Одним из направлений решения проблемы сохранения этого важнейшего охотничьего вида. выступает разведение его в полувольных условиях и искусственно созданной среде обитания, в которых создаётся искусственно созданная среда обитания.. По данным Госохотрестра России на начало 2020 г. насчитывалось около 240 вольеров различного типа, в которых в полувольных условиях, насчитывалось около 10 тыс. особей кабана.

В Давыдовском охотничьем хозяйстве (Борисоглебский район, Ярославской области) с 2015 г. было принято решение об организации разведение кабана в вольере с целью повышения хозяйственной продуктивности и насыщения угодий новыми особями.

Для оценки природных условий в угодьях наряду с традиционными методами исследования применялись и дроны, позволившие получить цифровую модель местности и сделать выводы, что исследуемая территория по рельефу и составу растительные группировки, характерные для природной зоны смешанных лесов (рисунки 2, 3), соответствует традиционной среде обитания кабана. Это облегчило дальнейшее проектирование вольерных комплексов.

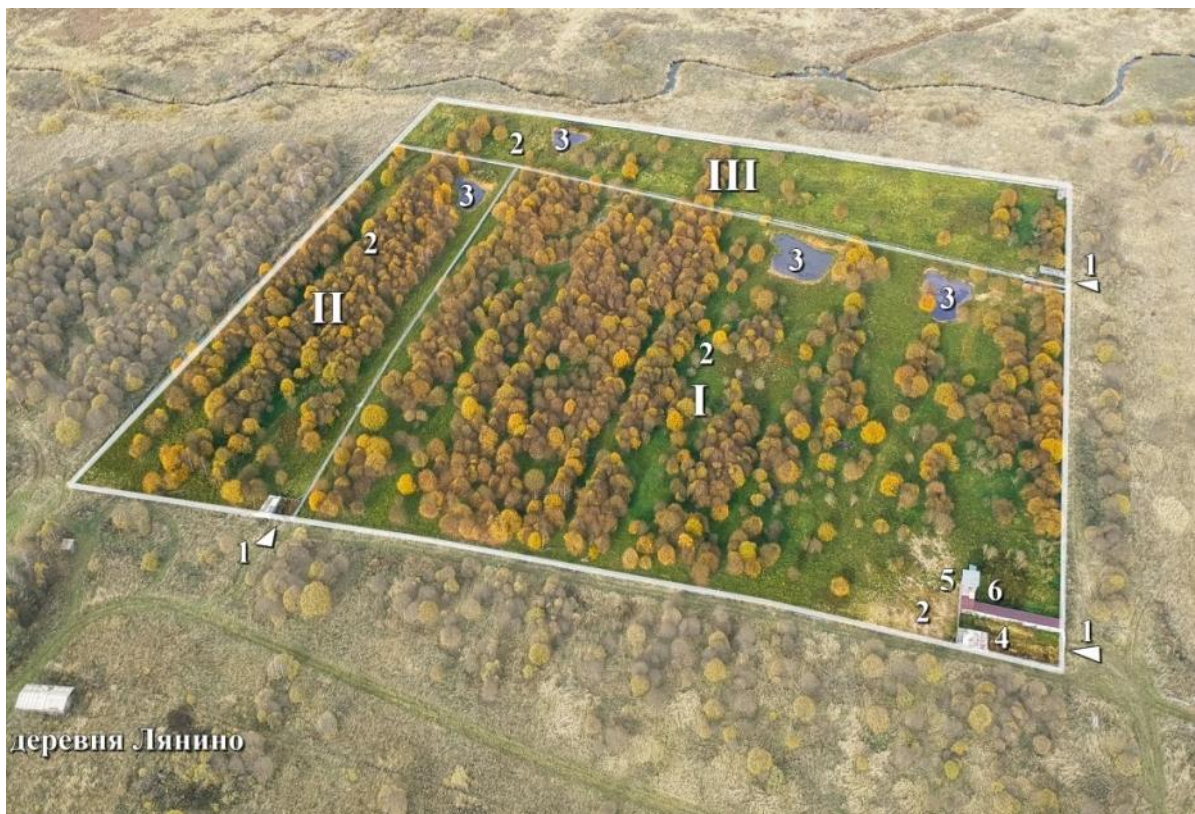


Рисунок 2 – Форма рельефа и группировка смешанного леса на территории малого вольерного комплекса (фото с квадрокоптера)

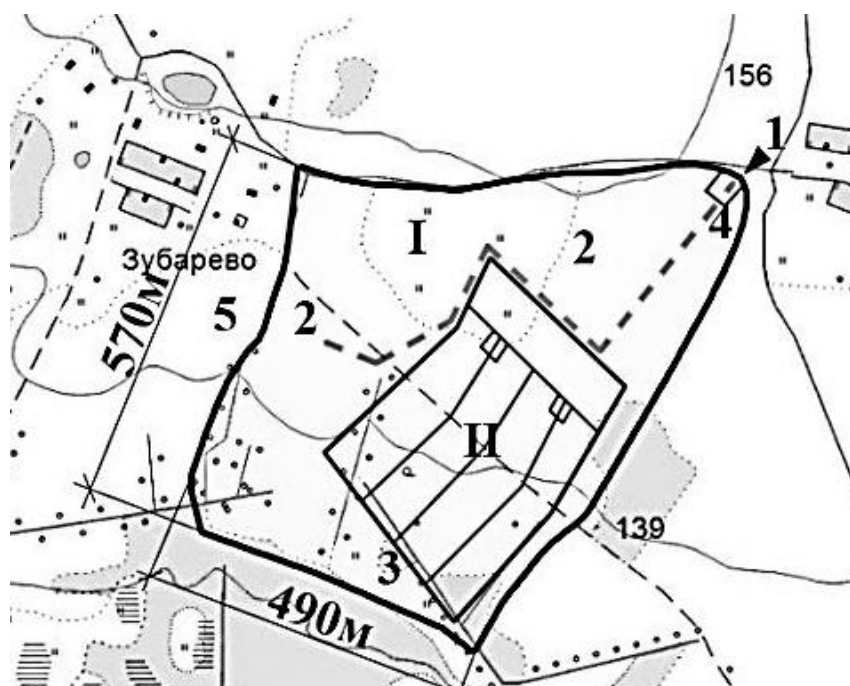


Рисунок 3 – Группировка смешанного леса на территории большого вольерного комплекса (фото с квадрокоптера)



I, II, III – зоны разновозрастных особей
 1 – въезд на территорию, 2 – место кормления, 3 – водопой, 4 – кормохранилище,
 5 – наблюдательная вышка, 6 – навес для свиноматок

Рисунок 4 – Схема «малого» вольера



I, II – зоны разновозрастных особей
 1 – въезд на территорию; 2 – место для кормления; 3 – водопой
 4 – место хранения кормов; 5 – наблюдательная вышка

Рисунок 5 – Схема «большой» вольер

Вначале был создан опытный «малый» вольер. Площадь вольера составила 1,5 га (рисунок 4). Постоянное наблюдение за состоянием поголовья кабанов показало, что в искусственно созданной среде обитания кабаны развиваются быстрее, чем на открытой территории [2]. Прежде всего, за счёт организации кормления в соответствии с принятыми рекомендациями [3] и соблюдения санитарных и ветеринарных требований.

Анализ выращивания кабанов в малом вольере позволил выявить ряд проблем.

1. Увеличение плотности особей повлекло за собой деградацию почвенного покрова, а восстановительные мероприятия к желаемому результату не привели.

2. Увеличение плотности особей повлекло за собой потерю части приплода поросят (до 30 %). Причины были разными, но основными являлась гибель от столкновения с более крупными и недостаток кормов для молодняка из-за поедания его старшими особями..

3. Увеличения числа заболеваний зачастую с летальным исходом.

По этим причинам было принято решение оставить в вольере не более 30 особей и приступить к созданию вольера большей площади.

В 2018 г. было завершено его оборудование. Площадь составила – 50 га (рисунок 5).

Анализ численности кабанов в большом вольере охотхозяйства показал, что за период 2018–2020 гг. численность кабанов в вольере увеличилась в 2,4 раза и к началу 2021 г. составила 44 особи. По прогнозам в 2021 г. численность кабана увеличиться примерно на 70 %.

Анализ разведения кабана в вольерах позволил сделать следующие выводы.

1. В вольерах площадью 1–3 га целесообразно выращивать молодых особей с последующим выпуском в уголья или передачи их в другие хозяйства.

2. Для выращивания кабанов для проведения охот необходимо строить вольеры площадью не менее 50 га.

3. Для повышения хозяйственной продуктивности вольерного разведения кабанов целесообразно использовать разные типы вольеров. Для сохранения в полном объёме приплода самок накануне родов размещать в минивольерах с закрытыми укрытиями и огороженной территорией. В них приплод содержать до 2 месячного возраста, после чего семьи перемещаются в «выростной» вольер площадью до 5 га и содержать сеголетков до возраста 7-8 месяцев. Далее, самцов переселяют в большие вольеры, предназначенные для проведения охот. Молодых самок выращивают до годовалого возраста, затем производят отбор. Часть оставляют для последующего репродуктивного периода в «выростных» вольерах, а часть выпускают в большой вольер или передают третьим лицам. Таким образом, под контролем оказывается репродуктивный процесс и хозяйство с гарантией сохраняет основную часть приплода.

Таким образом, разведение кабана в разных типах вольеров позволяет гарантировано сохранять приплод, насыщать уголья этим ценным охотничьим видом, осуществлять гибридизацию и селекцию.

Список литературы

1 Каледин, А. П. Кормление охотничьих животных / А. П. Каледин, Н. А. Балакирев, А. А. Васильев; под общ. ред. проф. А. П. Каледина. – Реутов : ЭРА, 2021. – С. 11–36.

2 Чумаченко, А. П. Анализ эколого-биологических условий полувольного разведения кабана (*Sus scrofa*) в вольерах разного типа / А. П. Чумаченко, О. А. Греков // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2021. – №. 35 (40). – С. 22–27.

3 О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году Государственный доклад. – М. : Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2021. – 190 с.

O. A. Grekov

PROPOSALS FOR SEMI-VOLUNTARY WILD BOAR BREEDING (*SUS SCROFA*) IN CENTRAL RUSSIA

*Russian State Agrarian Correspondence University,
Balashikha, Moscow Region, Russia,
airops@yandex.ru*

Abstract. Currently, the threat of African swine fever causing damage to the number of wild boar has not been eliminated. One of the directions of conservation of this important hunting resource is the breeding of wild boar in semi-free conditions and artificial habitat. The article provides an analysis of wild boar breeding in corrals of various types and developed recommendations for improving economic productivity.

Key words: breeding, wild boar, corral, artificial habitat, feeding.

УДК 911. 5+504. 54

А. П. ГУСЕВ

ИНДИКАТОРЫ СОВРЕМЕННЫХ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ)

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
gusev@gsu.by*

В работе приводятся результаты диагностики ландшафтно-экологических тенденций в геосистемах регионального уровня на основе системы дистанционных индикаторов. Оценены ландшафтно-экологические тенденции по состоянию на 2020 г. Дан прогноз ландшафтно-экологических тенденций на 2030 г. с учетом климатических изменений.

Ключевые слова: индикатор, ландшафтно-экологические тенденции, природно-антропогенные ландшафты, тренды.

Долговременные изменения геосистем, т. е. территориально неоднородных объектов, которые характеризуются высокой сложностью, стохастичностью, континуальностью, разномасштабностью и полиструктурностью, не могут изучаться непосредственно. Ведущим методом их исследования являются космические спутниковые съемки, а фитоиндикация – ведущим методическим приемом, поскольку именно растительность позволяет интегрировать данные дистанционных и наземных исследований. Комплексное использование наземных и дистанционных данных базируется на ландшафтно-экологическом подходе, который объединяет ландшафтный (полицентрическая модель геосистемы, территориальность, хорологичность) и экологический (моноцентрическая модель экосистемы, биологический круговорот, учение о сукцессии) подходы [1, 2, 3].

Нами разработано понятие ландшафтно-экологической тенденции, под которой понимается направленность пространственно-временных изменений экологического состояния геосистем. Предложено различать долговременные (это изменения геосистем во временном масштабе от нескольких десятилетий до первых столетий) и современные (от нескольких лет до первых десятилетий) тенденции. Ландшафтно-экологические тенденции оцениваются на разных уровнях иерархии геосистем – от локального до глобального [4, 5].

Для диагностики современных ландшафтно-экологических тенденций нами предложена система статических (индикаторов состояния) и динамических (индикаторов трендов) индикаторов, определяемых на основе наземных и дистанционных исследований:

K_c – коэффициент экологической стабильности, который определяется как сумма произведений удельных площадей видов землепользования на коэффициенты их экологической значимости [6];

индикатор фрагментации лесного покрова – средняя площадь лесного массива, км²;

индикатор истории землепользования – доля пахотных земель в середине XIX в., %;

индикатор дигрессивной динамики – удельная площадь развития вероятных неблагоприятных экологических процессов, %;

индикатор тренда деградации лесного покрова (DD_F) – отношение площади вырубленных, застроенных, сгоревших и т. д. лесов за предыдущие 10 лет к площади лесов в год оценки, в % [5, 7];

индикатор тренда биопродуктивности ландшафта – $dNDVI$, определяемый как разность усредненных значений $NDVI$ на временных срезах 2006–2010 и 2015–2020 гг. [7].

Использована бальная оценка, по которой определяется категория напряженности тенденций: «нормальная», «удовлетворительная», «критическая» и «кризисная». Интегральный показатель $N_{лэт}$ определялся как средняя бальная оценка по группе индикаторов [4, 5]. Операционная территориальная единица – выдел рода природного ландшафта.

В работе использованы материалы космических съемок спутников семейства Landsat, сенсора MODIS (спутник Terra), материалы сервисов Google Earth, OpenStreetMap, военно-топографическая карта Российской Империи (1846–1863 гг., 3 версты в 1 дюйме), ландшафтная карта Республики Беларусь (2013 г., 1:500000), карта растительности Белорусской ССР (1977 г., 1:600000), карта четвертичных отложений Белорусской ССР (1983 г., 1:500000); почвенная карта Республики Беларусь (2015 г., 1:500000), почвенно-эрозионная карта Республики Беларусь (2015 г., 1:500000).

Рассмотрим результаты оценки современных ландшафтно-экологических тенденций для классов природно-антропогенных ландшафтов (ПАЛ) региона. Сельскохозяйственные ПАЛ отличаются наибольшей антропогенной трансформацией (низкая экологическая стабильность, высокая фрагментация лесного покрова, длительное хозяйственное освоение). Лесные ПАЛ, наоборот, отличаются наименьшей антропогенной трансформацией. Сельскохозяйственно-лесные ПАЛ занимают промежуточную позицию. Уровень антропогенной трансформации влияет на современные ландшафтно-экологические тенденции, но в разных природных условиях степень этого влияния может различаться (таблица 1).

Тип почвы	Глубина слоя, см		
	137Cs	90Sr	241Am
Гидроморфные	8,50 – 11,49	13,74 – 18,67	6,79 – 7,02
Полугидроморфные	7,86	9,72	6,57
Автоморфные	6,30 – 6,99	8,00 – 8,50	6,26 – 6,33

Таблица 1 – Оценка современных ландшафтно-экологических тенденций классов ПАЛ

Индикатор	Класс ПАЛ		
	Сельскохозяйственные	Сельскохозяйственно-лесные	Лесные
K_c	0,133	0,575	0,789
Средняя площадь лесного массива, км ²	1,64	6,39	23,7
История землепользования (доля пахотных земель в XIX в.)	53,6	12,4	4,0
Удельная площадь развития вероятных неблагоприятных экологических процессы, %	16,6	29,0	38,8
DD_F , %	5,3	4,3	4,4
$dNDVI_{2006-2020}$	-0,018	-0,003	0,001

Траектории ландшафтно-экологических тенденций ограничиваются предыдущим развитием геосистем («памятью геосистем», эффектом наследия), которые определяются по индикаторам состояния. Индикаторы трендов оценивают направленность и интенсивность смены экологического состояния в течение 10 ближайших лет.

Для сельскохозяйственных ПАЛ по индикатору тренда деградации лесного покрова характерны удовлетворительная (70 %) и критическая (30 %) тенденции. По индикатору тренда биопродуктивности – критическая (53,3 %) и удовлетворительная (46,7 %). В сельскохозяйственно-лесных ПАЛ по индикатору деградации лесного покрова территориально доминируют удовлетворительная тенденция, а по индикатору тренда биопродуктивности – нормальная и удовлетворительная. В лесных ПАЛ по индикатору деградации лесного покрова преобладает удовлетворительная, а по индикатору тренда биопродуктивности – нормальная.

Пространственная структура напряженности современных ландшафтно-экологических тенденций по Нлэт приведена в таблице 2. Сельскохозяйственные ландшафты характеризуются критической ландшафтно-экологической тенденцией (100 % их общей площади). В сельскохозяйственно-лесных ПАЛ преобладает удовлетворительная тенденция (75 % их площади). В лесных ПАЛ доминируют выделы с нормальной тенденцией (69,3 %).

Таблица 2 – Структура современных ландшафтно-экологических тенденций для классов ПАЛ

Класс ПАЛ	Напряженность ландшафтно-экологической ситуации		
	Нормальная	Удовлетворительная	Критическая
Сельскохозяйственные	0*	0	100,0
	0**	0	100,0
Сельскохозяйственно-лесные	25,0	75,0	0,0
	17,8	78,3	3,9
Лесные	69,3	30,7	0,0
	75,8	24,2	0,0
Регион в целом	23,1	67,9	9,0
	23,8	64,5	11,7

* – по состоянию на 2020 г.; ** – прогноз на 2030 г.

Была проведена оценка влияния изменений климата на биопродуктивность ПАЛ. Для решения этой задачи проведен анализ трендов значений NDVI для выделов родов ландшафтов и региона в целом (2000–2020 гг. по данным MODIS), динамика NDVI сопоставлены с изменениями урожайности сельскохозяйственных земель, площади лесопокрытых земель, площади очагов болезней и вредителей, площади, пройденной лесными пожарами, площади погибших лесных насаждений, площади лесовосстановления и лесоразведения, выполнен регрессионный анализ влияния средней температуры лета и летнего количества осадков на NDVI.

Динамика NDVI различается в зависимости от класса ПАЛ. Для сельскохозяйственных ПАЛ характерно отсутствие статистически достоверных трендов, при этом на 76,3% площади этого класса ПАЛ тренд NDVI отрицательный. В сельскохозяйственно-лесных ПАЛ статистически достоверный положительный тренд наблюдается на 48,5% площади данного класса. В лесных ПАЛ достоверный положительный тренд характерен для 93,1% их площади.

Выяснено, что в разных классах ПАЛ влияние изменений климата на NDVI не одинаково. Для значительной части лесных ландшафтов потепление климата (т. е. рост температур) сопровождается увеличением NDVI. Для сельскохозяйственных ПАЛ установлено, что статистически достоверным членом уравнений регрессии является количество осадков. Доля дисперсии NDVI, объясняемая изменчивостью осадков, составляет 41–52 %. Почти половина (46,9 %) сельскохозяйственно-лесных ПАЛ статистически достоверных уравнений регрессии не имеет. Для значительной части (44,2 %) достоверным членом уравнения регрессии также оказалось количество осадков, а для небольшой части территории – температура. В лесных ландшафтах более половины территории (51,7 %) характеризуется уравнением регрессии, в котором статистически достоверным членом оказывается температура; влияние количества осадков на NDVI статистически достоверно для 28,0 %

Сельскохозяйственные ПАЛ являются наиболее уязвимыми к климатическим изменениям, которые выражаются в увеличении температуры при незначительном росте осадков и, соответственно, в снижении коэффициента увлажнения, тесно связанного с биопродуктивностью. Принимая во внимание чувствительность биопродуктивности сельскохозяйственных ПАЛ к увлажнению, тренды значений NDVI в 2000–2020 гг., а также величину индикатора $dNDVI_{2006-2020}$ был получен прогноз изменений ландшафтно-экологических тенденций к 2030 г. При этом принималось, что изменения структуры землепользования и соответственно коэффициента экологической стабильности и фрагментации будут незначительны, а индикатор тренда деградации лесного покрова также предположительно не изменится.

Получено, что смена категории в сторону роста напряженности до критической произойдет в выделах холмисто-моренно-эрозионного ландшафта (район Мозырской возвышенности) и одном выделе озерно-болотного ландшафта. В некоторых выделах, наоборот, напряженность уменьшится с удовлетворительной до нормальной. На 100 % площади сельскохозяйственных ПАЛ сохранится критическая ландшафтно-экологическая тенденция и произойдет увеличение среднего значения Нлэт (с 2,87 до 2,97). В целом в регионе территории с критической тенденцией будут занимать 11,7 % площади. Площадь территорий с нормальной напряженностью изменится слабо. Сократится площадь ландшафтов с удовлетворительной напряженностью с 67,9 до 64,5 %.

Список литературы

- 1 Арманд, А. Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А. Д. Арманд. – М. : Наука, 1988. – 264 с.
- 2 Виноградов, Б. В. Основы ландшафтной экологии / Б. В. Виноградов. – М. : ГЕОС, 1998. – 418 с.
- 3 Гродзинский, М. Д. Основы ландшафтной экологии / М. Д. Гродзинский. – Киев : Вища школа, 1993. – 222 с.
- 4 Гусев, А. П. Индикаторы ландшафтно-экологических тенденций (на примере Восточной части Белорусского Полесья) / А. П. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2018. – №. 2. – С. 28–33.
- 5 Гусев, А. П. Дистанционные индикаторы ландшафтно-экологических тенденций (на примере юго-востока Беларуси) / А. П. Гусев // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. – 2019. – Том 5 (71). – №. 3. – С. 127–135.
- 6 Агроекология / под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М. : Колос, 2000. – 536 с.
- 7 Гусев, А. П. Изменения NDVI как индикатор динамики экологического состояния ландшафтов (на примере восточной части Полесской провинции) / А. П. Гусев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2020. – №. 1. – С. 101–107.

A. P. Gusev

INDICATORS OF CONTEMPORARY LANDSCAPE-ECOLOGICAL TENDENCY (ON THE EXAMPLE OF THE EASTERN PART OF BELARUSIAN POLESIE)

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
gusev@gsu.by*

Abstract. The paper presents the results of diagnosing landscape-ecological trends in geosystems at the regional level based on a system of remote indicators. The landscape-ecological trends as of 2020 are assessed. A forecast of landscape-ecological trends for 2030 is given, taking into account climate changes.

Keywords: indicator, landscape-ecological tendency, natural-anthropogenic landscapes, trends.

УДК 574. 5 (476)

Е. П. ДУКО, В. Н. ЗУЕВ

РОДНИКИ КАК ИСТОКИ РЕКИ И РУЧЬЕВ (НА ПРИМЕРЕ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА)

*Барановичский государственный университет,
г. Барановичи, Республика Беларусь,
wald_k@rambler.ru*

В статье подводятся итоги изучения родников Барановичского района как истоков рек и ручьев. Изучено 42 родника, показан их вклад в формирование водного стока рек и ручьев.

Ключевые слова: родники, Барановичский район, река, ручей, исток, гидрология.

Родники – естественный выход на земную поверхность подземной воды. Родники являются важными компонентами природных комплексов: они участвуют в формировании речного стока, часто являются истоком ручья или реки. Родники часто являются и как источниками питьевой воды [2].

В данной статье на основании инвентаризации родников Барановичского района Брестской области, проведенной нами в 2018–2022 гг. в рамках реализации Водной Программы Коалиции Чистая Балтика в Беларуси [3], обобщаются результаты полевого изучения родников и определения их роли как истока ручьев или рек.

Барановичский район находится в границах Новогрудской возвышенности и Барановичской водно-ледниковой равнины, в бассейне Немана. Согласно гидрогеологическому районированию территория района соответствует Припятскому артезианскому бассейну. Условия формирования, закономерности распространения, питания и дренирования подземных вод обусловлены особенностями геологического строения рельефом поверхности и климатическими факторами. Области питания водоносных горизонтов приурочены к водораздельным территориям, а области разгрузки — к долине р. Щара [1].

По количеству родников Барановичский район находится на первом месте среди административных районов Брестской области. Всего нами на основании письменных и устных источников, проверки в ходе полевых исследований состояния установлено наличие (на 1. 03. 2021) 59 родников. Эти родники различаются по дебиту, который имеет также закономерности изменения по сезонам года. Постоянными по дебиту является 42 родника.

Результаты работы, а именно какой водоток первого порядка формирует родник и какой водоток он дополняет, показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Роль родников в формировании водного стока рек и ручьев

Название родника	Исток реки/ручья	Дополнение речного стока
Басины	Безымянный ручей	Река Басинка
Басины-Лесной	Безымянный ручей	Река Басинка
Вершок	Река Исса	
Гать	Безымянный ручей	Река Лохозва
Гирмантовцы	Безымянный ручей	Ручей Гирмантовка
Горельянка	Река Горельянка	Река Лохозва
Городищанка	Ручей Городищанка	Река Сервечь
Едунова	Безымянный ручей	Река Сервечь
Емельяновичи-1	Безымянный ручей	Река Своротва
Емельяновичи-2,3	Безымянный ручей	Река Своротва
Емельяновичи-4	Безымянный ручей	Река Своротва
Козловичи-1	Безымянный ручей	Ручей Доброполька
Козловичи-2	Безымянный ручей	Ручей Доброполька
Кочерыжка	Безымянный ручей	Ручей Кочерыжка
Кузевичи-Придорожный	Безымянный ручей	Река Молчадь
Кузевичи-Ярошево	Река Голынка	Река Молчадь
Кузевичи-Ярошево 2	Река Голынка	Река Молчадь
Лявоनावы крыницы	Ручей Маргач	Река Лохозва
Молчадь-Мурованка-1	Ручей Мурованка	Река Молчадь
Молчадь-Мурованка-2	Ручей Мурованка	Река Молчадь
Молчадь-Мельница	Ручей Мурованка	Река Молчадь
Молчадь-Сунгловщина	Ручей Сунгловщина	Река Молчадь
Павлиново	Ручей Кочерыжка	Река Деревянка
Пенчин	Безымянный ручей	Река Сервечь
Под дамбой	Река Деревянка	Река Лохозва
Подлозяны	Ручей Подлозяны	Река Молчадь
Постаринье	Безымянный ручей	Река Замошанка
Поручин	Безымянный ручей	Река Сервечь
Рабковичи	Безымянный ручей	Река Змейка
Рогозница	Безымянный ручей	Река Мышанка
Рогозница-Хутор	Безымянный ручей	Река Мышанка
Росаш	Ручей Росаш	Река Змейка
Рудаши	Безымянный ручей	Река Сервечь
Торчицы (Панский ключок)	Безымянный ручей	Река Щара
Тартаки	Ручей Тхоровка	Река Лохозва
Тартаки-Катихин	Безымянный ручей	Река Деревянка
Тиунцы	Безымянный ручей	Река Жеребиловка
Трацевичи	Безымянный ручей	Река Сервечь
Хатки-1	Река Лохозва	Река Щара
Хатки-2	Река Лохозва	Река Щара
Хатки-3	Река Лохозва	Река Щара
Ясенец (Кипяток)	Безымянный ручей	Река Сервечь

Таким образом, 24 родника имеют водный сток по безымянным ручьям, которые, скорее всего, из-за небольшой протяженности не имеют собственного названия. Тем не менее постоянство дебита родников придают устойчивость этому водотоку.

Непосредственными истоками рек и ручьев являются родники Горельянка, Городищанка, Лявоनावы крыницы, Молчадь-Мурованка-1, Молчадь-Мурованка-2, Молчадь-Сунгловщина, Павлиново, Тартаки, Тартаки-Катихин. Это, в свою очередь, влияет на усиление внимания к этим родникам и необходимость постоянной расчистки выходов воды.

Список литературы

1 Водные объекты Барановичского района [Электронный ресурс] // TOUR. Барановичи. – Режим доступа: <http://barturizm.by/obshchie-svedeniya-ekologiya/vodnye-ob-ekty>. – Дата доступа: 27. 04. 2022.

2 Водный кодекс Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://kodeksy.by/vodnyu-kodeks>. – Дата доступа: 12. 01. 2021.

3 Зуев, В. Н. Родники Барановичского района: результаты инвентаризации 2018–2020 гг. / В. Н. Зуев, Е. П. Дуко // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках: материалы междунар. науч. -практ. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. ун-та, 60-летию каф. физ. географии и образоват. технологий, 100-летию со дня рождения проф. О. Ф. Якушко, Минск, 24–26 марта 2021 г. / Белорус. гос. ун-т; под общ ред. П. С. Лопуха; редкол. : П. С. Лопух (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – С. 374–380.

E. P. Duko, U. N. Zuyeu

SPRINGS AS SOURCES OF RIVER AND STREAMS (USING OF BARANAVICHY DISTRICT)

*Baranovichy State University,
Baranovichy, Republic of Belarus,
wald_k@rambler.ru*

The article summarizes the study of the springs of the Baranovichy district as the sources of rivers and streams. 42 springs were studied, their contribution to the formation of water flow of rivers and streams is shown.

Key words: springs, Baranovichy region, river, stream, source, hydrology.

УДК 598. 3/4+591. 543. 43

Н. В. КАРЛИОНОВА

МИГРАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ КУЛИКОВ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

*ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
г. Минск, Республика Беларусь,
karlionova@tut.by*

В данной статье приводится информация о стратегиях миграции у куликов, мигрирующих Полесским пролетным путем. Результаты получены на станции кольцевания птиц «Туров» в период с 1999 по 2021 годы.

Ключевые слова: стратегии миграции, кулики, популяция, климат, Припятское Полесье, кольцевание.

Введение. Миграция является одной из наиболее важных особенностей в жизненном цикле птиц. Ежегодные сезонные перемещения птиц всегда привлекали внимание большого количества исследователей. Только Европейско-Африканскими миграционными путями ежегодно мигрируют на места зимовок в тропическую Африку от 3 до 5 миллиардов птиц более чем 200 видов, гнездящихся в Палеарктике [4, 5, 26]. Основные пролетные пути, как и механизмы эндогенного контроля миграции и ориентации птиц сравнительно хорошо изучены [1, 2, 6, 7, 24]. Механизмы полета птиц также исследованы относительно неплохо [20, 21, 24]. Вместе с тем, в последнее время все большее значение принимает изучение экологических и эволюционных аспектов миграции, физиологии миграции, как менее изученных, но очень важных аспектов для понимания феномена миграции в целом.

Водно-болотные птицы, в том числе кулики, населяют различного типа водно-болотные угодья. В силу специфики питания и кормового поведения многие виды чутко реагируют на изменения условий обитания (влажность почвы, уровень воды, плотность растительного покрова) и поэтому как нельзя более подходят в качестве модельных видов и объектов для мониторинга состояния пойменных экосистем. В силу значительной трансформации водно-болотных угодий и отрицательных трендов у многих популяций различных видов куликов неслучайным оказывается повышенный интерес к этой группе международных природоохранных и различных научных организаций.

Сопоставляя приросты и расходы массы тела, которые несет птица в ходе миграции, были описаны две основные миграционные стратегии: минимизации времени на миграцию и минимизации энергозатрат на миграцию [13]. Птицы, реализующие стратегию сокращения времени миграции, пролетают большие расстояния и на местах остановок накапливают значительные энергетические запасы. Они очень быстро достигают конечной цели миграции, однако общие энергетические затраты на миграцию у них очень велики благодаря высоким расходам на полет с большими жировыми запасами, добавляющими лишний вес тела [10].

Стратегия минимизации энергетических затрат (энергосберегающая) заключается в осуществлении миграции с небольшим уровнем жировых запасов, непродолжительными задержками в местах остановок и полетом на короткие расстояния. Темпы миграции в этом случае будут гораздо ниже, также как относительно низкими и общие энергетические затраты на полет [13].

Таким образом, как правило, S-стратегия - это стремление к минимизации времени полета, а V-стратегия – стремление к минимизации энергетических затрат.

На основании анализа литературных данных и первичного анализа данных кольцевания и возвратов из базы данных Белорусского центра кольцевания описаны стратегии и особенности миграции модельных видов куликов, мигрирующих Полесским пролетным путем на юге Беларуси в период 1999–2022 гг.

Место и методы исследования. Станция кольцевания птиц «Туров» расположена в пойме р. Припять в окрестностях г. Туров (Житковичский р-н, Гомельская обл.). Станция начала исследования мигрирующих птиц с 1999 г., а основной группой птиц для изучения на станции являются кулики. Начиная с 2003 г. изучение миграции птиц на стационаре «Туров» проводится регулярно. К настоящему времени окольцовано около 45 тыс. птиц 52 видов, получены сведения о местах зимовок и полета птиц, мигрирующих из различных регионов Европы, Азии и Африки, опубликовано много научных работ по широкому спектру проблем, связанных с миграциями птиц [8, 9, 15, 16, 18, 19]. Все отловленные на станции птицы после кольцевания измерялись и взвешивались. Птенцы куликов также кольцевались в период 1996–2021 гг.

Результаты. Впервые для Беларуси получены результаты влияния глобальных климатических факторов на ход миграции водно-болотных птиц. На юге Беларуси зафиксированы значительные межгодовые флуктуации в сроках прилета не только у рано прилетающих ближних мигрантов, но и у поздно мигрирующих дальних мигрантов. У ряда видов происходят достоверные сдвиги сроков прилета на более ранние, что подтверждается данными более чем 15-летнего мониторинга хода миграций водно-болотных птиц, мигрирующих Полесским пролетным путем [27].

Более 20 лет ведутся работы по изучению стратегии миграции турухтана – одного из наиболее массовых видов куликов, образующего значительные скопления в пойме р. Припять. Общее количество мигрирующих турухтанов в пойме реки Припять за весь период весенней миграции можно оценить в 150–300 тысяч особей ежегодно. Для этого вида пойма Припяти является одним из важнейших мест весенних миграционных остановок в Восточной Европе [19, 22, 23, 25]. Преодолев пустыню Сахара и Средиземное море птицы, зимующие в Западной Африке, используют пойму Припяти как место пополнения энергетических ресурсов перед перелетом к местам гнездования, расположенным в тундровой и лесотундровой зонах Евразии [8, 9, 14]. Максимальная численность турухтана, которая была зафиксирована на стационаре «Туров» составила 120 тыс. особей в 2017 г. (20 марта 2014 г. – 60 тыс., 30 марта 2015 г. – 80 тыс., 9 апреля 2014 г. – 80 тыс.).

Стратегия весеннего пролета самцов и самок турухтана существенно различается. Взрослые самцы турухтана в пойме р. Припять в период весеннего пролета в Восточной Европе реализуют стратегию минимизации времени на полет, что связано с необходимостью прибытия на места гнездования как можно раньше. В рамках этой стратегии самцы набирают высокую массу тела быстрыми темпами и полностью линяют в брачное оперение за время остановки в пойме р. Припять перед заключительным дальним полетом к местам гнездования.

Взрослые самки турухтана в период весеннего пролета в пойме р. Припять реализуют стратегию минимизации энергии, что связано с необходимостью прибытия на места гнездования с энергетическим резервом на случай затяжных неблагоприятных погодных условий. В рамках этой стратегии самки прибывают в пойму р. Припять в более поздние сроки, чем самцы и остаются там непродолжительное время осуществляя набор массы тела относительно невысокими темпами.

Параллельными исследованиями в Западной Европе и Беларуси установлено, что, начиная с 2010 г. произошло значительное увеличение численности данного вида в миграционных скоплениях в пойме реки Припять и уменьшение в Западной Европе [23], что свидетельствует о возможно начавшейся перестройке миграционных путей данного вида в связи с антропогенным воздействием и влиянием климатических перемен.

Чибис – широко распространен в Евразии от западной Европы до Приморья, на востоке Сибири встречается спорадично. Вид относится к ближним мигрантам, т. е. места зимовок и гнездования могут располагаться довольно близко. В пойме Припяти на юге Беларуси чибис является одним из самых многочисленных на гнездовании видов куликов. Самая ранняя регистрация вида была 26 февраля 2008 г., самая поздняя – 25 марта в 2006 г. Весенняя миграция чибиса проходит с конца февраля до середины апреля, когда в пойме остаются местные гнездящиеся птицы. В начале июля практически все взрослые птицы покидают район размножения, в учетах и отловах регистрируются только молодые птицы.

Места зимовок чибисов, гнездящихся в Европейской части континента и в Западной Сибири, расположены в Западной Европе, от Нидерландов до Италии, следовательно, основное направление перелетов восточно-европейских чибисов – с востока на запад осенью и с запада на восток весной.

Европейские гнездящиеся популяции чибиса имеют два основных района зимовки. Популяции из Северной и Западной Европы зимуют в основном на Атлантическом побережье, Пиренейском полуострове и северо-западе Африки. Район зимовки восточных гнездящихся популяций в основном расположен вдоль побережья Средиземного моря [2]. По нашим данным, места зимовки чибисов, гнездящихся на юге Беларуси (относящихся к восточной популяции), расположены в основном на атлантическом побережье. Эту разницу нельзя объяснить разным уровнем охотничьего пресса вдоль атлантического побережья и побережья Средиземного моря. Одно из возможных объяснений – изменение пути миграции и, как следствие, смена места зимовки. Основные причины таких тенденций не до конца известны, однако, как известно, ближние мигранты в большей степени подвержены к смене мест зимовок, чем дальние

мигранты, на что могут влиять такие факторы, как смена климата или наличие пищевых ресурсов на данных территориях [17].

Заключение. Некоторые исследования миграции куликов выявили, что птицы могут менять стратегию миграции в течение сезона. Перевозчики (*Actitis hypoleucos*) и молодые особи фифи (*Tringa glareola*) в районе Гданьского залива ведут себя осенью как мигранты, минимизирующие энергетические затраты, однако на последующих этапах миграции отдают предпочтение стратегии сокращения времени перелета [11, 12]. Менять свою стратегию миграции также вынуждены особи, которые используют, так называемые «аварийные» места остановок. Взрослые особи некоторых видов, которые обычно придерживаются стратегии минимизации времени миграции, иногда появляются в тех местах, которые для них нехарактерны. Причинами этого могут быть отличные от стандартных погодные условия на пути миграции или осуществление миграции с недостаточными жировыми запасами [13].

Автор благодарит всех коллег и волонтеров, кто принимал участие в сборе материала в период с 1999 по 2021 гг.

Список литературы

- 1 Alerstam, T. Bird Migration / T. Alerstam. – Cambridge : Cambridge University Press., 1993. – 409 p.
- 2 Berthold, P. Bird Migration. A general survey / P. Berthold. – Oxford : Oxford University Press, 1993. – 239 p.
- 3 Csörgő, T., Halmos, G. Changing of wintering site or recovery provision – an analysis of ringing data of hungarian Lapwings, *Vanellus vanellus*. // *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. – 2010. – 56(4). P. 395–403.
- 4 Davidson, N. C. P. R. Evans. Prebreeding accumulation of fat and muscle protein by arctic-breeding shorebirds // *Proceedings XIX International Ornithological Congress, Ottawa*. – 1989. – P. 342–352.
- 5 Gilissen N. et al. Numbers and distribution of wintering waterbirds in the Western Palearctic and Southwest Asia in 1997, 1998 and 1999 / *Results from the International Waterbird Census*. – Wageningen: Wetland International Global Series, 2002. – №. 11. – 120 p.
- 6 Houston, A. I. Models of optimal avian migration: state, time and predation / A. I. Houston // *Journal of Avian Biology*. – 1998. – №. 29. – P. 395–404.
- 7 Houston et. al. Capital or income breeders? A theoretical model of female reproductive strategies // *Behavioral Ecology*. – 2007. – №. 18. – P. 241–250.
- 8 Karlionova, N., Pinchuk, P., Meissner W. & Verkuil, Y. Biometrics of Ruffs (*Philomachus pugnax*) migrating in spring through southern Belarus with special emphasis on occurrence of faeders // *Ringing&Migration*. – 2007. – P. 134–140.
- 9 Karlionova N., Meissner W., Pinchuk P. Differential development of breeding plumage in adult and second-year male Ruffs *Philomachus pugnax* // *Ardea* 96 (1). – 2008. – P. 25–37.
- 10 Lindström, Å. Basal metabolic rates of migrating waders in the Eurasian Arctic // *Journal of Avian Biology*. – 1997. – №. 28. – P. 87–92.
- 11 Meissner, W. Fat reserves in Dunlins (*Calidris alpina*) during autumn migration through Gulf of Gdansk / W. Meissner // *Ornis Svecica*. – 1998. – №. 8. – P. 91–102 (b).
- 12 Meissner, W., Remisiewicz M. Wader studies of the Waterbird Research Group KULING in 1983-1998 / W. Meissner, M. // *Ring*. – 1998. – №. 20. – P. 21–33.
- 13 Meissner, W. Strategie wędrówkowe siewkowców (Charadrii) zachodniej Palearktyki // *Wiadomości ekologiczne*. – 2001. – Tom XLVII, Zeszyt 2. – P. 119–141.
- 14 Meissner, W. et. al. Fuelling rates by spring-staging Ruffs *Philomachus pugnax* in southern Belarus // Meissner, W., Karlionova, N., Pinchuk, P. // *Ardea* – 2011.

- 15 Mongin, E., Pinchuk, P. A survey of spring wader migration on the floodplain meadows of the Pripyat River in south part of Belarus during 1994–1998 // *The Ring* – 1999. – 21. – P. 149.
- 16 Mongin E. et al. Migration of Curlew Sandpiper *Calidris ferruginea* in Belarus // I Mongin E., Nikiforov, M. & Pinchuk P. // *International Wader Studies* 19. – 2006. – P. 118–120.
- 17 Peach, W. J et al. Annual and long-term variation in the survival rates of British Lapwings *Vanellus vanellus* // Peach, W. J., Thomson, P. S. & Coulson, J. C. // *Journal of Animal Ecology*. – 1994. – 63. – P. 60–70.
- 18 Pinchuk, P. V. Autumn migration of the wood sandpiper (*Tringa glareola*) in the Southern Belarus (Pripyat floodplain) // *Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции «Бранта»*. – 2003. – Вып. 6. – С. 165–172.
- 19 Pinchuk, P., Karlionova, N., Zhurauliou, D. Wader ringing at the Turov ornithological station, Pripyat Valley (S Belarus) in 1996–2003 // *Ring* – 2005. – 27. – P. 101–105.
- 20 Piersma, T. Hink, stap of sprong? Reisbeperkingen van arctische steltlopers door voedselzoecken, vetopbouw en vliegsnelheid // *Limosa*. – 1998. – № 60. – P. 185–194.
- 21 Piersma, T. Phenotypic flexibility during migration: optimization of organ size contingent on the risks and rewards of fuelling and flight? // *Journal of Avian Biology*. – 1998. – №. 29. – P. 511–520. (a)
- 22 Verkuil, Y. I. et al. Non-breeding fæder Ruffs *Philomachus pugnax* associate according to sex, not morphology // Yvonne I. Verkuil, Joop Jukema, Jennifer A. Gill, Natalia Karlionova, Johannes Melter, Jos C. E. W. Hooijmeijer and Theunis Piersma/ *Bird Study* – 2008. – 55. – P. 241–246.
- 23 Verkuil, Y. I. et al. 2012. Losing a staging area: eastward redistribution of Afro-Eurasian ruffs is associated with deteriorating fuelling conditions along the western flyway // Y. I. Verkuil, N. Karlionova, E. N. Rakhimberdiev, J. Jukema, Wijmenga
- 24 Дольник, В. Р. Миграционное состояние птиц / В. Р. Дольник. – М. : Наука, 1975. – 398 с.
- 25 Карлионова, Н. В. Мониторинг мигрирующей группировки турухтана / Н. В. Карлионова, М. Е. Никифоров, П. В. Пинчук // *Мониторинг животного мира Беларуси (основные принципы и результаты)* Минск, 2005. – С. 145–149.
- 26 Карри-Линдал, К. Птицы над сушей и морем. Глобальный обзор миграций птиц / К. Карри-Линдал. – М. : Мысль, 1984. – 204 с.
- 27 Пинчук, П. В. Влияние климатических факторов на фенологию весенней миграции куликов на юге Беларуси / П. В. Пинчук, Н. В. Карлионова // *Branta* – 2011. – № 14. – С. 12–26.

N. V. Karlionova

MIGRATION STRATEGIES OF THE SHOREBIRDS UNDER CONDITIONS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF PRIPYAT POLESIE

*GNPO «SPC of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources»,
Minsk, Republic of Belarus,
karlionova@tut.by*

Abstract. This article provides information on the migration strategies of shorebirds migrating along the Polesky flyway. The results were obtained at the bird ringing station "Turov" in the period from 1999 to 2021.

Keywords: migration strategy, waders, population, klimat, Poleski flyway, ringing data.

А. А. КИСЛЯКОВА¹, Н. В. КАРЛИОНОВА²

**ОБЗОР РАБОТЫ ПРОЕКТА ELVONAL
В УСЛОВИЯХ ЗАКАЗНИКА «ТУРОВСКИЙ ЛУГ»**

¹ГУО «Институт подготовки научных кадров НАН Беларуси»,

г. Минск, Республика Беларусь,
anastasia.bio.by@gmail.com

²ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,

г. Минск, Республика Беларусь,
karlionova@tut.by

*В данной статье приводятся данные, полученные за время полевых работ, проведенных в заказнике «Туровский луг» с 25 марта по 15 июня 2021 г. для мониторинга размножения популяций куликов. Была собрана информация о таких видах как травник *Tringa totanus*, галстучник *Charadrius hiaticula*, малый зуйк *Charadrius dubius*, кулик-сорока *Haematopus ostralegus* и большой веретенник *Limosa limosa*.*

Ключевые слова: кулики, популяция, размножение, половое поведение, успешность гнездования.

Туровский луг – биологический заказник местного значения, расположенный на сенокосных угодьях в пойме реки Припять. Территория заповедника составляет 140 га. Каждый год большая часть луга заливается водой во время весеннего половодья. К лету уровень воды постепенно снижается, обнажая острова. Эти условия позволяют куликам находить места гнездования, защищенные от хищников.

Туровский луг создает идеальные условия для размножения различных видов куликов. Целью нашего исследования было получение данных об особенностях полового поведения, размножения и успешности гнездования обыкновенного чибиса *Vanellus vanellus*, травника *Tringa totanus*, галстучника *Charadrius hiaticula*, малого зуйка *Charadrius dubius*, кулика-сороки *Haematopus ostralegus* и большого веретенника *Limosa limosa* для проекта ELVONAL [4].

Проект ELVONAL в течение последних 5 лет занимается проверкой ключевых гипотез эволюции системы размножения с использованием поведенческих, геномных, иммунологических и демографических подходов. Исследование посвящено куликам, поскольку они демонстрируют необычайное разнообразие систем ухаживания и родительской заботы [1]. Данные собираются десятками объединенных исследовательских групп по всему миру, чтобы определить местные особенности поведения для различных видов куликов.

Основные задачи проекта на 2021 год заключались в следующем:

1. Получить лучшее представление об индивидуальных особенностях жизненного цикла куликов на Туровском лугу, таких как ухаживание, уход за птенцами, успешность гнездования;
2. Пронаблюдать социальное поведение куликов во время ухаживания и инкубации яиц;
3. Оценить влияние хищничества и вмешательства человека на успех гнездования;
4. Собрать образцы крови, спермы и секрета копчиковой железы для дальнейших анализов.

Полевые работы проводились в период с 25 марта по 15 июня 2021 г. Для получения необходимых данных использовались следующие подходы:

1. Поиск и измерение гнезд. Путешествие между островами осуществлялось на байдарках. После обнаружения гнезда измерялись, фотографировались и получали отметку на GPS-трекере. Каждому гнезду присваивался уникальный код. Яйца измеряли, проводился тест на плаучесть для установления стадии инкубации.

2. Отловы. Взрослых особей отлавливали с помощью лабиринтных ловушек или пружинных ловушек при инкубации яиц не менее 5 суток. С отловленных особей были взяты необходимые образцы и измерения стандартных орнитологических параметров: масса, длина клюва до ноздри, длина головы, длина крыла, длина цевки и ноги, а также была записана информация о возрасте, стадии линьки и жировом запасе. Все птицы были отмечены сочетанием цветных и металлических колец, отличающимся для каждого вида.

Вылупившихся цыплят измеряли, помечали металлическими кольцами и брали кровь из бедренной вены. Родителей идентифицировали и отлавливали, когда это было возможно, после чего всю семью обозначали идентификатором гнезда.

3. Проверка гнезд. Гнезда проверялись каждые 5 дней. Начиная с пяти дней до предполагаемой даты вылупления контроль проводился ежедневно. Возле некоторых гнезд были установлены камеры для съемки взрослых особей.

4. Наблюдения за поведенческими особенностями. Наблюдения проводились как для пары в период ухаживания и строительства гнезда, так и для семьи после вылупления выводка. В установленный период времени (30 минут для пары и 1 час для семьи) записывались все действия, совершаемые птицами, а также фиксировалось расстояние между особями..

5. Возврат колец или повторное наблюдение. Ранее окольцованные особи регистрировались случайным образом в течение сезона размножения, включая цветные кольца текущего и прошлых лет. При обнаружении подобной особи регистрировался номер цветного кольца, пол птицы и отмечались точные координаты на GPS-трекере.

Полученные результаты.

Гнездование. Всего было обнаружено 332 гнезда, в том числе 148 гнезд чибиса, 143 гнезда травника, 30 гнезд большого веретенника, 7 гнезд галстучника, 3 гнезда кулика-сороки и 1 гнездо малого зуйка. Первое гнездо было найдено первое апреля, последнее – 17 мая 2021 г. Пик кладок приходился на 18–20 апреля.

Итог гнездования можно разделить на 4 категории:

Выведено – в гнезде обнаружены птенцы, или яйца исчезли в ожидаемую дату без каких-либо признаков иного исхода.

Разорено – признаки хищничества (остатки яиц) в гнездовой лотке или в непосредственной близости от него.

Брошено – инкубация не проводилась в течение нескольких проверок, яйца оставались холодными.

Неизвестно – яйца отсутствуют после предполагаемой даты вылупления, нет подтвержденных признаков присутствия родителей или цыплят.

В 2021 году успешность гнездования достигла небывалых высот (таблица 1).

Таблица 1 – Успешность гнездования куликов на территории заказника «Туровский луг» в 2021 году

Итог	Абсолютное количество гнезд	Удельное количество гнезд по отношению к общему количеству $N = 332$
Выведено	248	75%
Брошено	41	12%
Разорено	15	5%
Неизвестно	28	8%

Мы связываем высокий уровень успешности гнездования в этом году с высоким уровнем воды. В 2021 году наблюдался самый высокий уровень воды с 2013 года: до конца сезона гнездования территория состояла из нескольких островов, а не была сплошным равнинным лугом. В связи с этим случаи хищничества и беспокойства людьми были крайне редки.

Отловы. За время полевых работ было поймано 46 взрослых и 120 птенцов куликов. Взрослых птиц помечали двумя кольцами: металлическим и цветным. Птенцы были отмечены только металлическими кольцами.

Всего было окольцовано 25 взрослых особей чибиса (20 самок и 5 самцов), 3 особи травника (2 самки и 1 самец), 5 особей кулика-сороки (3 самки и 2 самца), 9 особей большого веретенника (4 самки и 5 самцов), 2 особи малого зуйка (самец и самка) и 2 особи галстучника (обе самки).

Гнездовые камеры. Камеры были настроены на запись данных в 31 гнезде куликов. Запись осуществлялась при фиксации движения в поле зрения камеры до момента взятия или разрядки

аппарата. В результате нами было получено 2184 часов видеоматериалов, запечатлевших гнездовую активность куликов.

Поведенческие наблюдения. Мы собрали наблюдения для двух типов поведения: ухаживание и забота о потомстве. Для наблюдений за ухаживанием за парой наблюдали в течение 30 минут, а наблюдение за выводком занимало 1 час.

Данные об ухаживании были собраны для 20 пар 3 разных видов. Уход за потомством наблюдался для 12 семей 2 видов. Небольшое количество наблюдений такого типа объясняется сложностью их выполнения. Птенцы появляются в период, когда острова покрыты высокой растительностью, что позволяет родителям легко скрывать выводок в траве.

Заключение. Всего было обнаружено 332 гнезда разных видов, отловлено 46 взрослых птиц и 120 птенцов. Гнездовые камеры были установлены на 31 гнездо. Данные о поведении при ухаживании были собраны для 20 гнезд, а наблюдение за поведением при уходе за птенцами проводилось для 12 гнезд. Было собрано 146 образцов крови разных видов. Также было взято 45 образцов спермы и 135 образцов секрета копчиковой железы.

Собранные данные будут проанализированы и использованы проектом ELVONAL для исследований таких тем как малярия у куликов, влияние морфометрических показателей спермы на успешность потомства, влияние различных факторов среды на исход гнездования и т. д.

Мы хотели бы поблагодарить участников проекта ELVONAL из Дебреценского университета, Ж. Тот и Т. Секей за помощь в области методологии и личное участие в сборе материалов на Туровском лугоу, а также отметить работу волонтеров, В. Хурсанова. и А. Мелтла.

Список литературы

- 1 Carmona-Isunza, M. C. Courtship behavior differs between monogamous and polygamous plovers / M. C. Carmona-Isunza // Behavioral Ecology & Sociobiology. – 2015. – №. 69. – P. 2035–2042.
- 2 Diversity in mating and parental sex roles / E. J. Herridge, R. L. Murray, D. T. Gwynne, L. Bussiere // Encyclopedia of Evolutionary Biology. – Oxford, 2016. – P. 453–458.
- 3 Schärer, L. Anisogamy, chance and the evolution of sex roles / L. Schärer, L. Rowe, G. Arnqvist // Trends in Ecology & Evolution. – 2011. – №. 27. – P. 260–264.
- 4 Székely, T. Protocol for collecting behavioural data for ELVONAL shorebird project, version / T. Székely, V. Kubelka // Debrecen, 2019. – P. 2–4.
- 5 Vincze, O. Local environment but not genetic differentiation influences biparental care in ten plover populations / O. Vincze // PLoS ONE, 2013. – №. 8. – P. 1–10.

A. A. Kislyakova¹, N. V. Karlionova²

OVERVIEW OF THE WORK OF THE ELVONAL PROJECT IN THE CONDITIONS OF THE RESERVE "TUROV MEADOW"

¹State Institution of Education "Researchers Training Institute of the National Academy of Sciences of Belarus",
Minsk, Republic of Belarus,
anastasia.bio.by@gmail.com

²Scientific and practical center of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
karlionova@tut.by

*In this article we observe data obtained in the Turov Meadow reserve during the field work carried out from March 25th to June 15th, 2021 to monitor the reproduction of wader populations. Information was collected on species such as redshank *Tringa totanus*, common ringed plover *Charadrius**

hiaticula, little ringed plover Charadrius dubius, oystercatcher Haematopus ostralegus and black-tailed godwit Limosa limosa.

Key words: waders, population, reproduction, sexual behavior, nest fate.

УДК 581. 52

Н. А. КОВЗИК

ОЦЕНКА ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ СОЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДИКАЦИОННЫХ ШКАЛ ЦЫГАНОВА

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
nata_kovzik@mail.ru*

В статье дана оценка пойменных лугов нижнего течения р. Сож с использованием индикационных шкал Цыганова. Выявлены различия, связанные с почвами, а именно с их увлажнением и богатством почв азотом, что непосредственно связано с особенностями увлажнения и рельефа.

Ключевые слова: растительность, пойменные луга, фитоиндикационные шкалы, экологические условия местообитаний, экологические факторы.

При решении многих научных и хозяйственных вопросов возникает необходимость определения экологических условий среды. Наиболее простым и удобным способом оценки экологических условий местообитаний является обработка геоботанических описаний по индикационным экологическим шкалам, которые позволяют определить местоположение сообщества (или синтаксона) в пространстве основных экологических факторов [1].

В фитоиндикационной экологической таблице Цыганова Д. Н. приведены частные экоморфы 2129 видов сосудистых растений, выраженные через их амплитуды толерантности по отношению к режимам 10 факторов: общему терморегиму климата (Тм), континентальности климата (Кп), влажности климата (Ом), морозности климата (Ст), увлажнению почвы (Нд), обобщенному солевому режиму почв (Тг), кислотности почв (Рс), богатству почв азотом (Nt), переменности увлажнения почв (fH) и режиму затенения (Lc).

На территории рекреационной зоны города Гомеля нами было проведено изучение растительности пойменных ландшафтов, сформированных в бассейне реки Сож.

Исследовалась луговая растительность пойменных экосистем реки Сож в нижнем ее течении и реки Ипуть на левом ее берегу. За весь период исследования было описано 135 видов растений, относящихся к 98 родам и к 35 семействам.

Все виды растений, произрастающие на исследуемых участках, были рассмотрены с использованием индикационных шкал Цыганова. Показатели по индикационным шкалам были рассчитаны отдельно для каждого участка каждого района исследования.

При анализе всех растений по индикационным шкалам (таблица 1) можно судить об условиях, которые характерны для пойменных лугов, расположенных в пригородной зоне г. Гомеля. Так в соответствии с термоклиматической шкалой исследуемый участок можно охарактеризовать как бореонеморальный, т. е. являющимся промежуточным между суббореальным и неморальным типом; по континентальности климат данного участка является материковый типом; по отношению к влажности климата данные указывают на субаридный тип климата, по отношению к морозности данный участок относится к субкриотермному, что указывает на то, что исследуемый участок находится в районе с умеренными зимами. Рассмотрев показатели, характеризующие почву, был сделан вывод, что данный участок по показателям

увлажнения почвы является свеже-лесолуговым, т. е. находится в промежуточном положении между влажно-лесолуговой и сухо-лесолуговой почвами, а по солевому режиму почвы изучаемого участка относятся к гликоубэвтрофным, которые входят в тип богатых почв. Почвы являются кислыми с достаточным обеспечением азотом. Данные почвы имеют слабопеременное увлажнение. Изучив показатели по шкале затенения, был сделан вывод, что данный участок относится к полуюткрытым пространствам.

Таблица 1 – Описание растений пойменных лугов по шкале Цыганова

TM	KN	OM	CR	HD	TR	NT	RC	LC	FN
пойменный луг р. Сож									
повышенный участок									
7,64	8,60	7,65	7,07	11,86	7,60	5,02	6,91	2,71	5,62
пониженный участок									
7,84	8,74	7,69	7,08	12,55	8,00	5,28	7,13	2,88	6,01
пойменный луг р. Ипуть									
повышенный участок									
8,06	8,50	7,71	7,59	10,43	7,12	4,72	6,77	2,76	4,59
пониженный участок									
8,00	8,75	7,49	7,54	12,23	8,02	5,38	6,69	2,78	4,85
средний участок									
7,90	8,54	7,68	7,57	10,49	7,35	4,62	7,10	2,63	4,22
пойменный луг в районе д. Романовичи									
повышенный участок									
8,00	8,71	7,37	7,69	11,02	8,01	5,07	7,05	2,68	4,38
пониженный участок									
8,22	8,79	7,34	7,55	13,48	8,73	5,39	6,32	2,59	4,84
средний участок									
7,65	8,79	7,54	7,18	12,09	8,07	4,96	6,34	2,72	5,18
Общая									
7,89	8,68	7,57	7,37	11,82	7,85	5,07	6,81	2,73	5,06

Примечание: Шкалы: TM – термоклиматическая; KN – континентальности климата; OM – аридности / гумидности климата; CR – криоклиматическая; HD – увлажнения почв; TR – трофности почв; NT – богатства почв азотом; RC – кислотности почв; LC – освещенности / затенения; FN – переменности увлажнения почв.

Наиболее объективный результат может дать анализ лугов, проведенный по выделенным нами участкам. Это гряды и понижения. Изученные луга были рассмотрены по 4 критериям по шкале Цыганова. Это увлажнение почв, богатство почв азотом, переменность увлажнения почв и солевого режима почв.

Нами были зафиксированы отличия между участками на лугах по основным показателям. Данный фактор определяет некоторые различия в видовом составе. Нами выявлено, что на лугу

в пойме р. Сож существенных отличий нет, хотя луг и подвергается интенсивному подтоплению, но перепады высот там составляют до 1 метра. На двух других лугах различия существуют.

По шкале увлажнения почв (Hd), заметны существенные отклонения по лугу в пойме р. Ипуть вблизи деревни Романовичи. Перепад между участками достигает 2,5 единицы. Это говорит о том, что почвы гривы относятся к сухо-лесолуговым, а пониженного участка к влажно-лесолуговым. Так же разница в значениях существует и на пойменном лугу р. Ипуть. Там перепад значений достигает 1,5 единицы. А в пойме р. Сож он достигает только 0,8 единицы. Это свидетельствует о том, что небольшой перепад высот между участками и длительность периода подтопления создают в пойме р. Сож специфический режим увлажнения почв, и в результате сильных отличий между участками на данном лугу не существует, в отличие от двух других лугов.

По содержанию азота (Nt) менее обеспеченными оказались почвы на лугу в пойме реки Ипуть, вблизи автомобильной дороги. На гривах этот показатель был равен 4,7, а в понижении чуть больше, и составил 5,4. На двух других лугах на повышениях он составлял около 5 единиц. Данные показатели указывают на почвы, испытывающие недостаток азота. По солевому режиму почв (Tr) луга находятся в промежутке между довольно богатыми почв и богатыми почвами. И только на пониженном участке, на лугу возле Романович, наблюдаются участки слабозасоленных почв. По шкале переменной увлажнения почв (Fh) данные луга варьируют от слабо переменного до умеренно переменного типа увлажнения почв.

Так на изученных нами участках различия были связаны с почвами, а именно с их увлажнением и богатством почв азотом, что непосредственно связано с особенностями увлажнения и рельефа. Было выявлено, что пониженные участки, как правило, более богаты азотом, чем повышенные, так как при выпадении осадков многие питательные вещества сносятся вниз по склону и там накапливаются. Также они являются более увлажненными, так как там скапливается больше влаги.

Список литературы

1 Гусев, А. П. Некоторые особенности экологических режимов почв антропогенных ландшафтов (на основе применения фитоиндикационных шкал) / А. П. Гусев, Н. С. Шпилевская // «Современное состояние растительного и животного мира стран Еврорегиона «Днепр», их охрана и рациональное использование», Международная научно-практическая конф. (14 – 16 ноября 2007, Гомель): материалы / редкол. : А. Н. Кусенков (отв. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – С. 95 – 98.

N. A. Kovzik

ASSESSMENT OF FLOODPLAIN MEADOWS OF THE LOWER REACHES OF THE SOZH RIVER USING TSYGANOV INDICATOR SCALES

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
nata_kovzik@mail.ru*

Abstract. The article gives an assessment of floodplain meadows of the lower reaches of the Sozh River using Tsyganov indicator scales. The differences related to soils, namely with their moisture content and richness of soils with nitrogen, which is directly related to the features of moisture and relief, are revealed.

Keywords: vegetation, floodplain meadows, phyto-indicator scales, ecological conditions of habitats, environmental factors.

Д. В. КРЮК, А. А. ЖУКОВА, О. А. МАКАРЕВИЧ, Б. В. АДАМОВИЧ

**ВЛИЯНИЕ ИНВАЗИВНОГО МОЛЛЮСКА
DREISSENA POLYMORPHA, PALLAS 1771
НА ДИНАМИКУ ПОПУЛЯЦИЙ МОЛЛЮСКОВ
СЕМЕЙСТВА UNIONIDAE
В НАРОЧАНСКИХ ОЗЁРАХ (БЕЛАРУСЬ)**

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
KrukDV@bsu.by*

Dreissena polymorpha проникла в Нарочанские озёра в конце 80-х и с тех пор активно подавляла развитие унионид. В период массового размножения дрейссены численность популяций унионид снизилась в озёрах Нарочь и Мястро и начала восстанавливаться после снижения плотности популяции дрейссены. Прессинг дрейссены на унионид в озере Баторино был ниже из-за менее подходящих для дрейссены условий.

Ключевые слова: *Dreissena polymorpha*, биологические инвазии, восстановление популяции, малакофауна, Нарочанские озёра.

Dreissena polymorpha, Pallas 1771 – это активно распространяющийся двустворчатый моллюск. Активно размножаясь и достигая высокой численности популяция дрейссены становится мощным преобразователем водной экосистемы. В первую очередь дрейссена является активным фильтратором, в результате жизнедеятельности особей в популяции дрейссены значительная часть взвешенных, органических и биогенных веществ изымается из водной толщи и мигрирует в донные отложения или депонируется в организмах моллюсков [1]. Кроме того, дрейссена при массовом развитии может существенно подавлять развитие популяций более крупных двустворчатых моллюсков. Исключением не стали и Нарочанские озёра, расположенные в северо-западной части Беларуси на территории национального парка «Нарочанский» (месторасположение показано на рисунке 1), куда дрейссена вселилась в 80-х годах прошлого века. В данной работе речь пойдёт о давлении моллюска-вселенца *Dreissena polymorpha* на нативные для Беларуси виды, относящиеся к родам *Anodonta* и *Unio*.

Несколько слов о жизненном цикле *Dreissena polymorpha*. Взрослые особи дрейссены ведут прикрепленный образ жизни, закрепляясь на любом подходящем субстрате при помощи прочных белковых нитей, называемых биссусными. Размножение происходит планктонными личинками велигерами. Велигеры могут оседать не только на камнях или макрофитах, они так же могут обрастать раковины взрослых особей дрейссены или раковины других моллюсков. В результате массового размножения дрейссены могут образовываться крупные скопления их раковин вокруг субстрата, такие скопления называют друзами.

В случае обильного обрастания дрейссеной раковин унионид последние теряют подвижность, вплоть до потери возможности открывать и закрывать раковину, что часто приводит к потере способности питаться и дышать, за чем часто следует гибель моллюска-хозяина. Если прикрепление дрейссены произошло в достаточно раннем возрасте и не привело к гибели обросшего моллюска, может происходить деформация его раковины в процессе роста, как показано на рисунке 2 Б.

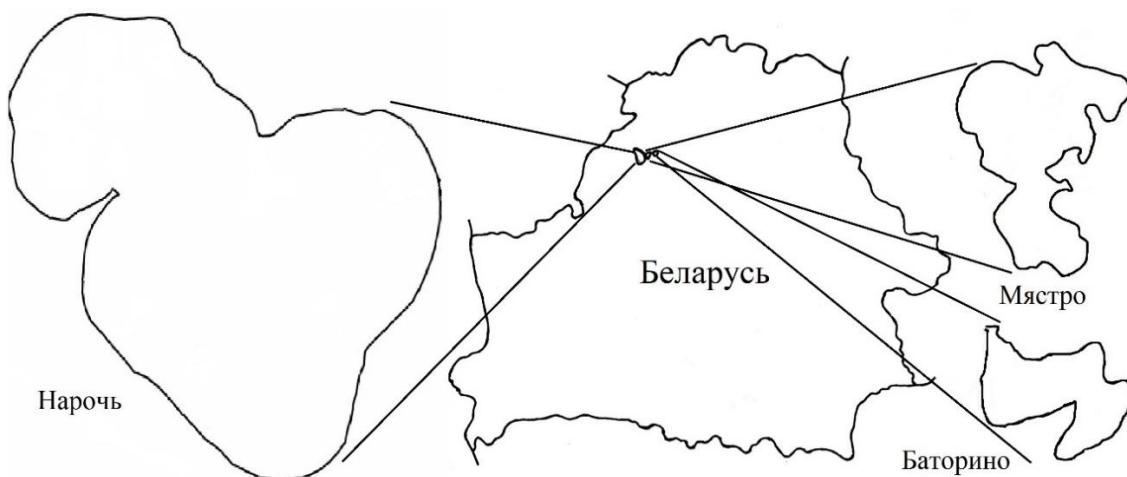


Рисунок 1 – Нарочанские озёра



А

Б

Рисунок 2 – Деформированная раковина *Anodonta sp.* до (А) и после (Б) снятия с неё дрейссены. Найдена в озере Мястро в 2017 г.

Материалы и методы. Пробы отбирались в июле 2017 г. из озера Мястро и в течение июля 2018 г. из озер Баторино и Нарочь. Отбор производили вручную на всех озерах. Пробы с глубины выше 1–1,5 м. были взяты водолазами. Пробы дрейссены отбирались при помощи рамки площадью 0,25 м². Отбор унионид осуществляли, используя маршрутный метод. После проведения всех измерений экземпляры возвращались в среду обитания.

В 2021 году дрейссена не отбиралась. Отбирались только особи унионид. Станции обследовались маршрутным методом. Особи отбирали вручную. Моллюсков вскрывали для видовой идентификации, у моллюсков брали образец тканей ноги и фиксировали в 96 % этаноле для дальнейшей ПЦР диагностики.

В июле 1990 г. А. Ю. Каратаевым и Л. Е. Бурлаковой были обследованы сборы перловиц и беззубок с 7 станций на озере Нарочь. По данным их сборов в 1990 г. дрейссена встречалась

на 60 % обнаруженных раковин унионид. В этот период популяция дрейссены в озере Нарочь находилась на начальной стадии своего развития, за исключением области впадения в озеро Нарочь реки Скема, через которую дрейссена проникла в Нарочь из озера Мясстро около 1985 г. Следует отметить, что обросшие раковины встречались на станциях, именно расположенных ближе к реке Скема. Повторное обследование было проведено в 1993 г. К этому времени численность дрейссены в озере Нарочь выросла более чем в 100 раз. Все особи унионид, обнаруженные в 1993 году в озере Нарочь были покрыты толстым слоем дрейссены, что сопровождалось массовой гибелью унионид. В то время из 100 особей унионид, покрытых дрейссеной живыми на момент обнаружения были только 3 особи. Количество особей дрейссены на 1 особь унионид варьировало от 154 экз. до 324 экз. При этом в 1993 г. плотность обрастания раковин уже не зависела от близости расположения станции к участку начала вселения [2].

Униониды не фиксировались в литоральных бентосных пробах при регулярном мониторинге озера Нарочь до 2018 г. Из двадцати станций вдоль всей береговой линии озера, обследованных в тот год, на станции у северного берега малого плёса озера обнаружили 3 особи беззубки. На их раковинах дрейссены обнаружено не было [3].

В сентябре 2021 года была обследована станция на северо-западном берегу озера Нарочь. Там были обнаружены 10 особей беззубок на площади около 50 м². Из обнаруженных 10 особей только на одной были закреплены особи дрейссены. По морфологическим признакам беззубки были определены как относящиеся к виду беззубка лебединая (*Anodonta cygnea*, Linné, 1758), что позже было подтверждено с помощью молекулярно-генетического анализа.

В озеро Мясстро дрейссена вселилась несколько раньше, чем в озеро Нарочь. Первые задокументированные находки дрейссены в озере Нарочь, датируются 1990 г., в то время как в озере Мясстро дрейссена впервые была обнаружена в 1984 г. [4]. Однако, первые подробные исследования популяции дрейссены в озере Мясстро были проведены только в 1993 г. В это время в озере Мясстро были обнаружены 32 особи унионид, 30 из которых были покрыты раковинами дрейссены, однако при этом оставались живыми и степень обрастания дрейссеной была невысокой (от 1 до 23 особей дрейссены на 1 особи унионид) [2].

Далее в июле 2017 г. на четырёх из восьми обследованных станций на озере Мясстро были обнаружены униониды. Наибольшее их количество отмечено на станции возле поворота на д. Минчаки, там обнаружено 30 особей. На оставшихся трёх станциях в сумме было обнаружено 4 особи унионид. Степень обрастания обнаруженных унионид дрейссеной в озере Мясстро была различной, от 10 % до 100 % от площади поверхности раковины, однако стоит отметить, что наиболее сильно обросшие раковины были обнаружены на станциях с малой численностью унионид, на станции возле поворота на д. Минчаки раковины унионид не были сильно обросшими дрейссеной. Именно на этой станции среди всех обследованных в 2017 г. литоральных станций численность дрейссены на м² была наименьшей [3], что вероятно связано с активным движением водных масс, что может создавать неблагоприятные условия для прикрепления личинок дрейссены к субстрату.

В сентябре 2021 г. В озере Мясстро на станции возле поворота на д. Минчаки были обнаружены 10 особей перловицы вздутой (*Unio tumidus*, Philipsson, 1788) и 2 особи беззубки утиной (*Anodonta anatina*, Linné, 1758). Принадлежность обнаруженных особей к названным видам подтверждена молекулярно-генетическим анализом. Из 12 обнаруженных особей на двух были обнаружены раковины дрейссены в малом количестве.

Поскольку в озеро Баторино дрейссена вселилась раньше всего из трёх крупнейших озёр Нарочанской группы, численность популяции стабилизировалась там раньше всего. К сожалению, достаточно затруднительно строить предположения о времени вселения дрейссены в озеро Баторино, поскольку факт вселения был установлен к тому моменту, когда популяция уже достигла достаточно высоких значений численности, то есть когда популяция уже некоторое время развивалась в озере. К 1993 г. судя по всему популяция дрейссены в озере Баторино уже стабилизировалась и её численность была невысокой, относительно озёр Мясстро и Нарочь в это же время. Из-за сильной заиленности дна дрейссена может развиваться в озере Баторино в основном только на макрофитах. Однако из-за различий в образе жизни (дрейссена не имеет способности передвигаться) униониды могут обитать

зарываться в заиленный грунт и существовать с меньшим риском стать субстратом для дрейссены и погибнуть из-за ограничения подвижности раковины.

В 2018 г. в озере Баторино было обнаружено 19 особей унионид на 7 станциях. Небольшое число особей были обнаружены с прикрепленными к ней особями дрейссены, однако обрастания покрывали не более, чем 30 % от поверхности раковины [3].

Из-за прессинга, оказываемого дрейссеной, униониды не могут успешно развиваться при высоких численностях дрейссены. В озёре Нарочь наблюдалось снижение численности унионид в период массового развития в озере дрейссены. На фоне стабилизации популяции дрейссены и снижения её численности в озёрах Нарочь и Мястро популяции унионид начинают восстанавливаться, начиная с участков, которые наименее подходят для обитания дрейссены. Озеро Баторино из-за более сильного заиления донного грунта не подходит для размещения дрейссены на дне, в отличие от унионид, которые способны существовать, зарываясь в илистый грунт. Поэтому в озере Баторино развитие популяции дрейссены не так сильно сказывается на развитии унионид, как в озёрах Нарочь и Мястро.

Список литературы

1 Жукова, Т. В. Роль дрейссены (*Dreissena polymorpha* Pallas) в функционировании Нарочанских озёр / Т. В. Жукова // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология. Лекции и материалы докладов II-ой Международной школы-конференции. Борок. – 2013. – С. 55-59.

2 Каратаеў, А. Ю. Сучасны стан і перспектывы развіцця дрэйсены *Dreissena polymorpha* Pallas у Нарачанскіх азёрах / А. Ю. Каратаеў, Л. Я. Бурлакова // Вести АН Беларусі, Сер. біол. наук. – 2005. – С. 95–99.

3 Современное состояние популяций крупных двустворчатых моллюсков Нарочанских озёр / А. Ю. Панько [и др.] // Зоологические чтения – 2019: Сборник статей Международной научно-практической конференции (Гродно, 20–22 марта 2019 г.) / редкол. : О. В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2019. – С. 216–218.

4 Burlakova, L. E. Changes in the distribution and abundance of *Dreissena polymorpha* within lakes through time / L. E. Burlakova, A. Y. Karatayev, D. K. Padilla // *Hydrobiologia*. – 2006. – №. 57. – P. 133–146.

D. V. Kryuk, H. A. Zhukova, O. A. Makarevich, B. V. Adamovic

INFLUENCE OF THE INVASIVE MOLLUSK *DREISSENA POLYMORPHA*, PALLAS 1771 ON THE MULTIPLE DYNAMICS OF POPULATIONS OF MOLLUSKS OF THE UNIONIDAE FAMILY IN NAROCHAN LAKES (BELARUS)

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
KrukDV@bsu.by*

*Abstract. *Dreissena polymorpha* got into the Naroch group lakes in the late 1980s and actively suppressed the development of unionids. During the period of mass reproduction of *Dreissena*, the number of Unionid populations decreased in the lakes Naroch and Myastro and began to recover after decreasing of the *Dreissena* population density. The pressure of zebra mussel on unionids in Lake Batorino was lower due to less suitable conditions for *Dreissena*.*

*Keywords: *Dreissena polymorpha*, biological invasions, population recovery, malacofauna, Naroch group lakes.*

В. В. КУЛЬНЕВ¹, Б. И. КОЧУРОВ², И. В. ЦВЕТКОВ³

**УПРАВЛЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ
ПРИ СОВРЕМЕННОМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ**

¹*Центрально-Черноземное межрегиональное управление Федеральной службы по надзору
в сфере природопользования,
г. Воронеж, Российская Федерация,
kulnev@rpn36.ru*

²*Институт географии Российской академии наук,
г. Москва, Российская Федерация,
b.i.kochurov@igras.ru*

³*ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»,
г. Тверь, Российская Федерация,
tanpsi@mail.ru*

Работа отражает способ моделирования процесса альгоремедиации водных объектов различного назначения на основе построения мультифрактальной модели водной экосистемы. Суммарный отклик экосистемы на управляющие воздействия предложено оценивать путем наложения её мультифрактального образа на выделенные формы критической организации, отвечающим пределам самовосстановления структуры гидробиоценоза.

Ключевые слова: альгоремедиация; водный объект; гидробиоценоз; мультифрактальная динамика; синезеленые водоросли; управление рисками; хлорелла.

Различают экологические системы по уровню организации, в основе которого лежит масштабная компонента. То есть болотную кочку, лужу можно рассматривать как экосистему микроуровня. Небольшое озеро служит примером водной экосистемы мезоуровня. Экосистема отдельно взятого материка или географической области находится на макроуровне организации. Наша планета является экологической системой глобального уровня. Масштабность является стержневым элементом различия экологических систем.

Исходя из этого можно «сворачивать» и «разворачивать» экологические системы, то есть изменять их масштабируемость во времени и в пространстве. В математике для описания указанного процесса принято определение фрактальности как меры системной сложности объектов и систем. Данный подход, применительно к водным экологическим системам, мы попытаемся описать в настоящей статье.

Как известно, любая динамическая система, равно как и экосистема обладает открытостью и функционирует в характерных для неё лимитах достаточности действующих факторов, в пределах действия которых, экосистема не утрачивает своей устойчивости. Благодаря саморегуляции состояний поддерживается гомеостаз экосистемы, под которым понимается ее способность поддерживать устойчивое динамическое равновесие в изменяющихся условиях внешней среды [29].

В гомеостазе экосистема достигает наибольшей эффективности функционирования, однако, по мере приближения уровней действующих факторов к лимитирующим показателям устойчивости, эффективность функционирования экосистемы резко снижается, и она переходит в режим самосохранения. При этом гомеостаз сменяется на бистабильность (неустойчивое равновесие), а в экосистеме происходят необратимые морфологические изменения.

Эксплуатация водных ресурсов, равно как и в целом природных ресурсов, имеет свои пределы: увеличивая нагрузку на природную среду, ее нельзя истощать, нарушая естественный природный цикл регенерации биоресурса [29].

Очевидно, что нарушение естественного воспроизводства экосистемы определяет предельно-допустимую экологическую нагрузку (ПДЭН) под которой понимается возникающая в процессе хозяйственной или иной деятельности человека нагрузка, которая не нарушает устойчивости (гомеостаза) экологической системы. Достижение ПДЭН эквивалентно состоянию бистабильности экосистемы, при котором уровень внешнего воздействия, например, поступление загрязняющих веществ, сравнивается с пределом его биотической компенсации $R=P$, когда самовосстановление экосистемы прекращается (рис. 1).

Природное восстановление биоресурсов происходит за счет естественных природных механизмов – биопродукционных, климатических и гидрологических. В случае, когда природное восстановление не происходит и продолжается ухудшение экологического состояния водного объекта (начинается «цветение» водоема синезелеными водорослями, в результате которого значительно ухудшаются органолептические характеристики воды, снижается рекреационный потенциал водоема и водная среда загрязняется, в том числе, цианотоксинами), наступает момент возможности применения управляющего действия, которое может быть представлено, например, альгоремедиацией.

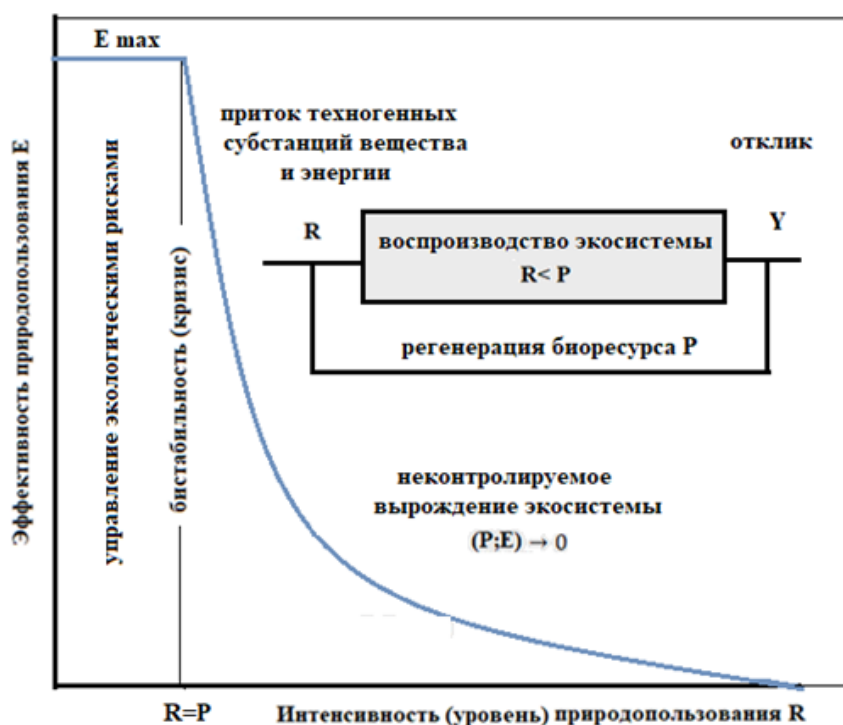


Рисунок 1 – Схема техноприродного цикла хозяйственной эксплуатации экосистем

Под альгоремедиацией понимается восстановление экологического состояния водных объектов за счет метаболического потенциала планктонной альгофлоры [17]. Альгоремедиация, корректирующая нарушение метаболизма водного объекта, улучшает гидрохимические [8–9, 11–16, 18, 27], гидробиологические (по фитопланктону) [1, 2, 10, 24] и органолептические показатели [14, 26], восстанавливает водные объекты до рыбохозяйственного и рекреационного назначения [4, 20, 21], а также может применяться для обеспечения экологической безопасности промышленного водопользования [22].

Если обозначить R – интенсивность (уровень) природопользования; Z – антропогенно возобновимые ресурсы; P – природно-возобновимые ресурсы, то эффективность природопользования будет определяться соотношением:

$$E = R / (Z + P) \cdot \tag{1}$$

Очевидно, что чем интенсивнее природопользование, тем ниже его эффективность, т. е. эксплуатация природного ресурса становится все дороже, поскольку затраты на его восстановление возрастают. В этой связи все более актуальной становится задача превентивного управления (прогнозирования) возникающими экологическими рисками [5].

В плане описания экосистем, которые способны управлять адаптацией к внешнему фактору в динамически развивающейся среде, фракталы являются наиболее удобным математическим инструментом [3, 17]. Механизм саморегуляции, описываемый фракталом, задает такой структурный каркас сообществ, который сохраняется и развивается за счет оптимального распределения потоков вещества и энергии [6].

Применительно к задачам геоэкологии фрактальность отражает меру самоподобия взаимодействующих сред (хозяйственной и природной), ограничивающей развитость структуры экосистемы [14, 19, 25].

$$N(\delta) = \mu\delta^{1-D} , \quad (2)$$

где $N(\delta)$ – структура (размер) экосистемы, $\mu\delta$ – шаг масштабирования, D – фрактальная мера самоподобия техноприродных процессов.

В математическом плане оценка фрактальности техноприродных процессов сводится к их воспроизведению через фрактальный шаблон, масштабированные копии которого в пределе исчерпывают геометрию объекта и сводится к одному числу – фрактальной размерности $D \in (1; 2)$ [19, 25].

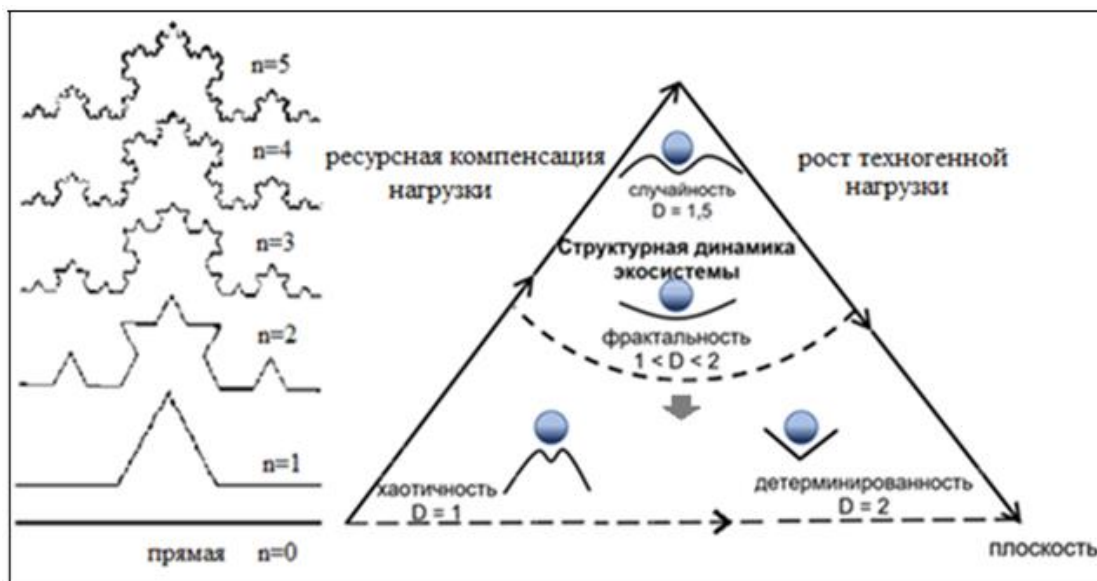


Рисунок 2 – Фрактал как математический инструмент описания техноприродных процессов

В соответствии с принципом толерантности, устойчивость экосистемы, определяющая ее жизнеспособность, ограничена дефицитом и избыточностью факторов, достижение которых говорит об изменении устойчивого цикла на предельный неустойчивый [23, 25].

Для связи фрактальности экосистемы с ее жизнеспособностью введем непрерывную функцию фрактальной “температуры” техноприродных процессов на интервале $D \in (1; 2)$ следующим образом [25]:

$$T_f = a \cdot \left(\frac{1}{(n - D)} - \frac{1}{n} \right) , \quad (3)$$

где D – фрактальный показатель экосистемы, n – размерность пространства, в которое вложен фрактальный объект, a – поправочный коэффициент, выбираемый индивидуально (в нашем случае $n = 2$, $a = 1$).

Физический смысл функции (3) состоит в идентификации пределов экологической емкости среды, ограниченной характеристическими значениями фрактальных показателей экосистемы. Наилучшая линейная аппроксимация функции (3), определяющая область фрактальности (скейлинга параметров), достигается в характеристических точках $D_d = 1,2$; $D_k = 1,7$, вне которых показатели процессов практически скачком увеличиваются от значения $D = 1,7$ до $D = 1,9$, что свидетельствует о нарушении гомеостаза и начале неконтролируемого вырождения экосистемы (рисунок 3, таблица 1).

На основании изложенного, мультифрактальную динамику техноприродных процессов можно представить следующей моделью:

$$D = \sum_{j=1}^2 a_{ij} F_j(D) / 2; 1,2 \leq D \leq 1,7, \quad (4)$$

где D – фрактальная мера техногенного преобразования экосистемы. $F_j(D)$ – факторные нагрузки экосистемы, a_{ij} – весовые коэффициенты действующих факторов.

Физически модель (4) интерпретируется следующим образом: область жизнеспособности экосистемы, определяемая ее саморегуляцией, оценивается отклонением факторной нагрузки $F_j(D)$ от экологического оптимума $F_j(D = 1,5)$: чем выше отклонение, тем сильнее конкретный фактор угнетает жизнеспособность экосистемы.

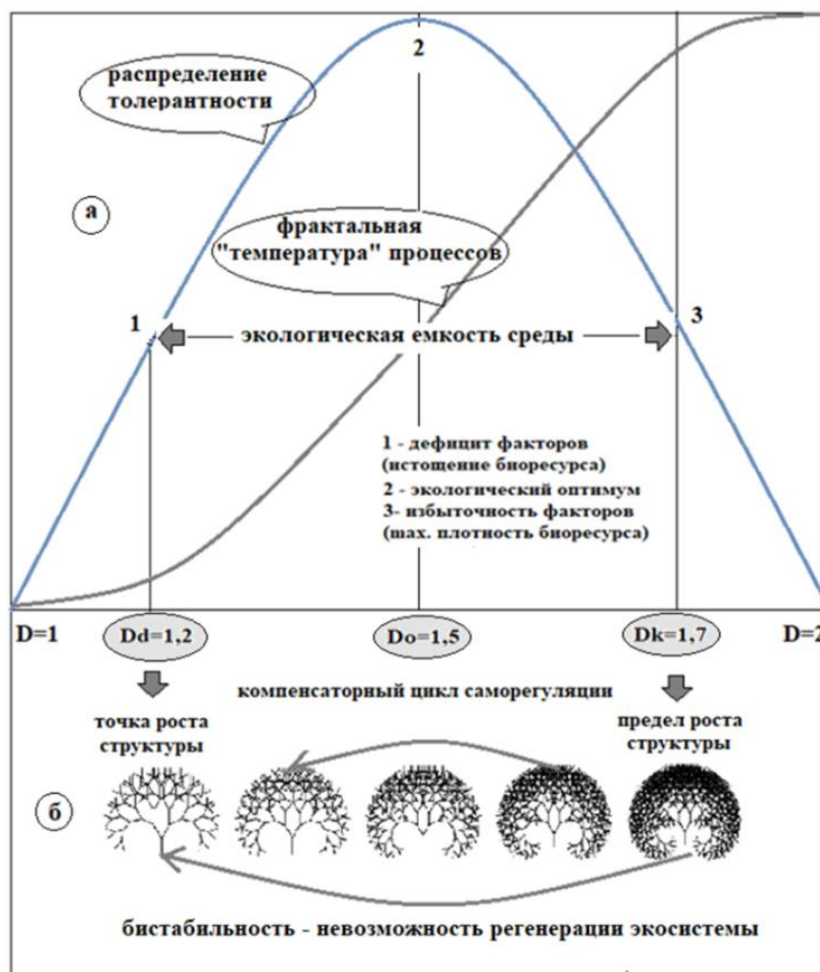


Рисунок 3 – Связь фрактальности экосистемы с ее жизнеспособностью (а), метафора структурной динамики экосистемы в условиях факторных нагрузок (б)

Максимально $F_j(D = 1,7)$ и минимально $F_j(D = 1,2)$ переносимые значения факторов являются теми лимитирующими значениями, за пределами которых существование экосистемы уже невозможно [28].

Таблица 1 – Особенности системной динамики вблизи характеристических (лимитирующих) фрактальных показателей

Характеристические фрактальные показатели	Особенности системной динамики
Дефицит факторов $D_d = (1,2 \pm 0,1)$	Детерминированная динамика экосистемы, в которой отсутствует саморегуляция ее структуры из-за истощения биоресурса. Поведение экосистемы регулируется некомпенсируемыми однонаправленными антропогенными факторами влияния – появлением очагов загрязнений, с которыми экосистема не справляется самостоятельно.
Экологический оптимум $D_0 = 1,5 \pm 0,1$	Саморегулируемая динамика экосистемы в пределах экологической емкости среды. При достижении экологического оптимума линейный тренд процесса меняет знак на противоположный, образуя техно-природный цикл. Нарушениям цикла соответствует смещение состояний экосистемы относительно оптимума – чем оно больше, тем хуже саморегулируемость состояний.
Избыточность факторов $D_k = (1,7 \pm 0,1)$	Хаотическая динамика экосистемы, сопровождаемая резкими скачками ее системных характеристик. Начало неконтролируемого вырождения экосистемы из-за роста некомпенсируемых очагов загрязнений.

Близость фрактальной меры техногенного преобразования экосистемы к характеристическим показателям ее устойчивости определяет следующую оценку экологического риска:

$$R_e(0,1) = D * Q = \begin{pmatrix} R_e \rightarrow 1, \text{ если } D \rightarrow (1,2 \vee 1,7) \\ R_e \rightarrow 0, \text{ если } D \rightarrow 1,5 \\ 0 < R_e < 1, \text{ если } (1,2 < D < 1,7) \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где $R_e(0,1)$ – вероятность экологического риска, Q – предполагаемая величина ущерба от техногенного воздействия.

Анализ решений (5) для исследуемого техноприродного объекта сводится к оценке предельности смещений его состояний относительно экологического оптимума и ранжированию возникших при этом экологических рисков:

Решениям $D \rightarrow 1,5; R_e \rightarrow 0$ соответствует наиболее благоприятная динамика экосистемы, при которой загрязнения утилизируются без затрат биоресурса. В этом состоянии обеспечивается наиболее продуктивный метаболизм экосистемы, определяющий максимальную развитость структуры при минимизации экологических рисков [7].

Решениям $1,2 < D < 1,7; 0 < R_e < 1$ соответствует саморегулируемая динамика экосистемы, при которой обеспечивается утилизация загрязнений с частичными затратами биоресурса, восстанавливаемыми естественным образом после снятия нагрузки.

Решениям $D \rightarrow (1,2\sqrt{1,7})$; $R_e \rightarrow 1$ соответствует неустойчивая динамика (бистабильность) экосистемы, при которой утрачиваются свойства резистентности (саморегуляции состояний) в результате истощения биоресурса. В этом состоянии ресурса экосистемы явно недостаточно, чтобы запустить саморегуляцию, а, значит, утилизировать поступающие извне загрязнения [30].

Решениям $D > 1,7$; $R_e = 1$ соответствует наиболее неблагоприятная, кризисная динамика, при которой наблюдаются необратимые качественные изменения экосистемы, несмотря на снятие внешней нагрузки [29].

Таким образом, когда водная экосистема по причине негативного воздействия техногенных факторов приходит к дисбалансу (выведению из динамической устойчивости) в своём существовании, который выражается, например, в массовом развитии синезеленых водорослей, тогда возникает потребность в управляющем воздействии. Отличным примером управления геоэкологическими рисками при современном водопользовании является альгоремедиация водных объектов различного назначения с одновременным контролем состояния экосистемы согласно приведенному методологическому подходу [17].

Работа выполнена по теме государственного задания (FMGE-2019-0007, AAAA-A19-119021990093-8) «Оценка физико-географических, гидрологических и биотических изменений окружающей среды и их последствий для создания основ устойчивого природопользования»

Список литературы

- 1 Анциферова, Г. А. Биотехнологии в управлении качеством искусственных водных объектов на примере Матырского водохранилища / Г. А. Анциферова, В. В. Кульнев // Комплексные проблемы техносферной безопасности. Материалы Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2016. – С. 152–157.
- 2 Искусственные водные объекты бассейна реки Воронеж и альгобиотехнология в управлении качеством вод / Г. А. Анциферова [и др.] // Экология и промышленность России. Москва, 2018. – Т. 22. – №. 8. – С. 50–54.
- 3 Арнольд, В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели / В. И. Арнольд. – Москва : Изд-во МЦНМО, 2004. – 32 с.
- 4 Биломар, Е. Е. Биологическая реабилитация Белоярского водохранилища методом коррекции альгоценоза / Е. Е. Биломар, В. В. Кульнев // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – Тольятти, 2014. – Т. 23. – №. 2. – С. 22–32.
- 5 Воробьев, Ю. Л. Управление риском и устойчивое развитие. / Ю. Л. Воробьев, Г. Г. Малинецкий, Н. А. Махутов / Человеческое измерение. Общественные науки и современность. – 2000. – № 6. – С. 150–162.
- 6 Фрактальные аспекты структурной устойчивости биотических сообществ / Д. Б. Гелашвили [и др.] // Междисциплинарный научный и прикладной журнал “Биосфера”. – 2013. – Т. 5. – № 2. – С. 143–159.
- 7 Здоровцов, В. А. Определение антропогенной нагрузки на особо охраняемые природные территории государственного природного заповедника «Белогорье» / В. А. Здоровцов, Е. А. Пендюрин // Вектор ГеоНаук. Белгород. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. – 87–92.
- 8 Кульнев, В. В. Об опыте проведения биологической реабилитации озера Копытко методом коррекции альгоценоза в 2016 году / В. В. Кульнев // Материалы Международной научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности». Воронеж. Издательство Воронежского государственного технического университета. – 2016. – С. 158–162.
- 9 Кульнев, В. В. Биологическая реабилитация водоемов методом коррекции альгоценоза как способ обеспечения экологической безопасности / В. В. Кульнев // Материалы пятой школы-семинара молодых ученых «Фундаментальные проблемы системной безопасности» / под ред. проф. И. И. Косиновой. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 2019. – С. 68–72.
- 10 Кульнев, В. В. О результатах проведения биологической реабилитации большого Васильевского озера методом коррекции альгоценоза в 2014–2015 гг. (гидробиологический аспект) / В. В. Кульнев // Труды VI Международной научно-практической конференции «Современные проблемы

водохранилищ и их водосборов»; научные редакторы Е. А. Зиновьев, А. Б. Китаев. – Пермь : Издательство Пермского государственного национального исследовательского университета, 2017. – С. 114–120.

11 Кульнев, В. В. Об опыте проведения биологической реабилитации Ленево водохранилища методом коррекции альгоценоза (гидрохимический аспект) / В. В. Кульнев // Материалы IV международной научно-практической конференции «Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды». (Электронное научное издание). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины. – 2018. – С. 240–244.

12 Кульнев, В. В. Структурное управление качеством лентических водных экосистем / В. В. Кульнев // Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Материалы международной научно-практической конференции. Посвящается 85-летию факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ; под общей редакцией С. А. Куролапа, Л. М. Акимова, В. А. Дмитриевой. – Воронеж, 2019. – С. 431–436.

13 Кульнев, В. В. Эколого-гидрохимическая динамика состояния Фермских прудов (Москва) / В. В. Кульнев // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Климатические изменения и сезонная динамика ландшафтов», Екатеринбург, 22–24 апреля 2021 года. – Екатеринбург : Издательство [б. и.], 2021. – С. 281–288.

14 Кульнев, В. В. Эколого-гидрохимический аспект проведения биологической реабилитации Нижнетагильского городского пруда методом коррекции альгоценоза / В. В. Кульнев // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы. V Международная научно-практическая конференция (Посвящается Году экологии в России; Третьей годовщине присоединения Крыма к России; Столетию Воронежского Государственного университета; 10-летию кафедры экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета). – Севастополь-Воронеж-Ханой, 2017. – С. 198–201.

15 Моделирование и анализ процесса альголизации технологического водоема Новолипецкого металлургического комбината на основе мультифрактальной динамики / В. В. Кульнев [и др.] // Экология и промышленность России. – Москва : Издательство «Калвис», 2019. – Т. 23. – №. 10. – С. 66–71.

16 Обзор некоторых направлений обеспечения экологической безопасности водопользования / В. В. Кульнев [и др.] // Сборник статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности. Научный и практический подходы к развитию и реализации технологий безопасности». – Воронеж : Издательство Воронежского государственного технического университета, 2021. – С. 75–80.

17 Об опыте проведения управляемой альгоремедиации рекреационного водоема / В. В. Кульнев [и др.] // Экология и промышленность России. – Москва : Издательство «Калвис», 2020. – Т. 24. – №. 3. – С. 58–64.

18 Кульнев, В. В. Управление качеством поверхностных вод на основе мультифрактального анализа / В. В. Кульнев, А. Н. Насонов, И. В. Цветков // Материалы Международной научно-практической конференции «Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов». – Воронеж.: Издательство «Истоки», 2020. – С. 218–222.

19 Оценка техногенной нагруженности Нижнетагильского городского пруда и управление геоэкологическими рисками на основе мультифрактальной динамики / В. В. Кульнев [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2021. – Т. 21. – №. 1. – С. 4–11.

20 Кульнев, В. В. Опыт альголизации питьевых водоемов Нижнетагильского промышленного узла / В. В. Кульнев, В. А. Почечун // Биосфера. – Санкт-Петербург. – 2016. – Т8. – № 3. – С. 287–290.

21 Кульнев, В. В. Применение альголизации питьевых водоемов Нижнетагильского промышленного узла / В. В. Кульнев, В. А. Почечун // Медицина труда и промышленная экология. – Москва., 2016. – №. 1. – С. 20–21.

22 Кульнев, В. В. Биологическая реабилитация сточных вод сахарных заводов методом коррекции альгоценоза / В. В. Кульнев, В. И. Ступин, А. А. Борзенков // Экология и промышленность России. – Москва. – 2017. – Т. – 21. – №. 3. – С. 16–20.

23 Малинецкий, Г. Г. Нелинейная динамика и проблемы прогноза. Доклад на заседании Президиума РАН // Г. Г. Малинецкий, С. П. Курдюмов // Журнал «Эксперт» № 27 (287), 2000. – 106 с.

24 К вопросу о таксономическом составе фитопланктона и качестве воды Леневого водохранилища и Нижнетагильского городского пруда (Свердловская область) / Е. Е. Марченко [и др.] // Экологическая безопасность промышленных регионов. III-й Уральский междунар. экологический конгресс / ред. коллегия : А. И. Семячков, М. Н. Игнатъева. – Екатеринбург-Пермь : Издательство Института экономики Уральского отделения РАН, 2015. – С. 73–82.

25 Фракталы в науках о Земле : учебное пособие / А. Н. Насонов [и др.]. – Воронеж : Издательство «Ковчег», 2018. – 82 с.

26 Оценка и прогноз эколого-санитарного состояния Воронежского водохранилища на 2018–2019 гг / В. С. Петросян [и др.] // Экология и промышленность России. – Москва : Издательство «Калвис». – 2019. – Т 23. – № 7. – С. 52–56.

27 Предотвращение загрязнения природных водоемов цианотоксинами с помощью микроводоросли *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. / В. С. Петросян [и др.] // Экология и промышленность России. – 2015. – № 4. – С. 36–41.

28 Розенберг, Г. С. Введение в теоретическую экологию : в 2 т. / Г. С. Розенберг. – Тольятти : «Кассандра». – 2013. – Т. 1 – 564 с., Т. 2. – 445 с.

29 Трубецков, Д. И. Феномен математической модели Лотки-Вольтерры и сходных с ней / Д. И. Трубецков // Известия Вузов «ПНД». – Т. 19. – № 2. – 2011. – С. 69–88.

30 Peter Turchin Evolution in population dynamics Nature/ 424. 257-258 (17 July. 2003)

V. V. Kulnev¹, B. I. Kochurov², I. V. Tsvetkov³

MANAGEMENT OF GEO-ECOLOGICAL RISKS IN MODERN WATER USE

¹Federal Supervision Service in the field of nature management, Voronezh, Russia

²Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³Tver State University, Tver, Russia,

kulnev@rpn36.ru, b.i.kochurov@igras.ru, mancu@mail.ru

УДК 597. 554. 3-115

Н. А. ЛЕБЕДЕВ, Н. С. НАУМЕНКО

СЛУЧАЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ КРАСНОПЕРКИ *SCARDINIUS ERYTHROPHthalmus* (L.) И ГУСТЕРЫ *BLISSA BJOERKNA* (L.) В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ПРИПЯТЬ (В ПРЕДЕЛАХ БЕЛАРУСИ)

Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина,

г. Мозырь, Республика Беларусь,

lebedevna@inbox.ru, nike. naumenko@mail.ru.

В нижнем течении р. Припять (в пределах Беларуси) в сентябре 2021 г. обнаружен природный гибрид красноперки *Scardinius erythrophthalmus* (L.) и густеры *Blissa bjoerkna* (L.) со следующими меристическими признаками: D III 8; A III 17; l. l. – 42; число чешуй

над 1. 1. – 9; число чешуй под 1. 1. – 5, жаберных тычинок на первой жаберной дужке – 12. Формула глоточных зубов – 3. 5-5. 3. Гибрид имел сходство с красноперкой в строении глоточных зубов и по количеству жаберных тычинок. По количеству чешуй в боковой линии, количеству ветвистых лучей в анальном плавнике занимал промежуточное положение по сравнению с родительскими видами.

Ключевые слова: гибрид, красноперка, густера, р. Припять, меристические признаки, пластические признаки.

Введение. Гибридизация у рыб по сравнению с другими группами позвоночных является более распространенным явлением. Это обусловлено целым рядом биологических и экологических особенностей рыб (как правило, наружное оплодотворение, ограниченное число мест, пригодных для нереста, отсутствие надежных механизмов этологической изоляции [1], симпатрия у многих родственных видов и др.). Случаи выявления гибридных форм представляют особый интерес, поскольку, по мнению Ю. В. Кодуховой, Д. П. Карабанова [2], увеличение численности гибридов служит индикатором нарушений в воспроизводстве родительских форм рыб. Белорусские ихтиологи М. В. Плюта и др. [3] отмечают, что с 1955 по 2007 год в реках Припять и Пина средний уровень паводка существенно снизился. Причем если в начале весны различия составляют около 1,3 м, то к концу весны они уже достигают свыше 2,1 м. Из-за изменений температурного режима по итогам многолетних наблюдений отмечается более раннее таяние льда в реках и более быстрый прогрев воды до необходимых для нереста температур. По оценкам этих исследователей произошедшие гидрологические и температурные изменения негативно отразились на условиях воспроизводства рыб [3].

В работе Ю. В. Кодуховой [4] приводятся данные, свидетельствующие о влиянии гидрологических и температурных условий в период нереста на гибридизацию некоторых карповых рыб. В частности, при низком уровне и задержке прогрева воды на нерестилищах в момент нереста леща и плотвы основная масса производителей размножается на общих участках. Напротив, при повышенном уровне воды и совпадении сроков нереста данные участки как нерестилища используются, в основном, плотвой, и появление гибридной молоди с лещом единично и носит случайный характер [4].

В связи с вышеизложенным можно предположить, что из-за изменений гидрологического и температурного режимов, произошедших в р. Припять за последние десятилетия интенсивность гибридизации карповых рыб будет возрастать. Поэтому особую актуальность приобретают исследования случаев появления гибридных форм у различных видов рыб в изменившихся условиях существования. Целью работы стало определение морфометрических показателей у отловленного нами гибрида красноперки и густеры в нижнем течении р. Припять (в пределах Беларуси).

Методы и методология исследования. Гибридный экземпляр был отловлен фидерной снастью в сентябре 2021 г. в нижнем течении р. Припять. Определение морфометрических показателей и возраста (по чешуе) проведено по общепринятым в ихтиологии методикам [5]. Меристические признаки гибрида определены с использованием стереоскопического микроскопа Альтами ПС 0745-БИНО. Взвешивание выполнено на лабораторных весах Scout Pro SPS2001F.

Результаты исследования и их обсуждение. Отловленный гибридный экземпляр красноперки и густеры не достиг половой зрелости. Длина тела без хвостового плавника составила 95 мм при массе – 18,7 г, возраст – 2+. Морфометрические характеристики отловленного экземпляра приведены в таблице.

Таблица – Морфометрическая характеристика гибридных форм красноперки и густеры (собственные данные и результаты исследований других авторов)

Признак	Гибрид красноперки и густеры (собственные данные)	Гибриды красноперки и густеры (по Н. И. Николюкину) [6]	Густера (данные П. И. Жукова для бассейна Днепра) [7]		Красноперка (данные П. И. Жукова для бассейна Днепра) [7]	
			Lim	M±m	lim	M±m
1	2	3	4	5	6	7
Меристические признаки						
Кол-во лучей в D	III 8	III (7) 8-9	(7) 8-9	8,51±0,05	8-10	8,63±0,07
Кол-во лучей в А	III 17	III (IV) (11) (12) 13-17 (18)	19-24 (25)	21,99±0,09	9-12 (13)	11,17±0,12
Количество чешуй в I. 1.	9	8-9	—	—	—	—
	42 5	40-46 4-5	43-51 —	46,67±0,18 —	37(38)- 43(44) —	40,58±0,16 —
Количество тычинок на первой жаберной дуге, шт.	12	12-15	14-20	16,25±0,21	9-12	11,03±0,07
Глоточные зубы	Двухрядные, 3. 5-5. 3	Двухрядные, 3. 5-5. 3; 2. 5-5. 2; 3. 5-5. 2	Двухрядные, обычно с формулой 2. 5-5. 2; иногда 3. 5-5. 2 и 3. 5-5. 3		Двухрядные, с формулой 3. 5-5. 3, изредка 2. 5-5. 2	
Пластические признаки						
Длина тела без хвостового плавника, см	9,5	13,6-25,1	9,0-25,5	14,23±0,32	7,5-17,5	12,43±0,21
<i>В процентах от длины тела без С</i>						
Длина головы	24,21	22,0-24,5	21,0-26,7	23,51±0,11	20,0-26,0	23,05±0,14
Длина туловища	77,89	Данные не приведены	74,0-80,0	77,09±0,11	74,1-80,7	77,76±0,15
Наибольшая высота тела	33,68	32,0-38,4	32,0-42,0	37,33±0,21	28,0-36,0	32,44±0,23
Наименьшая высота тела	9,47	10,2-11,4	9,2-12,2	10,65±0,07	6,8-11,2	9,68±0,08
Наибольшая толщина тела	12,63	Данные не приведены	8,5-19,0	14,03±0,17	10,5-18,8	14,34±0,17
<i>В процентах от длины головы</i>						
Длина рыла	17,39	26,2-32,9	21,7-35,0	28,0±0,19	24,0-33,0	28,01±0,26

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Горизонтальный диаметр глаза	34,78	26,4-30,9	20,0-37,0	29,51±0,23	23,0-33,0	26,91±0,26
Ширина лба	34,78	Данные не приведены	28,0-41,4	35,38±0,22	29,1-47,6	39,83±0,39
Заглазничное расстояние	43,48	42,3-47,0	35,0-56,0	43,51±0,39	39,0-52,0	45,36±0,30

Как видно из таблицы отловленный гибрид характеризовался следующими меристическими признаками: D III 8, A III 17, число чешуек в боковой линии – 42, число чешуй над боковой линией – 9, число чешуй под боковой линией – 5, жаберных тычинок на первой жаберной дужке – 12. Гибридный экземпляр имел глоточные зубы (рисунок 1), характерные для красноперки (3. 5-5. 3); хотя у густеры иногда встречаются экземпляры с такой же формулой. В исследовании природных гибридов красноперки и густеры Н. И. Николюкиным [6] отмечается, что чаще всего у подобных помесей отмечается формула глоточных зубов 3. 5-5. 3. Причем, по данным Н. И. Николюкина [6], на глоточных зубах гибридов имеются хорошо выраженные крючки и резкая зазубренность (до 5-6 зубчиков). Эти признаки были характерны и для отловленного нами экземпляра (рисунок 1).



Рисунок 1 – Глоточные зубы гибрида красноперки и густеры: вид сверху (слева) и отдельный глоточный зуб при сильном увеличении (справа), фото Лебедева

Фотография гибрида красноперки и густеры приведена на рисунке 2. Гибридный экземпляр имел темно-серую окраску спины, бока с серебристым отливом, практически белое брюшко (рисунок 2). Глаза большие с желто-оранжевой радужиной, напоминающие по

окраске глаза плотвы, но более светлые и без красного пятна в верхней части. Спинной плавник сероватый, брюшные, анальный и хвостовой плавники – оранжево-красноватые, причем окраска брюшных плавников слабее. Грудные плавники не достигают брюшных плавников, брюшные плавники не доходят до начала анального плавника (рисунок 2). На окончаниях грудных плавников имеется хорошо заметная темная кайма.



Рисунок 2 – Природный гибрид красноперки и густеры. Возраст 2+. Длина тела без хвостового плавника – 95 мм, фото М. А. Лебедева

Следует отметить, что, несмотря на образование различных вариантов гибридов у карповых рыб в естественных условиях, в настоящее время гибридогенного видообразования не происходит. Между тем, при соответствующих условиях скорость такого видообразования может быть весьма высокой. На наш взгляд, отсутствие видообразования обусловлено тем, что образующиеся гибриды не выдерживают конкуренции с родительскими формами, в том числе возможно и по репродуктивным качествам (от полной стерильности до сниженной фертильности). С эволюционной точки зрения широкая гибридизация карповых рыб в природных условиях с возможностью возвратных скрещиваний может служить важным источником генетической изменчивости, обеспечивая в конечном итоге лучшую приспособленность вида к условиям существования. Ценная мутация, возникшая у одного вида карповых рыб, путем гибридизации с возвратными скрещиваниями имеет шансы распространиться среди родительских форм. Кроме того, при существенных и длительных изменениях условий окружающей среды гибридизация карповых рыб может стать одним из путей видообразования.

Заключение. В нижнем течении р. Припять (в пределах Беларуси) в сентябре 2021 г. обнаружен природный гибрид красноперки *Scardinius erythrophthalmus* (L.) и густеры *Blicca bjoerkna* (L.) со следующими меристическими признаками: D III 8; A III 17; l. l. – 42; число чешуй над l. l. – 9; число чешуй под l. l. – 5, жаберных тычинок на первой жаберной дужке – 12. Формула глоточных зубов – 3. 5-5. 3. Гибрид имел сходство с красноперкой в строении глоточных зубов и по количеству жаберных тычинок. По количеству чешуй в боковой линии, количеству ветвистых лучей в анальном плавнике занимал промежуточное положение по сравнению с родительскими видами.

Список литературы

1 Камптон, Д. Э. Естественная гибридизация и интрогрессия у рыб. (Методы обнаружения и генетическая интерпретация) / Д. Э. Камптон // Популяционная генетика и управление рыбным хозяйством. – М. : Агропромиздат, 1991. – С. 199–233.

2 Кодухова, Ю. В. Характеристика природных гибридов леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) и плотвы *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) в Рыбинском водохранилище / Ю. В. Кодухова, Д. П. Карабанов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Т. 15 – №. 3(7). – 2013. – С. 2293-2300.

3 Влияние изменений уровневого и температурного режимов водотоков Полесья в весенний период на воспроизводство фитофильных видов рыб / М. В. Плюта [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сборник научных трудов. – Выпуск 26. – Минск : РУП «Институт рыбного хозяйства», 2010. – С. 215–227.

4 Кодухова, Ю. В. Межгодовые колебания доли естественных гибридов леща *Abramis brama* (L.) и плотвы *Rutilus rutilus* (L.) в Рыбинском водохранилище / Ю. В. Кодухова // Российский журнал биологических инвазий. – № 2. – 2011. – С. 106–112.

5 Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

6 Николюкин, Н. И. Межвидовая гибридизация рыб / Н. И. Николюкин. – Саратов : Саратовское областное государственное издательство, 1952. – 312 с.

7 Жуков, П. И. Рыбы Беларуси / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 415 с.

M. A. Lebedzeu, N. S. Naumenko

A CASE OF NATURAL HYBRIDIZATION OF THE RUDDET *SCARDINIUS ERYTHROPTHALMUS* (L.) AND THE *BLICCA BJOERKNA* (L.) IN THE DOWNSTREAM OF THE PRIPYAT RIVER (WITH BELARUS)

*Educational Establishment “Mozyr State Pedagogical University named after I. P. Shamyakin”,
Mozyr, Republic of Belarus,
lebedevna@inbox.ru, nike.naumenko@mail.ru*

*Abstract. In the lower reaches of the Pripyat River (within Belarus) in September 2021, a natural hybrid of the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (L.) and the Blicca bjoerkna (L.) with the following meristic features was discovered: D III 8; A III 17; l. l. – 42; the number of scales above l. l. – 9; the number of scales under the l. l. is 5, the gill stamens on the first gill arch is 12. The formula of pharyngeal teeth is 3. 5–5. 3. The hybrid was similar to the rudd in the structure of pharyngeal teeth, and in the number of gill stamens. According to the number of scales in the lateral line, the number of branched rays in the anal fin occupied an intermediate position compared to the parent species.*

Key words: hybrid, rudd, white bream, r. Pripyat, meristic features, plastic features.

УДК 577. 175. 12

С. Н. ЛЕКУНОВИЧ

ДЕЙСТВИЕ АУКСИНОВ НА АДАПТАЦИЮ РАСТЕНИЙ-РЕГЕНЕРАНТОВ ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ В УСЛОВИЯХ *EX VITRO*

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь,
lekunovich. s@polessu. by*

*Представленная статья посвящена изучению действия ауксинов на рост и развитие голубики высокорослой (*Vaccinium coveilianum* L.) сорта Джерси в культуре *ex vitro*. В результате исследований установлено, что использование ИУК (0,5 мг/л) обеспечивает наилучший результат изучаемых показателей (количество листьев, высота главного стебля, укореняемость растений) по сравнению с корневином (5 г/кг) и ИМК (0,5 мг/л).*

Ключевые слова: голубика высокорослая, ауксины, концентрация, корневин, индолилмасляная кислота (ИМК), индолилуксусная кислота (ИУК).

Переход растений от условий *in vitro* к условиям *ex vitro* в большинстве случаев является критическим и связан с гибелью растений. Снизить гибель растений при адаптации и предотвратить ее позволяет обработка ауксинами [1, 2].

В течение раннего эмбриогенеза ауксины управляют формированием главной оси полярности, с меристемой побега на верхушке зародыша и корневой меристемой на противоположном полюсе. Они так же влияют на деление и дифференциацию клеток. Один из эффектов ауксинов – рост клеток растяжением [3].

Наиболее высокие концентрации ИУК наблюдаются в основных зонах роста побега. Однако образуется ИУК в апексе побега. Отсюда ауксин транспортируется от клетки к клетке с помощью активного полярного транспорта, требующего затрат энергии. ИУК так же транспортируется через флоэму от листьев к другим органам растения.

ИУК оказывает различное действие на ряд тканей: стимулирует деление клеток камбия, вызывает апикальное доминирование, подавляя рост боковых почек, контролирует развитие. Кроме того, ИУК предотвращает образование отделительного слоя в листьях и плодах, и является, таким образом, антагонистом этилена. С другой стороны, повышенные концентрации ИУК могут индуцировать синтез этилена.

Кроме ИУК известны и другие вещества, имеющие свойства ауксинов, например, индолмасляная кислота.

При поступлении в черенки индолмасляная кислота включается в обмен веществ, активизирует его, способствует оттоку питательных и других веществ к месту корнеобразования [4].

Корневин – это биостимулирующий препарат для растений, в состав которого входит индолмасляная кислота (ИМК) в концентрации 5 г/кг. Препарат является аналогом растительного гормона гетероауксина, находящегося в удобной для усвоения растениями форме, способствует пробуждению спящих почек, стимулирует образование и рост корней, улучшает приживаемость саженцев [5].

Цель исследований – изучить влияние ауксинов на адаптацию растений–регенерантов голубики высокорослой сорта Джерси в условиях *ex vitro*.

Исследования проводились в лаборатории «ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве» учреждения образования «Полесский государственный университет».

Объектом исследования служили размноженные *in vitro* регенеранты голубики высокорослой сорта Джерси.

Растения-регенеранты, имеющие развитую корневую систему, адаптировали в условиях *ex vitro*. Их высадка проведена на 6 неделе в увлажненный верховой торф, pH 4,7. Растения для высадки, отмывались от агара в дистиллированной воде и обрабатывались корневином (5 г/кг), а затем высаживались в контейнер. Обработка растений раствором ИУК (0,5 мг/л) и ИМК (0,5 мг/л) проводилась из пульверизатора.

Все контейнеры помещались в адаптационную комнату с освещенностью 2000–3000 лк, фотопериодом 16 ч и температурой 24 °С. В таких условиях растения находились 3 недели. Каждую неделю фиксировали прирост регенерантов, в конце 3 недели делали вывод об укореняемости растений.

В ходе проведения исследования изучено влияние ауксинов на укореняемость растений, высоту главного стебля и количество листьев голубики высокорослой сорта Джерси в условиях *ex vitro*.

Результаты проведенного исследования представлены в таблице 1.

Анализ полученных данных показывает, что наибольшая укореняемость растений (67,96 %) голубики высокорослой в условиях *ex vitro* наблюдалась в варианте при использовании ИУК (0,5 мг/л). Укореняемость (58,6%) растений голубики высокорослой в условиях *ex vitro* отмечается при использовании ИМК (0,5 мг/л). При использовании корневина (5 г/кг) отмечается укореняемость (42,95%) растений голубики высокорослой.

Наибольшая высота главного стебля (11,3 см) голубики высокорослой в условиях *ex vitro* получена в варианте при использовании ИУК (0,5 мг/л). Несколько меньшая высота главного стебля (10,3 см) растений голубики высокорослой в условиях *ex vitro* отмечается при использовании ИМК (0,5 мг/л). Самая низкая высота главного стебля (9,7 см) растений голубики высокорослой наблюдалась при использовании корневина (5 г/кг).

Таблица 1 – Влияние ауксинов на рост и развитие голубики высокорослой сорта Джерси в условиях *ex vitro*

Вид ауксина	Укореняемость, %	Высота, см	Количество листьев, шт
ИУК (0,5 мг/л)	67,96 ± 0,36	11,3 ± 0,3	11,3 ± 0,25
Корневин (5 г/кг)	42,95 ± 0,43	9,7 ± 0,33	7,3 ± 0,48
ИМК (0,5 мг/л)	58,60 ± 0,38	10,3 ± 0,31	8,7 ± 0,46

Наибольшее количество листьев (11 шт) голубики высокорослой в условиях *ex vitro* наблюдалось при использовании ИУК (0,5 мг/л). Несколько меньшее значение данного показателя отмечается при использовании ИМК (0,5 мг/л) и корневина (5 г/кг). (количество листьев 8 шт и 7 шт соответственно).

При изучении влияния ауксинов на рост голубики высокорослой сорта Джерси в условиях *ex vitro* установлено: использование ИУК (0,5 мг/л) позволяет получить наилучший результат изучаемых показателей (количество листьев 11 шт, высоту главного стебля 11,3 см, укореняемость растений 67,96%). Несколько меньшие значения наблюдаются при использовании ИМК (0,5 мг/л) и корневина (5 г/кг).

Список литературы

- 1 Катаева, Н. В. Клональное размножение растений в культуре тканей / Н. В. Катаева, В. А. Аветисов // Культура клеток растений : сб. ст. / Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – М., 1981. – С. 137–149.
- 2 Калинин, Ф. Л. Технология микрклонального размножения растений / Ф. Л. Калинин, Г. П. Кушнир, В. В. Сарнацкая. – Киев : Наукова думка, 1992. – 232 с.
- 3 Валиханова Г. Ж. Биотехнология растений / Г. Ж. Валиханова – М. : Алматы, 1996. – 94 с.
- 4 Использование экзогенных ауксинов для активации корнеобразования при адаптации микрорастений голубики щитковой / А. А. Брилкина [и др.] // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №. 1 (21). – С. 4–8.
- 5 Гамбург, К. З. Ауксины в культурах тканей и клеток растений / К. З. Гамбург, Н. И. Рекославская, С. Г. Швецов. – Новосибирск, 1990. – 243 с.

S. N. Lekunovich

THE EFFECT OF AUXINS ON THE ADAPTATION OF REGENERATING BLUEBERRY PLANTS IN EX VITRO CONDITIONS

*Polesky State University,
Pinsk, Republic of Belarus,
lekunovich.s@polessu.by*

*Abstract. The present article is devoted to the study of the effect of auxins on the growth and development of tall blueberry (*Vaccinium coveilianum* L.) of the Jersey variety in ex vitro culture.*

As a result of the research, it was found that the use of IAA at a concentration of 0.5 mg/l allows to obtain the best result of the studied parameters (the number of leaves, the height of the main stem, the percentage of plant rooting) compared with root (0.5 mg/l) and IAA (0.5 g/kg).

Keywords: tall blueberry, auxins, concentration, rootin, indolebutyric acid (IMA), indoleacetic acid (IAA).

И. А. ЛОЗОВАЯ, А. Ф. КАРПЕНКО

РОЛЬ ОТДЕЛА ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ БЕЛНИПИНЕФТЬ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НЕФТЕДОБЫЧИ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
3815007@gmail.com, kaf51@list.ru*

В статье рассматривается роль отдела экологии и природоохранных мероприятий БелНИПИнефть в решении экологических задач нефтедобычи в Беларуси.

Ключевые слова: нефть, отдел экологии, БелНИПИнефть, охрана природы.

Введение. Производственная деятельность человека оказывает большое влияние на окружающую среду. Цивилизованное общество давно отошло от потребительского отношения к природе и уделяет значительное внимание ее охране. Научно-технический прогресс поставил перед людьми ряд вопросов, с которыми они ранее не сталкивались. Особое место среди них принадлежит взаимоотношениям между человеком и окружающей средой. Известно, что в прошлом столетии природа претерпела невероятную нагрузку, связанную с 4-кратным ростом численности населения и существенным увеличением объема мирового производства. В настоящее время актуальными стали такие экологические проблемы как изменение климата Земли, разрушение озонового слоя, трансграничный перенос вредных примесей и загрязнение воздушного бассейна, истощение запасов пресной воды и загрязнение вод Мирового океана, оскудение биологического разнообразия, загрязнение земель, разрушение почвенного покрова и др. В результате эти проблемы привлекли внимание государств и исследователей к изучению вопросов взаимодействия общества и природной среды, экономики и экологии. Это и закономерно, поскольку на пороге третьего тысячелетия одной из приоритетных глобальных проблем человечества стала экологическая – проблема сохранения природной среды и жизни на Земле [1].

В Беларуси многие годы в приоритете было развитие ресурсоемких, многоотходных отраслей материального производства без учета естественных способностей природной среды к саморегуляции и восстановлению. Это привело к серьёзным экологическим проблемам таким как загрязнение территории республики радионуклидами; многократное превышение нормативного уровня загрязнения воздушного бассейна в городах с высоким уровнем концентрации экологоопасных производств и большим парком автотранспорта; интенсивная трансформация водосборных бассейнов и водного режима речной сети в результате крупномасштабного осушения заболоченных земель и как следствие – исчезновение множества малых рек и ручьев; стойкое увеличение индекса загрязнения вод по всем рекам республики на фоне увеличения общего объема сбрасываемых в них стоков, что свидетельствует о нарушении процессов самоочищения водоемов; опасное загрязнение промышленными, коммунальными и поверхностными сточными водами акваторий уникальных водных объектов; техногенная деградация ландшафтов; неблагоприятная экологическая ситуация в сельской местности, связанная с многолетним воздействием на среду обитания отходов крупных животноводческих комплексов, химизацией сельского хозяйства, использованием тяжеловесной сельскохозяйственной техники, изъятием плодородных земель для несельскохозяйственных целей, эрозией почв антропогенного происхождения, усыханием лесов и трансформацией почв в результате непродуманной крупномасштабной мелиорации [2, 3]. В настоящее время главный акцент должен быть перенесен с мероприятий по ликвидации последствий загрязнения окружающей среды на поиск путей по их предотвращению.

Цель исследований заключалась в оценке роли научных исследований, проводимых отделом экологии и природоохранных мероприятий БелНИПИнефть, в структуре объединения РУП «ПО «Белоруснефть».

Материалы исследования: научная и учебная литература, материалы преддипломной практики. Методы исследований: аналитический, описательный, картографический и другие [4, 5].

Результаты исследования и их обсуждение. Основным механизмом государственного регулирования состояния окружающей среды на текущий день в РБ являются стандарты качества окружающей среды и воздействия на нее. Экологически безопасное природопользование и устранение негативных экологических рисков обеспечивает система органов управления качеством окружающей среды.

Загрязнение окружающей природной среды нефтью и продуктами ее переработки являются одной из самых сложных проблем во всем мире. Это связано как с широким развитием такого загрязнения, опасностью его для здоровья и жизни людей, большим числом источников загрязнения, единовременной нагрузкой на все компоненты природной среды, так и сложностью комплексов работ и исследований и большими финансовыми и временными затратами на локализацию и ликвидацию.

Нефтепродукты, различные по своему составу, попадая в воздух и почву, загрязняют атмосферу, поверхностные и подземные воды, ухудшают их санитарно-гигиеническое состояние.

РУП «ПО «Белоруснефть» как крупное нефтедобывающее предприятие республики привлекает пристальное внимание общественности и контролирующих органов в отношении экологичности своего производства. Одним из основных подразделений, обеспечивающим мониторинг и отслеживание влияния производственной и хозяйственной деятельности подразделений РУП «ПО «Белоруснефть» на экологическую ситуацию, является отдел экологии и природоохранных мероприятий БелНИПИнефть [6, 7].

В настоящее время отдел экологии и природоохранных мероприятий БелНИПИнефть:

- а) аккредитован в соответствии с требованиями СТБ ИСО/МЭК 17025;
- б) сертифицирован по СУОС СТБ ИСО 14001;
- в) обеспечен нормативными документами в области ООС;
- г) оснащен современными средствами измерений и испытательным оборудованием.

В связи с постоянно меняющимися требованиями природоохранного законодательства и нормативных документов в области экологии актуальным является разработка документации в области экологических аспектов деятельности предприятий. Экологическое нормирование включает в себя проведение инвентаризации источников выбросов, объектов растительного мира, разработку нормативов допустимых выбросов, нормативов водопотребления и водоотведения, нормативов образования отходов и инструкций по обращению с отходами, паспортов и инструкций по эксплуатации газоочистных установок, инструкций по производственному экологическому контролю. Все эти работы выполняет отдел экологии и природоохранных мероприятий БелНИПИнефть.

В РУП «ПО «Белоруснефть» установлена, внедрена и поддерживается в рабочем состоянии процедура регулярного мониторинга и измерения основных характеристик тех операций, которые могут оказывать значительное воздействие на окружающую среду. Работа в области экологии идет в направлении совершенствования современной системы экологического менеджмента, отвечающей требованиям международных стандартов ISO 14001. Нефть и нефтепродукты рассеиваются в окружающей среде повсеместно, так как в современном мире нет такой области хозяйственной деятельности человека, где бы они не использовались.

При систематических потерях и эпизодических аварийных проливах нефтепродуктов на объектах хранения происходит загрязнение почвенного слоя, грунтов зоны аэрации, грунтовых вод [28]. В результате научно-исследовательской работы, выполненной специалистами отдела экологии и природоохранных мероприятий, разработаны и в настоящее время применяются в производстве мероприятия по предотвращению и ликвидации загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами при обустройстве, эксплуатации, капитальном и текущем ремонте скважин РУП «ПО «Белоруснефть».

Современное и высокоразвитое предприятие «ПО «Белоруснефть» стремится жить в гармонии с окружающим миром. «Зеленая политика» формирует образ мышления, чувств и поведения людей – экологическую культуру, цель которой – обеспечение экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов для нынешнего и будущих поколений.

Основная цель водоохраных мероприятий на нефтедобывающем предприятии – минимизация вредного воздействия на водную среду путем эффективной очистки бытовых и производственных сточных вод. Водоочистные сооружения включают сбор, очистку сточных вод, контроль качества очистки и сброс очищенных вод в поверхностные источники или повторное использование в оборотном цикле.

Циркуляция воды позволяет уменьшить количество воды, забираемой из внешнего источника; свести к минимуму объемы сбрасываемых стоков, то есть организовать экологически более совершенную систему [8].

Выбор метода очистки зависит от типа загрязняющих веществ. На предприятии «Белоруснефть» действует несколько методов очистки сточных вод, такие как механический, физико-химический метод, включающий флокуляцию, флотацию, экстракцию, эвапорацию, сорбцию, химический и биотехнологический методы очистки, обеззараживание.

Обустройство и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений сопровождаются неизбежным воздействием на гидросферу. Поэтому в арсенале нефтяников имеются практически весь спектр методов и способов предотвращения загрязнений нефтепродуктами водной среды.

При загрязнении почв одним компонентом органического происхождения степень загрязнения может оцениваться исходя из его ПДК и класса опасности. По нормам, действующим в Беларуси, ПДК содержания нефтепродуктов в почвах составляет 50 мг/кг [4].

Загрязнение нефтью оказывает отрицательное воздействие на химические, физические и биологические свойства почв. Под влиянием нефти и ее компонентов изменяется численность микроорганизмов основных физиологических групп, ухудшаются агрофизические, агрохимические свойства почвы, снижаются активность окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов, обеспеченность почвы подвижными формами азота и фосфора. Изменения микробиологических параметров почвы первыми рассматриваются как значимые экологические нарушения. Они зафиксированы при концентрациях нефти более 1 – 5 мл/кг в зависимости от типа почвы [9].

В результате научно-исследовательской работы, выполненной специалистами отдела экологии и природоохранных мероприятий, разработаны и в настоящее время применяются в производстве мероприятия по предотвращению и ликвидации загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами при обустройстве, эксплуатации, капитальном и текущем ремонте скважин РУП «ПО «Белоруснефть». Для этого детально проанализирована технология работ обособленных подразделений РУП «ПО «Белоруснефть», выявлены основные источники загрязнения земной поверхности нефтью и нефтепродуктами.

Заключение. Благодаря целенаправленной научно-исследовательской работе БелНИ-ПИНЕФТЬ в структуре РУП «ПО «Белоруснефть» удаётся к минимуму сводить экологические последствия нефтедобычи.

Список литературы

- 1 Геологоразведка [Электронный ресурс] / Официальный сайт «Белоруснефть». – Режим доступа: <https://www.belorusneft.by/sitebeloil/ru/center/exploration/>. – Дата доступа : 22. 08. 2021.
- 2 Добыча нефти и газа [Электронный ресурс] / Официальный сайт «Белоруснефть». – Режим доступа: <https://www.belorusneft.by/sitebeloil/ru/center/oilGas/> – Дата доступа : 22. 08. 2021.
- 3 Поддубный, А. В. Экологические проблемы и устойчивое развитие регионов / А. В. Поддубный. – Владивосток, 2002. – 143 с.

4 Временная методика определение размера экономического ущерба, причиненного загрязнением, деградацией и нарушением земель (Методика 0212. 4-97, утв. Приказом Минприроды 20. 05. 1997 г. № 112). – Минск, 1997. – 60 с.

5 Гольберг, В. М. Методика оценки степени загрязнения подземных вод и грунтов в районах размещения бывших советских гарнизонов за рубежом / В. М. Гольберг. – Москва, 1993. – С. 75–79.

6 Деятельность БелНИПИнефть [Электронный ресурс] / Официальный сайт БелНИПИнефть. – Режим доступа : <http://www.belnipseft.by/sitenipi/ru/center/action/> – Дата доступа: 22. 08. 2021.

7 Наука и инжиниринг. БелНИПИнефть [Электронный ресурс] / Официальный сайт «Белоруснефть». – Режим доступа : <https://www.belorusneft.by/sitebeloil/ru/center/science/belnipseft/> – Дата доступа: 22. 08. 2021.

8 Егоров, Н. Н. Особенности загрязнения подземных вод и грунтов нефтепродуктами / Н. Н. Егоров, Ю. К. Шипулин. – Томск, 1998. – С. 598–602.

9 Алиев, С. А. Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв / С. А. Алиев, Д. А. Гаджиев. – Баку, 2003. – С. 46–49.

I. A. Lozovaya, A. F. Karpenko

ROLE OF BELNIPINEFT DEPARTMENT OF ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION IN SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF OIL PRODUCTION

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
3815007@gmail.com, kaf51@list.ru*

Abstract. The article discusses the role of the Department of Ecology and Environmental Protection of BelNIPIneft in solving environmental problems of oil production in Belarus.

Key words: oil, ecology department, BelNIPIneft, nature protection.

УДК 581. 524. 2:349. 6 (4+7)

Д. В. ЛЮТЯЕВА

ОСНОВНЫЕ АДМИНИСТРАТИВНЫЕ И ПРАВОВЫЕ МЕРЫ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ФИТОИНВАЗИЯМ В РЯДЕ СТРАН ЕВРОПЫ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ

*Институт наук о Земле ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
г. Ставрополь, Российская Федерация,
dlyutyayeva@mail.ru*

Сегодня биологические инвазии признаются одним из опасных явлений, как на национальном уровне многих стран мира, так и на международном. Такое явление несет огромных ущерб не только для экосистемы в целом, но и для экономики и общества в частности, поэтому меры по их противодействию должны быть эффективными. В данной статье рассмотрены административные и правовые системы по противодействию фитоинвазиям стран Европы и Северной Америки, и выявлены основные методы по их сдерживанию и распространению.

Ключевые слова: экология растений, фитоинвазии, экологическое право, законодательство, Европа, Северная Америка.

За последние 200 лет флора многих стран мира значительно изменилась. Почти третью часть от общего числа видов теперь составляют чужеродные растения, успешно прижившиеся на новой родине. Семена или черенки неизвестных растений попадают с транспортом, тарой от импортируемых фруктов или овощей либо как примесь к завозимым товарам, а также из-за глобализации и увеличения темпов экономического развития [2].

Изменение биоразнообразия всегда ведет к модернизации всей экосистемы и с этой точки зрения чаще всего внедрение или привнесение новых видов рассматривают как биологические инвазии – самовоспроизводящиеся популяции живых организмов видом, изначально проживающим за пределами изучаемой территории.

Такое явление несет огромных ущерб не только для экосистемы в целом, но и для экономики и общества в частности, т. к. уменьшение биоразнообразия отрицательно влияет на устойчивость и функциональность системы, тем самым подрывая ресурсообеспеченность, которая могла бы быть затрачена при удовлетворении нужд человека.

Действия по контролю распространения биологических инвазий напрямую зависят от наличия нормативно-правовой базы страны и эффективности мер, которые она обуславливает, поэтому на сегодняшний день лидерами по борьбе с инвазивными видами являются страны Европы и Северной Америки, а также Австралия.

Основой для развития мер по сдерживанию распространения и уничтожения биологических инвазий послужило проведение Конвенции о биологическом разнообразии (1995) участниками которой по состоянию на 2010 год являются 193 страны-члена. Их правительства обязались сохранять биологическое разнообразие, использовать его компоненты на устойчивой основе и равноправно делиться выгодами, вытекающими из использования генетических ресурсов.

В дополнение к Конвенции была принята Программа действий в XXI в. В ней рекомендовано направлять деятельность человечества в первую очередь на выявление состояния биоразнообразия и потенциальных угроз ему в каждой из стран, признающих ценности, провозглашенные на данной конференции.

Из всего этого сформировались локальные национальные программы по сохранению биоразнообразия и противодействию биологическим инвазиям, в том числе и фитоинвазиям.

Так, поддержанием основных функций по борьбе с инвазивными видами в Соединенных Штатах Америки лежит на Министерстве сельского хозяйства США. Функциональность обеспечивается семью законодательными актами, а именно:

1. Закон о предотвращении и борьбе с инвазивными водными вредителями (1990 года) является Законом, в соответствии с которым Отдел Инвазивных видов (USFWS) управляет Целевой группой по Водным Вредителям и ее Программой по Водным Вредителям;

2. Закон Лейси (первоначально принятый в 1900 году) - это нормативный правовой акт, в соответствии с которым запрещается торговля рыбой, дикой природой или растениями, которые незаконно взяты, хранятся, перевозятся или продаются. До 2008 года Закон Лейси применялся только к узкому кругу растений, произрастающих в Соединенных Штатах, и не запрещал торговлю растениями, взятыми в нарушение иностранного законодательства. Однако в 2008 году в Закон Лейси были внесены поправки, включающие запрет на торговлю растениями и растительными продуктами, такими как древесина и бумага, заготовленные с нарушением иностранного законодательства. Это стало первым в мире запретом на торговлю незаконно полученными продуктами из древесины.

3. Исполнительный указ № 13112, подписанный президентом Б. Клинтонем 3 февраля 1999 года, требует создания Совета департаментов, занимающихся инвазивными видами, для предотвращения интродукции инвазий и обеспечения контроля за ними, а также для минимизации экономических, экологических и медицинских последствий, которые вызывают инвазивные виды;

4. Закон о контроле и искоренении коричневой древесной змеи (*Boiga irregularis*) 2004 года предусматривает контроль и искоренение коричневой древесной змеи (*Boiga*

irregularis) на острове Гуам и предотвращение распространения данного вида в других районах Соединенных Штатов;

5. Закон об искоренении нутрии (*Myocastor coyrus*) и борьбе с ней (2003 года) уполномочивает министра внутренних дел оказывать финансовую помощь штату Мэриленд и штату Луизиана в рамках программы по осуществлению мер по искоренению или борьбе с нутрией (*Myocastor coyrus*) и восстановлению болот, поврежденных ею;

6. Закон о предотвращении и защите чужеродных видов (1992 год) запрещает отправку растений или животных, подпадающих под действие Закона Лейси или Закона о защите растений, по почте США;

7. Закон о защите растений 2000 года объединяет и модернизирует все основные законодательные акты, касающиеся защиты и карантина растений (Федеральный закон о вредных сорняках («FNWA», Pub. L. 93-629, 88 Stat. 2148, вступил в силу 3 января 1975 года), Закон о карантине растений (номер публичного закона с последними поправками Конгресса США в 1983 году – P. L. 97-432)), и разрешает Службе инспекции за здоровьем животных и растений (APHIS) решать все виды проблем с сорными растениями. Он также разрешил APHIS принимать чрезвычайные меры для борьбы с нашествиями сорняков [8].

Основными механизмами регулирования численности инвазивных видов признается профилактика, раннее обнаружение и быстрое реагирование на инвазии.

Если искоренение невозможно, инвазивные виды могут подвергаться мерам контроля и управления. Такими методами служат:

1. Биологический контроль - это преднамеренное манипулирование конкурентными межвидовыми взаимоотношениями инвазивного вида с естественными врагами, сокращающими популяцию. Включает использование животных, грибов или болезней;

2. Химический контроль – использование пестицидов, гербицидов, фунгицидов и инсектицидов;

3. Культурный контроль включает в себя манипулирование привычками и поведением населения для решения проблемы распространения инвазий-использование возможностей для информирования людей о методах повышения осведомленности для предотвращения распространения инвазий (вывески, кампании по информированию общественности);

4. Методы механического контроля включают скашивание, рыхление, обработку почвы, опоясывание, рубку и возведение барьеров с использованием инструментов или машин;

5. Физическое (или ручное) управление включает такие действия, как вытягивание вручную, рытье, затопление, мульчирование, ручное уничтожение или удаление инвазивных видов из рассматриваемого ареала. Подразумевает под собой уничтожение инвазии вручную.

Также признается сжигание, которое включает в себя использование огня в качестве метода управления и комбинирование методов контроля для комплексного подхода с использованием интегрированной борьбы с вредителями (IPM) [6].

Канада признает, что инвазивные чужеродные виды представляют угрозу для местного биоразнообразия во всем мире и связаны с многочисленными негативными последствиями для биоразнообразия на всей территории страны. В свою очередь контроль за как биологическими инвазиями, так и фитоинвазиями в частности относится к части биозащиты (экологическая биозащита) страны – активное предотвращение, смягчение и ликвидация всплеск инвазий для поддержания целостности природных экосистем, взаимоотношений человека и природы, соответствующих отраслей промышленности и общественного здравоохранения.

В связи с широким спектром способов, которыми биологические инвазии могут повлиять на Канаду, контроль за ними осуществляется как органами власти всех уровней (федеральные, провинциальные, муниципальные), так и академическими учреждениями, предприятиями и общинами коренных народов. Центральным аппаратом является Министерство дикой природы, лесов, рыболовства и аквакультуры, а основной мерой по регулированию инвазионных видов считается Канадская стратегия по инвазивным чужеродным видам принятая в 2002 году.

Эта стратегия состоит из четырех этапов: 1) предотвращение новых вторжений; 2) раннее выявление новых захватчиков; 3) быстрое реагирование на новых захватчиков; 4) управление установленными и распространяющимися захватчиками [4].

Государства-члены Европейского союза (ЕС) признали проблему биологической инвазии как вторую по значимости причину уменьшения биоразнообразия в 2015 году при вступлении в силу Регламента (ЕС) №. 1143/2014 Европейского парламента и Совета по профилактике и управлению внедрением и распространением инвазивных видов. Он призван избежать неблагоприятного воздействия инвазивных видов на биоразнообразие, здоровье людей и экономический ущерб в Союзе. Неотъемлемой частью правила является так называемый «Союзный список», в котором перечислены инвазивные виды животных и растений, имеющие общесоюзное значение. Он регулярно дополняется и обновляется дополнительными видами [3].

В отношении этих видов животных и растений действуют запреты на всей территории ЕС. Таким образом, их нельзя ввозить, перевозить, содержать или разводить на территории Европейского союза. Кроме того, приобретение, использование или обмен запрещены. Также, эти виды животных и растений не должны подвергаться воздействию. При этом, запрет на выпуск в основном распространяется и на все местные виды.

Приоритетной целью постановления является предотвращение введения, а также расселение инвазивных видов. Это должно быть сделано, в частности, путем всестороннего информирования общественности. Виды, которые встречаются впервые или все еще находятся на ранней стадии вторжения, могут быть предотвращены от натурализации с помощью соответствующих мер раннего обнаружения и немедленной ликвидации.

Для уже широко распространенных видов регулирование предусматривает адаптированное управление. Поскольку борьба с ними обычно занимает много времени и требует больших затрат, особенно важно целенаправленно применять их там, где, в частности, возникают угрозы биоразнообразию. Меры должны быть успешными и соразмерными.

Каждое государство-участник ЕС как принимает во внимание «Союзный список», так и создает свой, а также разрабатывает национальную стратегию по борьбе с инвазивными видами на основании научных данных и местного законодательства.

Так, Федеративная Республика Германия имеет «черные и серые списки инвазивных и потенциально инвазивных видов растений» разработанные Федеральным управлением по охране природы [5].

Республика Франция имеет Национальную стратегию по инвазивным чужеродным видам в которой ставится три цели для достижения уменьшения рисков при внедрении биологической инвазии, а именно:

1. Выявление и определение приоритетов инвазивных чужеродных видов для планирования действий;
2. Мониторинг инвазивных чужеродных видов и путей их интродукции и распространения;
3. Укрепление и внедрение нормативных актов.

Такие цели формируют основные меры по борьбе с инвазиями, что стало причиной изменения действующего закона о биоразнообразии №. 2016-1087 от 8 августа 2016 г., которое основывается на составлении списков запрета на интродукцию инвазивных чужеродных видов в естественную среду или на территорию страны. Так, на сегодняшний день поправка в законе звучит следующим образом: «все, что не было специально разрешено, то запрещено». Такое правило будет особенно важно для зарубежных территорий Республики Франция, где биоразнообразие находится под угрозой [9].

Национальная Стратегия инвазивных видов в Республикой Финляндия была принята в 2012 году. Все изменения и контроль за исполнением обязательств возложены на Министерство сельского и лесного хозяйства [7].

Национальная Стратегия инвазивных видов устанавливает подходы и политику для уменьшения угрозы, создаваемой инвазивными чужеродными видами, и устранения или уменьшения вреда, причиняемого этими видами.

В Российской Федерации централизованной системы управления биологическими инвазиями нет и штрафные санкции за их распространение не предусмотрены.

При этом «black»-листы (списки наиболее агрессивных чужеродных видов, внедряющихся в естественные ценозы, а также списки потенциально инвазионных видов, воздействующих на естественные местообитания) существуют, но на региональном уровне. Так, они созданы для территории Средней России в целом, Северо-запада России и Верхневолжского региона, бассейна р. Сура, Брянской, Воронежской, Калужской, Ярославской и Волгоградской областей, Среднего Урала, Хабаровского края. Разработаны методические аспекты создания «black»-листов и анализа инвазионной фракции флоры конкретного региона по оригинальной методике с выявлением трендов изменения флорогенетических и инвазионных статусов ряда заносных растений. Вышли из печати «Черная книга флоры Средней России» и «Черная книга флоры Тверской области».

В настоящее время списки 100 наиболее агрессивных инвазионных видов аккумулируются на сайте Главного ботанического сада для обобщения данных и составления общего списка по России.

При этом, существует «Кодекс управления поведением инвазионных чужеродных видов в ботанических садах России» (2015), который был принят участниками конференции по сохранению биоразнообразия (Ярославль, 2011). Данный документ носит рекомендательный характер [1].

Таким образом, все рассмотренные страны признают инвазию и интродукцию как отрицательный фактор воздействия как на экосистему, так и на экономику. Ужесточение национального законодательства и мер по контролю и уменьшению количества инвазивных видов с одной стороны снижает негативное воздействие на экосистему, тем самым улучшая ее ресурсосбережение, но при этом необходимо отметить, что биогеоценозы изменялись на протяжении всей эволюции планеты Земля и нельзя не отметить что в условиях постоянной динамики становится важнее не столько полностью уничтожить отдельные биологические инвазии, сколько прогнозировать их влияние и возможное появление на новых территориях.

Список литературы

1. Виноградова, Ю. К. Кодекс управления инвазионными чужеродными видами растений в ботанических садах стран СНГ / Ю. К. Виноградова [при участии V. N. Heywood и S. Sharrock]. – М. : ГБС РАН, 2015. – 68 с.
2. Куклина, А. Г. Фитоинвазии: опасность и экологические последствия / А. Г. Куклина, Ю. К. Виноградова // Наука и жизнь. – 2015. – №. 5. – С. 5–10.
3. Artenschutz Invasive Arten in Hessen [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://umwelt.hessen.de/Naturschutz/Arten-und-Biotopschutz/Invasive-Arten-in-Hessen>. – Дата доступа: 09. 12. 2021.
4. An invasive alien species strategy for Canada, 2004, P. 34 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/CW66-394-2004-eng.pdf. – Дата доступа: 09. 12. 2021.
5. Biodiversität Invasive Arten Indisches Springkraut [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rp-giessen.hessen.de/umwelt-natur/forsten-naturschutz/biodiversitaet/invasive-arten>. – Дата доступа: 09. 12. 2021.
6. Control Mechanisms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.invasivespeciesinfo.gov/subject/control-mechanisms>. – Дата доступа: 09. 12. 2021.
7. Kansallinen Vieraslajistrategia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vieraslajit.fi/info/i-292>. – Дата доступа: 09. 12. 2021.
8. Laws and Regulations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fws.gov/invasives/laws.html>. – Дата доступа: 09. 12. 2021.
9. Stratégie Nationale relative aux espèces exotiques envahissantes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/281954810_Les_especes_exotiques_envahissantes_elements_des_strategies_nationale_et_communautaire. – Дата доступа: 09. 12. 2021.

D. V. Lyutyayeva

**THE MAIN ADMINISTRATIVE AND LEGAL MEASURES
TO COUNTER PHYTOINVASIONS IN A NUMBER OF COUNTRIES
IN EUROPE AND NORTH AMERICA**

*Institute of Earth Sciences, North-Caucasus Federal University,
Stavropol, Russia,
dlyutyayeva@mail.ru*

Abstract. Today biological invasions are recognized as one of the dangerous phenomena, both at the national level of many countries of the world and internationally. Such a phenomenon causes enormous damage not only to the ecosystem as a whole, but also to the economy and society in particular, therefore, measures to counteract them must be effective.

This article examines the administrative and legal systems for countering plant invasions in Europe and North America, and identifies the main methods for their containment and spread.

Keywords: plant ecology, plant invasions, environmental law, legislation, Europe, North America.

УДК 631. 4

Е. Е. МАЛЫШКИНА, Н. В. МИТРАКОВА, С. В. ФЕДОТОВ

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ
ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ ПЕРМСКОГО КРАЯ К ЗАСОЛЕНИЮ ХЛОРИДОМ НАТРИЯ**

*Естественнонаучный институт
Пермского государственного национального исследовательского университета,
г. Пермь, Российская Федерация,
lionofcintra@yandex.ru*

Проведена оценка экологической устойчивости зональных для Пермского края почв к засолению методом фитотестирования. Установлена тенденция ухудшения показателей тест-культуры с повышением концентрации хлорида натрия. Наименьшую устойчивость к токсическому действию солей показала подзолистая супесчаная почва.

Ключевые слова: фитотестирование, засоление, зональные почвы, редокс-активность.

Введение. Засоление почвенного покрова является актуальной экологической проблемой [1, 2]. Естественное засоление возникает в районах с аридным климатом при высокой испаряемости и недостатке влаги, в то время как вторичному засолению подвержены почвы, находящиеся под влиянием антропогенного фактора. В настоящее время развитие солончакового процесса наблюдается на территориях, для которых данный почвообразовательный процесс не характерен. Так, в Пермском крае очаги техногенного галохимического загрязнения почв связаны с добычей калийных солей.

Для оценки экологических свойства почв при воздействии различных загрязнителей может быть использован метод фитотестирования, при чем слабее реакция тест-культуры на загрязнение, тем выше устойчивость почв к данному виду токсикантов.

Цель исследования – сравнение экологической устойчивости зональных почв Пермского края к загрязнению хлоридом натрия методом фитотестирования.

Материалы и методы исследования. В Пермском крае были отобраны образцы двух зональных почв – подзолистой супесчаной и серогумусовой суглинистой.

Подзолистая почва была отобрана в темнохвойном лесу под еловой растительностью, в подросте пихта (*Abies* sp), береза (*Betula* sp), из кустарничков и трав отмечены черника (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), сфагнум (*Sphagnum* L.), кукушкин лен (*Polytrichum commune* Hedw.), копытень европейский (*Asarum europaeum* L.), щитовник (*Dryopteris* sp), кислица (*Oxalis* sp) и др. Серогумусовая суглинистая почва отобрана в смешанном березово-еловом лесу, в подросте березы (*Betula* sp), рябины (*Sorbus* sp), встречались злаковые.

В корнеобитаемом слое (0–15 см) были определены водная и солевая рН потенциометрическим методом и содержание органического вещества согласно ГОСТ 26213-91 [3] (таблица 1).

Таблица 1 – Свойства исследуемых почв

Почва	Органическое вещество, %	рН водное	рН солевое
Подзолистая супесчаная	4,06	4,9	3,9
Серогумусовая суглинистая	8,29	5,6	4,2

Фитотестирование проводили согласно патенту на изобретение №. 2620555 [4]. В качестве тест-культуры использовали овёс посевной (*Avena sativa* L.), тест-реакцией служили изменения показателей высоты, массы и редокс-активности. Тест-контролем служили растения, выращенные на вермикулите с раствором Кнопа. Редокс-активность растений измеряли по методу Петта в модификации Прокашева.

Для исследования реакции растений на различную степень засоления почвы были обработаны водными растворами хлорида натрия из расчета концентраций солей на 100 г почвы. Исследованные концентрации NaCl: 0,1 %; 0,3 %; 0,5 %; 0,7 %; 1,5 %.

Замер морфометрических показателей овса проводили на 10 день после посадки. Высоту и массу определяли в выборке объемом 20 растений. В зеленой массе в трехкратной повторности определили редокс-активность растительных экстрактов [5]. Данные по высоте и массе растений обработали статистическими методами, результаты определений редокс-активности – методом дисперсионного анализа. Существенность различий с тест-контролем обоснована критерием Стьюдента, параметрическими и непараметрическими тестами (при 95%-ном уровне вероятности).

Результаты исследований. Растения, выращенные на вермикулите, проросли одновременно, равномерно по периметру контейнера. В пробах с концентрацией 0,1 % NaCl на обеих почвах отмечается хорошее прорастание семян, с увеличением концентрации прорастание семян заметно ухудшается. В концентрации 0,3 % NaCl визуальные отличия, наблюдаются только по высоте, но не по частоте всхожести. В концентрации 0,5% NaCl только на серогумусовой суглинистой почве отмечены единичные прорастающие экземпляры. На подзолистой и серогумусовой почвах, засоленными хлоридом натрия в концентрациях 0,7 % и 1,5 %, отсутствуют всходы.

Статистический анализ показал достоверное снижение высоты и массы тест-культуры, выращенной на подзолистой супесчаной почве с засолением 0,3% NaCl, от высоты и массы растений, выращенных на вермикулите. Высота и масса растений на вермикулите оказалась на 48% и 53% выше, чем высота и масса растений, выращенных на подзолистой супесчаной почве с засолением 0,3% (рисунок 1).

На серогумусовой суглинистой почве наблюдается достоверное снижение высоты и массы тест-культуры, выращенной на почве с засолением 0,5 % от высоты и массы, выращенной на вермикулите на 83 % и 71 % соответственно; обнаружены отличия по массе между овсом на вермикулите и овсом на почве с засолением 0,3 % NaCl.

При сравнении морфометрических показателей овса, выращенного на подзолистой и серогумусовой почвах, т-тест показал достоверное снижение высоты только при концентрации 0,1 % NaCl.

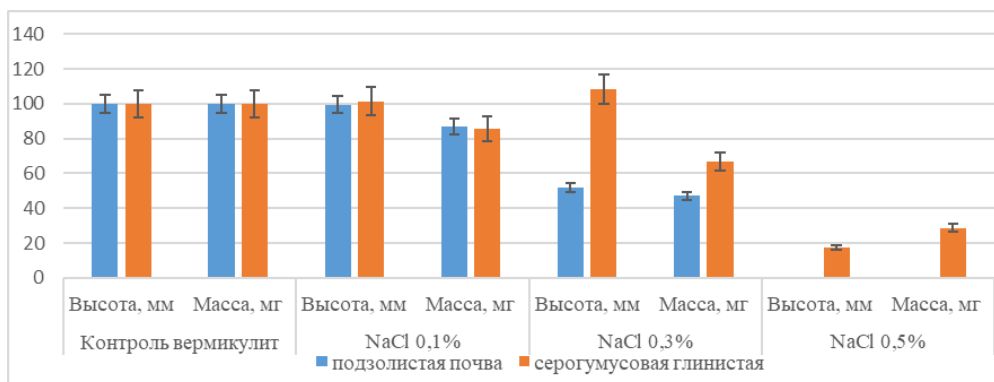


Рисунок 1 – Высота и масса растений овса, выращенных на почвах с добавлением хлорида натрия (относительная величина от контроля на вермикулите)

Эксперимент по определению редокс-активности растений на подзолистой и серогумусовой почвах проведён с целью исследования реакции растений, выращенных на характерных для территории Пермского края почвах при отрицательном влиянии засоления. С увеличением дозы засоления происходит увеличение редокс-активности, что указывает на токсичность среды для растений. Редокс-активность овса посевного, выращенного на подзолистых почвах с засолением 0,3% NaCl, достоверно превышает этот показатель у растений, выращенных на вермикулите практически в 2 раза (рисунок 2). Редокс-активность экстрактов растений, выращенных на серогумусовой почве при воздействии засоления, выше на 17-25% относительно контроля на вермикулите. Статистический анализ показал достоверное повышение содержания редокс-соединений в растениях с засолением 0,3% NaCl.

Сравнение показателей редокс-активности растительных экстрактов овса посевного с разных типов почв при одинаковой концентрации засоления показало достоверные отличия при концентрации хлорида натрия 0,1%.

Обсуждение. О биологической активности и уровне токсичности почвы можно судить по следующим критериям [4]. В эксперименте по оценке экологической устойчивости зональных почв Пермского края при концентрации 0,1% NaCl было обнаружено снижение массы тест-культуры на подзолистой и серогумусовой почвах относительно растений на вермикулите на 17% и 14% соответственно, что свидетельствует об удовлетворительном экологическом состоянии согласно [4]. При засолении подзолистой супесчаной почвы 0,3% NaCl отмечено снижение высоты и массы овса посевного на 48% и 53% соответственно, что указывает на экологически опасное состояние исследуемой почвы; при засолении серогумусовой суглинистой почвы такой же концентрации хлорида натрия наблюдается снижение массы растений на 33%, что свидетельствует о неудовлетворительном состоянии почвы. На серогумусовой суглинистой почве при концентрации 0,5% NaCl отмечено снижение морфометрических показателей более чем на 50% от контрольных показателей, что может говорить об экологически опасном состоянии почвы.

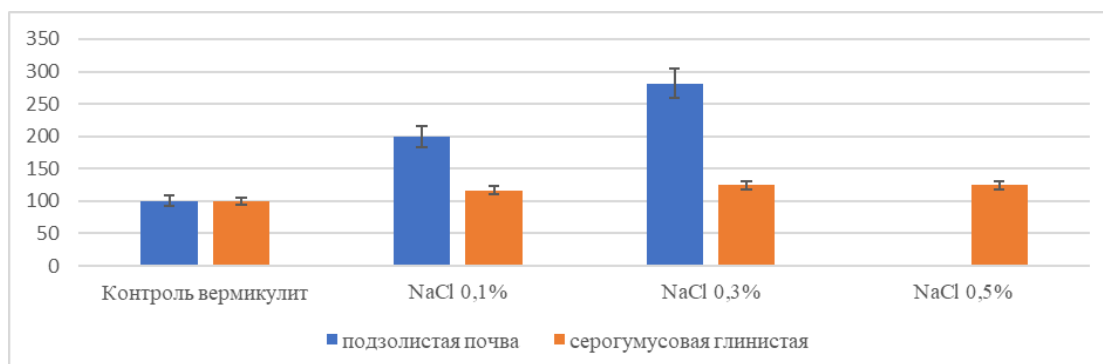


Рисунок 2 – Редокс-активность овса посевного (относительная величина от контроля на вермикулите)

Редокс-активность растительных экстрактов растений на серогумусовой глинистой почве превышала показатели на контроле при засолении 0,1% NaCl на 16%, при 0,3% и 0,5% NaCl – на 25%. Согласно критериям оценки экологического состояния данные почвы можно считать токсичными в связи с действием хлорида натрия. В растительных образцах с подзолистой почвы выявлено превышение показателей редокс-активности относительно контроля при засолении 0,1% и 0,3% NaCl на 100% и 183% соответственно, такие почвы можно считать экологически опасными.

Токсичность солей в почве зависит от их растворимости, изменения которой обуславливаются рН и окислительно-восстановительным потенциалом среды, температурой, наличием комплексообразователей. Почва как динамическая система обладает буферными свойствами, способными компенсировать негативные воздействия [6]. Устойчивости почвы к засолению способствует высокий уровень плодородия: высокое содержание гумуса, суглинистый гранулометрический состав, нейтральная почвенная среда, запас питательных элементов [7].

Так, серогумусовая суглинистая почва обладала более благоприятными почвенными свойствами по сравнению с подзолистой супесчаной: процент органического вещества составлял 8,29%, рН водная - 5,6 и рН солевая - 4,2. Поэтому тест-культура на серогумусовой почве была подвержена меньшему воздействию стресс-фактора, что подтверждается высокими морфометрическими показателями и небольшим увеличением редокс-активности на пробах с засолением 0,1% и 0,3% NaCl. Свойства подзолистой почвы не смогли снизить токсическое действия хлорида натрия на тест-культуру, отмечается повышение редокс-активности в растительных образцах с засоленной почвы в два-три раза относительно контрольного образца.

При исследовании поведения засоляющих веществ и их влияния на растения следует учитывать агрохимические свойства почв. Разные типы почв имеют разную буферную способность и плодородие, обусловленное гранулометрическим составом, содержанием органического вещества, кислотностью почвенного раствора. Чем плодороднее почва, тем выше ее устойчивость к техногенным воздействиям. Так состояние растений и экологические свойства почвы на серогумусовой почве оказались лучше, чем на подзолистой.

Заключение. Засоление подзолистой супесчаной почвы в концентрациях от 0,5% NaCl является токсичным для растений, при загрязнении 0,1% и 0,3% NaCl почва характеризуется удовлетворительным экологическим состоянием.

Пороговой концентрацией засоления хлоридом натрия на серогумусовой глинистой почве является 0,7% NaCl, при этой концентрации и выше всходы отсутствуют. Почва с концентрацией 0,5% NaCl характеризуется токсичным уровнем засоления. Свойства серогумусовой почвы, ее буферная способность, обеспечили устойчивость к засолению в дозах 0,1% и 0,3% NaCl.

При непосредственном засолении или риска засоления необходимо применение мелиоративных мероприятий. Такими мероприятиями могут быть снижение кислотности путём известкования почв, внесение органических и минеральных удобрений в почву.

Работа выполнена в рамках проекта Минобрнауки РФ №. 2019-0858.

Список литературы

1 Metternicht, G. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints / G. Metternicht, J. Azinck // Remote Sensing of Environment. – 2003. – V. 85. – №. 1. – P. 1-20.

2 Chen, X. Evaluating the genesis and dominant processes of groundwater salinization by using hydrochemistry and multiple isotopes in a mining city / X. Chen, C. Jiang, L. Zheng, L. Zhang, X. Fu, S. Chen, Y. Chen, J. Hu // Environmental Pollution. – 2021. – V. 283(4). – e117381.

3 Почвы. Методы определения органического вещества: ГОСТ 26213-91 – Введ. 01. 07. 93 – Москва: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1993. – 8 с.

4 Способ оценки биологической активности и токсичности почв и техногенных почвогрунтов: пат. РФ №. 2620555 / О. З. Еремченко, Н. В. Митракова – Оpubл. 26. 05. 2017.

5 Еремченко, О. З. Фитотестирование почв и техногенных поверхностных образований в урбанизированных ландшафтах / О. З. Еремченко, Н. В. Митракова // Вестник Пермского университета. Серия Биология. – 2016. – № 1. – С. 60–67.

6 Агроэкологическая оценка изменения засоления почв во времени и в пространстве / В. И. Савич [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 2. – С. 45–48.

7 Апарин, Б. Ф. Бонитировка почв и основы государственного земельного кадастра: учебное пособие. / Б. Ф. Апарин, А. В. Русаков, Д. С. Булгаков. – СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2002. – 88 с.

E. E. Malyshkina, N. V. Mitrakova, S. V. Fedotov

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL SUSTABILITY OF PERM KRAI REGIONAL SOILS TO SODIUM CHLORIDE SALINIZATION

*Natural Science Institute, Perm State National Research University,
Perm, Russia,
lionofcintra@yandex.ru*

Abstract. We assessed ecological resistance of Perm region zonal soils to salinization using phytotesting method. A trend towards test-culture height and weight depravation and sodium chloride level increase was revealed. The least sustainability to the toxic effect of salts showed podzolic soil.

Key words: phytotesting, salinization, regional soil, redox-activity.

УДК 502. 11

Е. Д. МЕЛЕШКО, Н. С. ШПИЛЕВСКАЯ

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
egor.meleshko33@mail.ru*

В данной статье рассматривается влияние рекреации на окружающую среду, формы и виды воздействия рекреационной деятельности, а также последствия воздействия отдыхающих и туристов на природный комплекс. Проанализированы основные формы влияния рекреанта на природную среду. Рассмотрена организованная и неорганизованная рекреация.

Ключевые слова: рекреация, туризм, рекреационная деятельность, воздействие.

С начала 21 века индустрия туризма начала своё активное развитие и на данный момент является наиболее динамично развивающейся отраслью хозяйствования. Туризм и рекреация являются схожими понятиями: обе эти активности связаны с отдыхом, восстановлением сил и ресурсов, расслаблением. При рассмотрении последствий рекреации на природу следует отличать организованную и неорганизованную рекреацию. Во время организованной рекреации давление минимальное, всё упирается в количество людей, которые отдыхают на данной территории (рекреационная нагрузка). Что касается неорганизованной рекреации, то главные негативные последствия, следующие: вытаптывание территорий, загрязнение леса мусором, попадание в водоёмы продуктов жизнедеятельности людей, беспокойство диких животных

и их уничтожение, сбор растений и их частей, лесные пожары. Поэтому при организации безопасной рекреации для окружающей среды, требуется брать во внимание уровень экологической пригодности природного комплекса, а также его качество: климат, гидроресурсы, фитолечебные факторы, морские и пляжные ресурсы и т. п. [1].

В обществе принято считать, что рекреация – это положительное влияние на природу, однако, как и у всей человеческой деятельности у нее есть свои негативные последствия. В результате рекреационной деятельности происходит антропогенное преобразование природной среды. Это способствует деградации естественных природных комплексов из-за непосредственного воздействия человека на природу. Неконтролируемые потоки отдыхающих, посещающие природные объекты, её загрязнение за счёт транспортных средств являются основными причинами деградации природы. Скопление на побережьях водоёмов, рек, морей рекреационных отходов приводит к деградации природных комплексов. В результате сброса грязных сточных вод с мест отдыха в водоёмы ухудшается качество рек, озёр и т. д. Вытаптывание напочвенного покрова и растений на охраняемых природных территориях приводит к обеднению видового состава и снижению численности особей вида. С уплотнением почвы происходит нарушение структуры, воздухопроницаемости и влагоемкости почвенной массы, водная и ветровая эрозия. Это негативно влияет на лесные фитоценозы. Загрязнение атмосферы отработанными газами транспорта в местах парковки ухудшает экологическую ситуацию в местах скопления отдыхающих.

Строительство туристско-рекреационных объектов приводит к изменениям в составе растительности и напочвенного покрова. В месте непосредственного расположения объектов рекреации уничтожается естественный растительный покров. Степень трансформации прежде всего зависит от интенсивности использования. Поэтому организация регулируемой рекреации очень важна, она может стать средством сохранения элементов культурного ландшафта, крупных экосистем, несмотря на ущерб, наносимый природной среде туристами и отдыхающими. Комплексная система экологического мониторинга в туристско-рекреационной зоне позволяет получать информацию о состоянии окружающей среды: оценку происходящих в ней изменений; прогнозирование явлений и процессов; обеспечение информационной поддержки и принятия управленческих решений [2]. Таким образом, проведенные исследования на рекреационных территориях позволяют учёным сделать вывод о том что, такие факторы как соотношение вовлеченных ландшафтов в рекреационное использование и часть неизменной площади ландшафтов, различающееся для разных ландшафтов [3].

Рекреационные действия одного человека могут привести к необратимым последствиям для окружающей среды. Сила рекреационного воздействия зависит от того, какой вектор влияния она имеет. Так прямое влияние влечет за собой снижение видового разнообразия флоры и фауны территории, особенно когда последняя включается в хозяйственную деятельность; появление болезней путем заражения флоры и фауны отходами рекреационной и хозяйственной жизнедеятельности людей; нарушение хода естественных процессов развития флоры и фауны территории, подвергшейся рекреации (нарушение восстановительных сукцессий, разрушение мест обитания видов, шумовое загрязнение и т. д.).

Косвенное воздействие влечет за собой загрязнение всех компонентов окружающей среды (педосферы, гидросферы, атмосферы, фитоценозов, зооценозов), вызывает обратимые и необратимые изменения климата, естественной среды обитания видов.

Таким образом, формирование любой рекреационной деятельности всегда подразумевает влияние на те или иные компоненты экосистемы. Всё зависит от тяжести рекреационной нагрузки и её факторов. Среди самых распространённых и главных: вид человеческой деятельности, нагрузка и временной период воздействия, неизменность экосистемы и её компонентов.

Список литературы

1 Саранча, М. А. Рекреационная деятельность и окружающая среда / М. А. Саранча, В. П. Сидоров // Вестник Удмуртского университета. – 2005. – №. 11. – Ч. 1. – С. 107–112.

2 Исаченко, Т. Е. Рекреационное природопользование: учебник для вузов / Т. Е. Исаченко, А. В. Косарев. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 268 с.

3 Корытный, Л. М. Экологические основы природопользования: учебное пособие для СПО / Л. М. Корытный, Е. В. Потапова. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 101 с.

E. D. Meleshko, N. S. Shpileuskaya

ENVIRONMENTAL IMPACT OF RECREATION

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
egor. meleshko33@mail.ru*

Abstract. In this article, the impact of recreation on the environment, forms and types of impact of recreational activities, as well as the consequences of the impact of vacationers and tourists on the surrounding complex. The main forms of human impact on the environment are analyzed. Organized and unorganized recreation is excluded.

Key words: recreation, rest, tourism, recreational activity, case.

УДК 504. 064

М. В. НОСОВА^{1,2}, В. П. СЕРЕДИНА²

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ТЕХНОГЕННО-ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ПОЙМЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

¹*АО «ТомскНИПИнефть»,
г. Томск, Российская Федерация,
nsmvsh@mail.ru*

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Российская Федерация*

В статье обозначены и описаны тренды распространения процессов техногенного галогенеза на аллювиальных и подзолистых почвах. Засоление почв, возникающее в условиях гумидного климата, можно считать наложенным почвообразовательным процессом, формирующим дополнительный риск развития в почвах, сопутствующего солончакового процесса.

Ключевые слова: техногенный галогенез, галофиты, экологические свойства, ремедиация.

Деятельность ПАО «НК «Роснефть» связана с рисками причинения ущерба окружающей среде. В период с 2013 по 2021 гг. на территории ХМАО и Томской области произошло больше 10 тысяч отказов промыслового трубопроводного транспорта. Однако методы рекультивации засоленных почв в настоящее время отсутствуют [1–5]. Растительный покров исследованной территории нарушен из-за механического повреждения и углеводородного загрязнения. Биоценозы представлены лесными сосновыми, лиственнично-сосновыми и березовыми подлесками, злаковыми, разнотравно-злаковыми и бобово-злаковыми сообществами, а также – луговыми разнотравными ассоциациями речных долин и межплоскогорных понижений. Морфологическое строение профиля почв объективно отражает направленность почвообразовательного процесса и дает наглядное представление об их экологическом состоянии. Поэтому первоочередным индикатором загрязнения почв является трансформация морфологических

признаков почвенных горизонтов. Для выявления особенностей таких изменений было проведено полевое описание фоновых и техногенно-загрязненных почв (аллювиальных и подзолистых). Генетический профиль фоновой почвы (фон-1) достаточно ярко процесса. Под хорошо разложившейся подстилкой формируется аккумулятивно-гумусовый горизонт АУv,x с мощностью до 13 см, мелкокомковатой структуры. Срединный горизонт, как самостоятельное генетическое образование, не выражен: средняя часть профиля не имеет педогенной структурной организации и бесструктурная. Корнеобитаемый слой небольшой мощности: основная масса корней сосредоточена в верхней части профиля – в органогенном и в аккумулятивно-гумусовом горизонте, глубже 30–40 см проникают единичные корни. Полевые наблюдения свидетельствуют о том, что наибольшие морфологические преобразования испытывает корнеобитаемый слой нефтезагрязненных аллювиальных почв (р-1). Верхняя часть почвенного профиля запечатана под плотным техногенным материалом – битуминозной коркой. В соответствии с профилно-генетическим анализом, исследованные засоленные подзолистые почвы (р-2) не имеют ярко выраженных представительных признаков трансформации морфологического облика по сравнению с зональными незасоленными аналогами. На слабодренированных территориях, при периодическом переувлажнении поверхностными водами (верховодкой) формируется подзолистая иллювиально-железистая почва (фон-2). Корнеобитаемый слой обладает мощной торфяной подстилкой (7 см). Окраска по всему профилю варьирует от темно-бурой до буровато-серой, гранулометрический состав легкосуглинистый. Специфической особенностью почв, загрязненных в процессе добычи нефти минерализованными жидкостями и нефтяными эмульсиями, является накопление легкорастворимых солей, о чем свидетельствует величина плотного остатка в пределах ореола загрязнения (от 1,68 до 0,31%). Установлено, что пусковыми механизмами «техногенного галогенеза», не характерного для почв гумидных территорий, являются высокоминерализованные потоки, в составе которых значительную роль играют водорастворимые хлориды, в меньшей степени – сульфаты. Установлено, что своеобразный солевой состав пластовых минерализованных вод резко изменяет состояние почвенных экосистем, приводя к деградации биоценозов. Почвы месторождения, подвергшиеся загрязнению, характеризуются засоленностью легкорастворимыми солями техногенного происхождения, щелочной реакцией среды, высоким содержанием токсических солей, создающих неблагоприятную обстановку для высших растений при фитомелиоративном посеве трав в ходе проведения биологического этапа рекультивации.

Список литературы

- 1 Солнцева, Н. П. Эволюционные тренды почв в зоне техногенеза / Н. П. Солнцева // Почвоведение. – 2002. – №. 1. – С. 9–20.
- 2 Геннадиев, А. Н. Нефть и окружающая среда / А. Н. Геннадиев // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2016. – №. 6. – С. 30–39.
- 3 Nosova, M. V. Ecological State of Technogeneous Saline Soil of Oil – Contaminated Alluvial Ecosystems and Their Remediation Techniques / M. V. Nosova, V. P. Seredina, A. S. Rybin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 921. – P. 1–7.
- 4 Nosova, M. V. Main Trends in Morphological Properties of Alluvial Soils under Conditions of Local Pollution with Oil Emulsions (Western Siberia) / M. V. Nosova, V. P. Seredina, A. S. Rybin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 723. – P. 1–7.
- 5 Capra, G. F. A review on anthropogenic soils from a worldwide perspective / G. F. Capra, A. Ganga, E. Grilli, S. Vacca, A. Buondonno // J. Soils Sediments. – 2015. – No. 15. – P. 1602–1618.
- 6 Oil in the environment: legacies and lessons of the Exxon Valdez oil spill / Ed. J. A. Wiens. – Cambridge: Press Cambridge University, 2013. – 482 p.

**MAIN PROPERTIES OF TECHNOGENEOUSLY SALTED SOILS
OF FLOOD-LAD ECOSYSTEMS IN WESTERN SIBERIA**

¹JSC TomskNIPIneft,
Tomsk, Russia,
nsmvsh@mail.ru

²National Research Tomsk State University,
Tomsk, Russia

Abstract. The article identifies and describes the trends in the spread of technogenic halogenesis processes on alluvial and podzolic soils. Soil salinization, which occurs in a humid climate, can be considered a superimposed soil-forming process, which forms an additional risk of development in soils of an accompanying solonchak process.

Key words: technogenic halogenesis, halophytes, ecological properties, remediation.

УДК 597. 551. 4

Ю. И. ОХРЕМЕНКО, Е. С. ГАЙДУЧЕНКО

**ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ СОМИКА АМЕРИКАНСКОГО
(*AMEIURUS NEBULOSUS* (LE SUEUR, 1819))
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ГЕНА COI
В ПОПУЛЯЦИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО И ПРИОБРЕТЕННОГО АРЕАЛА**

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
г. Минск, Республика Беларусь,
okhremenko.yulia@yandex.by

Анализ общего генетического разнообразия показал высокий уровень гаплотипического разнообразия в естественном ареале ($Hd=0,758\pm 0,112$) и низкий уровень в приобретенном ареале ($Hd=0,282\pm 0,142$), в том числе в Беларуси ($Hd=0,071\pm 0,047$), несмотря на достаточное количество проанализированных образцов.

Ключевые слова: сомик американский, чужеродный вид, естественный ареал, приобретенный ареал, ген COI, гаплотипическое разнообразие, нуклеотидное разнообразие.

Естественным ареалом обитания сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819), является Северная Америка (от юга Канады до штатов Флориды и Миссисипи) [2, 5].

Этот чужеродный вид был интродуцирован в водоемы многих стран Европы, Азии, Южной Америки, а также в островные государства Гавайи и Новую Зеландию для разведения и спортивного рыболовства [4]. Впервые на территории Беларуси был зарегистрирован в 1935 году в отдельных озерах бассейна рек Зап. Буг и Припять [7]. В настоящее время обитает в большинстве водоемов Брестской области, отмечается в отдельных водоемах Гродненской и Минской областей [8].

Изучение биологии и экологии данного вида чужеродных рыб крайне важно для прогнозирования экологических последствий его заселения в новые места обитания. Одним из основных путей инвазии сомика американского является непреднамеренная интродукция. Уровень генетической варибельности между инвазионными и аборигенными популяциями сомика американского позволит выявить пути и векторы дальнейшего распространения вида [6].

Секвенирование провели в ЦКП «Геном» ГНУ Институт генетики и цитологии НАН Беларуси» на 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems). Анализ результатов секвенирования, редактирование, выравнивание последовательностей и построение филогенетических деревьев проводили в пакетах программ MEGAX. Филогенетическое дерево было построено при помощи метода максимального правдоподобия (ML), модель Tamura-Nei. В качестве внешней группы для филогенетического анализа был выбран представитель рода *Ameiurus*: *Ameiurus melas* (номер в Genbank KX 909407. 1). Анализ внутригруппового генетического разнообразия проводили в программе DnaSP6. Парсимониальные сети гаплотипов строили в программе PopArt [3].

Результаты и их обсуждение. В ходе работы было проанализировано 90 образцов: 56 получены авторами статьи (Беларусь), 37 взяты из международной базы данных GenBank (последовательности гена COI с длиной 708 п. н). В ходе анализа было обнаружено 8 гаплотипов митохондриального гена COI, из них 3 в Беларуси (рисунок 1).

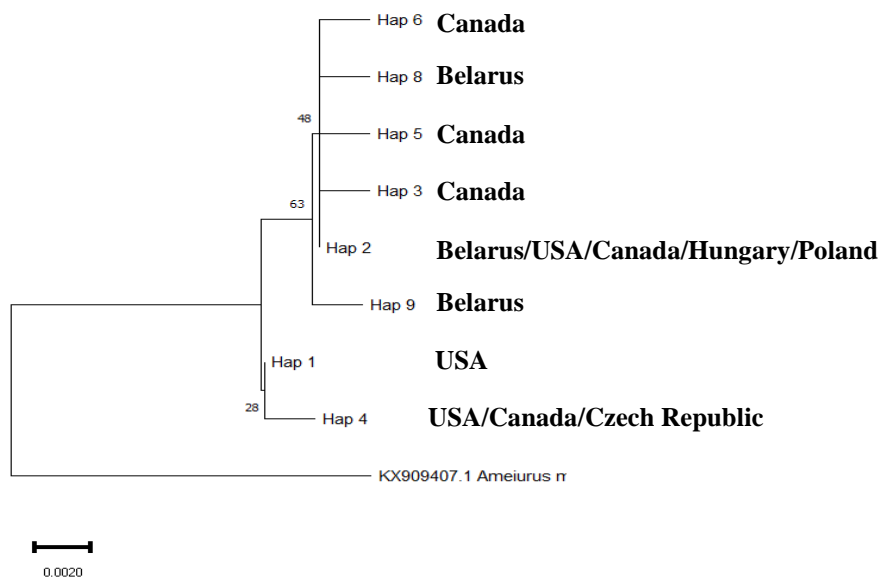


Рисунок 1 – Филогенетическое дерево обнаруженных гаплотипов последовательностей гена COI сомика американского, построенное методом максимального правдоподобия ML

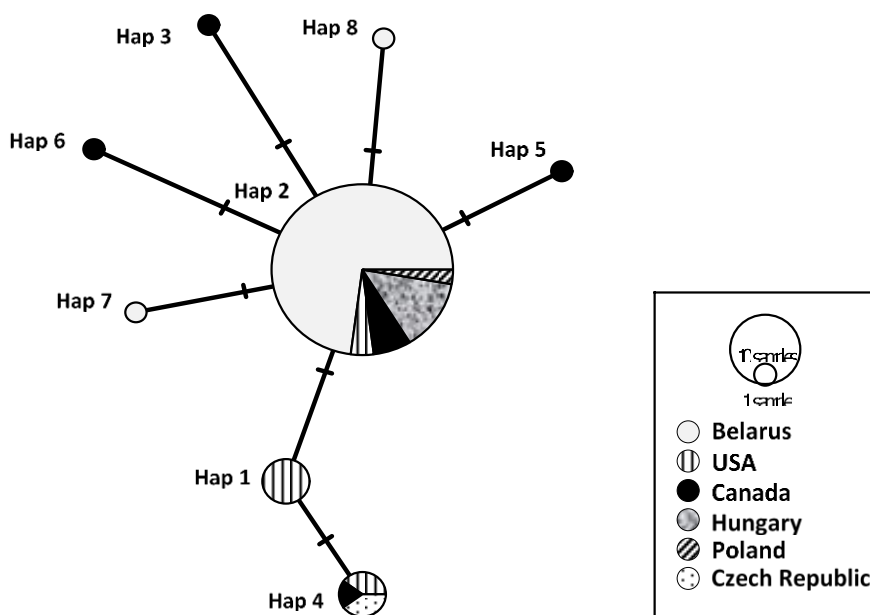


Рисунок 2 – Медианная сеть гаплотипов гена COI сомика американского

Анализ филогенетического дерева, построенного на основании последовательностей гена COI, показал, что практически все образцы, полученные нами, образуют единый кластер с образцами из Канады, Венгрии, Польши и США.

Распределение гаплотипов и частота их встречаемости представлены на медианной сети гаплотипов (рисунок 2). Анализ медианной сети гаплотипов сомика американского предположительно показывает наличие одного гаплотипа основателя (H1). Данный гаплотип является наиболее распространенным и широко как на территории Беларуси, так и в системе Великих озер (Канада и США), Венгрии и Польше. От данного гаплотипа H1 посредством одной мутации образовались последующие 6 гаплотипов: 2 из них представлены образцами из Беларуси (оз. Ореховское, Малоритский район и оз. Каташи, Кобринский район); 4 гаплотипа из Канады (система Великих озер, оз. Онтарио и озера в провинции Квебек, Канада).

Для определения генетического разнообразия все проанализированные образцы были разделены на 3 группы: 1) образцы из приобретенного ареала – Беларусь; 2) образцы из приобретенного ареала – Венгрия, Польша и Чехия; 3) образцы из естественного ареала – система Великих озер (США и Канада). Для каждой группы были рассчитаны показатели генетического разнообразия (таблица 2).

Таблица 2 – Данные генетического разнообразия сомика американского по гену COI

<i>Ameiurus nebulosus</i>	N	S	H	Hd	π	k
Беларусь	56	2	3	0,071±0,047	0,00013	0,071
Венгрия, Польша и Чехия	15	2	2	0,248±0,131	0,00091	0,495
Система Великих озер (США и Канада)	20	5	6	0,768±0,062	0,00212	1,158
Примечание: N – число последовательностей; S – число вариабельных сайтов; H – число гаплотипов; Hd – гаплотипическое разнообразие; π – нуклеотидное разнообразие; k – среднее число нуклеотидных различий						

Анализ общего генетического разнообразия по гену COI показал высокий уровень гаплотипического ($Hd=0,758\pm0,112$) и низкий уровень нуклеотидного ($0,00212$) разнообразия в естественном ареале. Такие показатели характерны для стабильных и генетически целостных популяций, которые расширяют свою среду обитания с высокой величиной эффективного числа основателей.

Для популяций приобретенного ареала, анализ показал низкий уровень как гаплотипического ($Hd=0,248\pm0,131$), так и нуклеотидного ($0,00091$) разнообразия, в том числе и для образцов из Беларуси ($Hd=0,071\pm0,047$ и $\pi=0,071$ соответственно). К потере генетического разнообразия, «эффекту основателя» или «бутылочного горлышка», как правило приводит проникновение вида на новую территорию путем скачкообразного расселения посредством человека.

На основании сравнения уровня генетической вариабельности сомика американского в приобретенном (Беларусь) и естественном (система Великих озер, США) ареале можно с высокой долей вероятности предполагать, что его проникновение на территорию Беларуси произошло путем случайных интродукций с первоначальным вселением наиболее распространенного древнего предкового гаплотипа H1, от которого впоследствии образовались новые гаплотипы.

Список литературы

- 1 Ivanova, N. V. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding / N. V. Ivanova [et al.] // Molecular Ecology Notes. – 2007. – 7 (4). – P. 544–548.
- 2 Kottelat, M. Handbook of European freshwater fishes / M. Kottelat, J. Freyhof // Publications Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany. – 2007. – 646 pp.
- 3 Leigh, J. W. PopART: Full-feature software for haplotype network construction / J. W. Leigh, D. Bryant // Methods Ecological Evolution. – Vol. 6. – P. 1110–1116.

4 Rutkayová, J. Ameiurus melas (black bullhead): morphological characteristics of new introduced species and its comparison with Ameiurus nebulosus (brown bullhead) / J. Rutkayová [et al.]. // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2013. – Vol. 23. – P. 51–68.

5 Scott, W. B. Freshwater fisher of Canada. Channel catfish, Ictalurus punctatus (Rafinesque) / W. B. Scott, E. I. Grossman // Bull. Fish. res. board Canada. – 1973. – N 184. – P. 604–610.

6 Williamson M. Biological Invasions. USA: Springer Science & Business Media, 1996. – 244 p.

7 Макушок, М. Е. Карликовый сомик, его хозяйственное значение и биологические особенности / М. Е. Макушок. – Минск : Академия наук БССР, 1951. – 64 с.

8 Охременко, Ю. И. Сведения о распространении инвазивного вида рыб американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водоемах Беларуси / Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / М-во образования Респ. Беларусь, ГрГУ им. Янки Купалы, Гродн. обл. ком. природ. Ресурсов и охраны окр. среды ; редкол. : А. Е. Караевский (гл. ред.), Г. Г. Юхневич, И. М. Колесник. – Гродно : ГрГУ, 2021. – С. 43–44.

Yu. I. Okhremenko, H. S. Gajduchenko

GENETIC POLYMORPHISM OF THE COI GENE IN POPULATIONS OF THE BROWN BULLHEAD (*AMEIURUS NEBULOSUS* (LE SUEUR, 1819))

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources, Minsk, Republic of Belarus, okhremenko.yulia@yandex.by

Abstract. The analysis of the total genetic diversity showed a high level of haplotypic diversity in the native range ($Hd=0.758\pm 0.112$) and a low level in the non-native range ($Hd=0.282\pm 0.142$), including in Belarus ($Hd=0.071\pm 0.047$), despite a sufficient number of analyzed samples.

Keywords: brown bullhead, alien species, native range, non-native range, COI gene, haplotypic diversity, nucleotide diversity.

УДК 502. 5:502. 6

Д. Г. ПОДРУБНЫЙ¹, К. В. КОРНЕВ²

ПРИМЕНЕНИЕ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ОКРУГА БАЛАШИХА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

¹ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва, Российская Федерация, podrubniy@yandex.ru

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, kostya.kornev2004@gmail.com

В работе рассмотрено применение ретроспективного анализа космоснимков при изучении геоэкологических особенностей зеленой инфраструктуры городского округа Балашиха Московской области. По результатам анализа сделаны выводы по формированию городской среды, а также построена ретроспективная картосхема. Анализ позволил выявить геоэкологические особенности изменения зеленой инфраструктуры, сделать прогноз по ее изменениям на ближайшие годы.

Ключевые слова: зеленая инфраструктура, озеленение, лесной фонд, ретроспективный анализ, геоэкологические особенности.

Введение. Ретроспективный анализ – это анализ информации, полученной по результатам дешифрирования аэрофото- и космоснимков за определенные промежутки времени [8].

Сформированные за несколько десятилетий банки данных дистанционного зондирования Земли позволяют анализировать процессы с динамикой от нескольких лет до нескольких дней, часов, что дает возможность устанавливать факт наличия или отсутствия объектов на местности, их взаимное расположение в пространстве, количественные и качественные характеристики. Анализ является источником надежной информации из-за отсутствия или неполноты других источников исторических данных, или когда возникает проблема отсутствия полного охвата территории необходимыми сопоставимыми тематическими картографическими материалами [7].

Ретроспективный анализ применяется при мониторинге экологических нарушений. Данный метод активно используют, например, при оценке состояния насаждений на обширных таежных территориях Сибири, где с помощью дистанционного зондирования диагностируют всплески бактериальных болезней хвойных и лиственных пород [3], а также занимаются мониторингом распространения лесных пожаров [5].

Метод находит применение в ландшафтоведении и ландшафтном планировании. Ретроспективный анализ позволяет обнаружить изменение растительного покрова как компонентов ландшафта, оценить темпы развития какого-либо поселения, определить тип сложившейся планировочной структуры [9].

Ретроспективный анализ применим практически во всех науках. В частности, экономисты проводят анализ данных за определенный период времени, сравнивая данные между собой.

Цель данного исследования – применить ретроспективный анализ при изучении геоэкологических особенностей зеленой инфраструктуры (далее – ЗИ) городского округа Балашиха Московской области.

ЗИ – современная концепция, заключающаяся в комплексном формировании озелененных территорий и открытых пространств. Элементы ЗИ выполняют экосистемные функции. [1]. Внутри ЗИ рассматривается сине-зеленая инфраструктура.

Городской округ Балашиха – высоко урбанизированная пригородная среда к востоку от Москвы. Некоторые районы Балашихи и упраздненного города Железнодорожного, вошедшего в черту городского округа в 2015 г., характеризуются неблагоприятной экологической обстановкой.

Для исследования выбраны функциональные зоны (за исключением национального парка «Лосиный остров»), которые составляют официально закрепленное озеленение и основу ЗИ.

Если в наши дни доступны подробные генеральные планы муниципальных образований, то определить функциональные границы 50-летней давности сложно. В 1970-х гг. только начинается официальная процедура генерального планирования и соответственно осознанное планирование городской системы зеленых насаждений [2]. Восстановить ЗИ прошлого можно с помощью топографического плана, или, что намного эффективнее, с помощью космоснимков.

Материалы и методы исследования. Для обработки данных использовались космоснимки базы данных геологической службы США – 1972 г. (MSS 1-5 1972-1987) и 2022 г. (ESRI World Imagery). Космоснимки 1972 г. – наиболее ранние, детально отражающие природные объекты до отдельно стоящего дерева.

Производится тематическое визуальное дешифрирование космоснимков по соответствующим признакам, которые позволяют точнее определить границы и предназначение той или иной территории. Так, в сельскохозяйственных целях поле могло быть распаханно прямо до современной границы прибрежной защитной полосы (в 1972 г. в СССР принят первый Водный кодекс с защитными зонами водных объектов). Определяются хозяйственные постройки, вторичные леса и др.

Перед ретроспективным анализом проводится комплексный исторический и социально-экономический анализ формирования городской территории.

Для построения ретроспективной картосхемы использованы программа MapInfo и графические редакторы.

Результаты и обсуждение. В ходе сравнительного анализа космоснимков 1972 г. и 2022 г. выявлено, что территория г.о. Балашиха в современных границах понесла потери ЗИ не более 8%. Экологический каркас характеризуется периферийным типом с крупными элементами. На основе анализа построена ретроспективная картосхема (рисунок 1).

К настоящему времени выявлены следующие изменения ЗИ:

- сохранение границ лесопаркового пояса г. Москвы, небольшие потери его лесного покрова (причины – застройка, санитарные вырубки);
- сокращение и раздробленность лесного покрова вне лесопаркового пояса г. Москвы (причины – застройка, пожары, санитарные вырубки);
- потери ЗИ в составе садово-огородных хозяйств в 1970-80 гг. в ходе застройки многоквартирными домами;
- озеленение при планировке новых кварталов города и санитарно-защитных зон производственных объектов;
- увеличение площади поверхностных вод за счет запруженных частей рек, позднее создание на их основе природно-рекреационных зон.

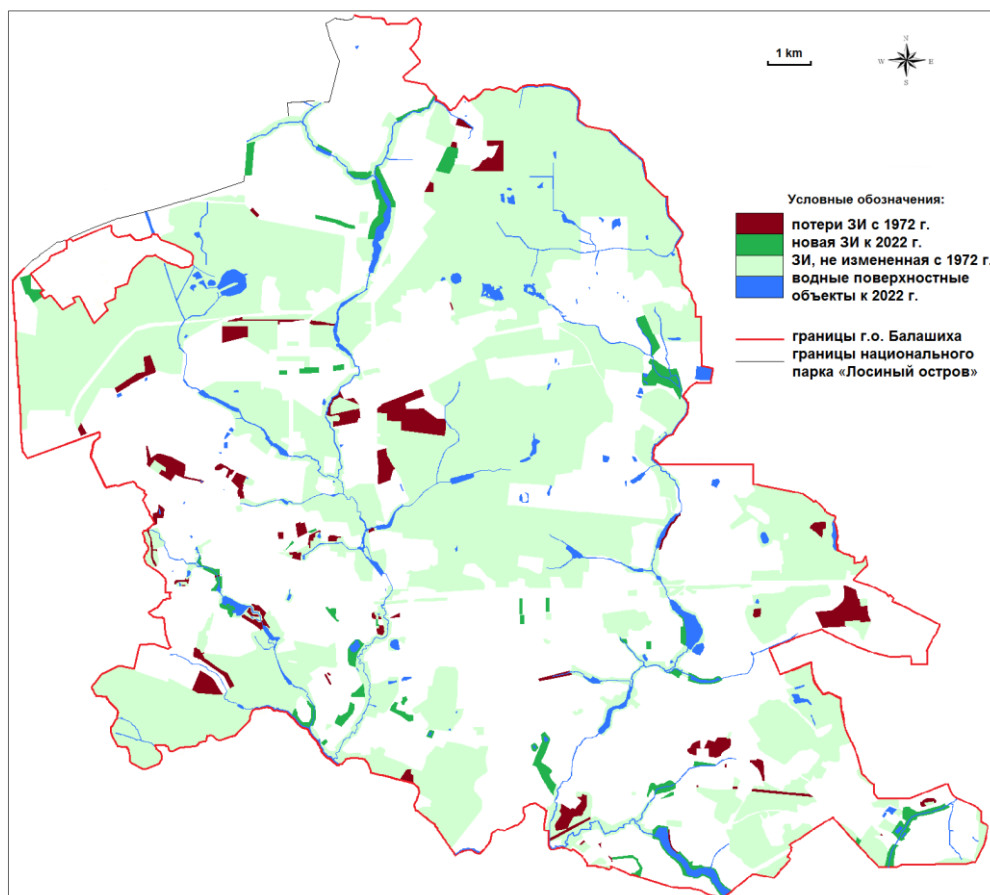


Рисунок 1 – Ретроспективная картосхема зеленой инфраструктуры г.о. Балашиха

До 2015 г. Балашиха и Железнодорожный формировались независимо друг от друга как города-спутники Москвы. В результате сравнительного анализа двух городов сделаны следующие выводы по истории планирования ЗИ:

- Железнодорожный имеет более сплошную застройку, чем Балашиха;

- сохранена отличительная черта «серой» инфраструктуры Балашихи (ее разделение лесопарковыми массивами и сине-зеленой инфраструктурой реки Пехорки);
- города окружены лесопарковым поясом, который проникает с помощью зеленых клиньев в основном только в «старую Балашиху»;
- планировка городов проходила без системного озеленения;

Результаты ретроспективного анализа вошли в комплекс данных, использованных для определения категорий естественности ландшафтов, что в свою очередь стало одним из геоиндикаторов оценки геоэкологических условий ЗИ.

Границы лесного покрова изменены не сильно и соответствуют особенностям исторического развития пригородной зоны Москвы. Наибольшие потери ЗИ, с точки зрения концепции, составили открытые пространства: сельскохозяйственные угодья, вышедшие из обращения в 1990–2000 гг., и сельские населенные пункты, ликвидированные в ходе строительства многоквартирных домов в 1970–1980 гг.

В результате непродуманного сноса частного сектора (более 80 %) упраздненный город Железнодорожный крайне неозеленен, населению микрорайонов практически недоступна ЗИ с благоприятными геоэкологическими условиями (доступными считаются зеленые зоны не менее 2 га в 300 м от жилья).

В мире формирование городов складывалось по-разному, и садово-огородные пространства рассматриваются во многих из них как составная часть ЗИ, которая не позволяет превратить среду в «бетонные джунгли» и которой присущи функции – например, коридора биоразнообразия. Восстановить такую ЗИ представляется возможным за счет новых природно-рекреационных зон и современных методов зеленого строительства (зеленые стены, крыши и др.), активно применяемые за рубежом. В г.о. Балашиха развиты придомовые пространства, но они не регламентируются и позволяют легко сокращать долю озеленения внутри себя.

Определено, что утраченная с 1972 г. ЗИ занимала бы территории с наиболее благоприятными геоэкологическими условиями, а также с наиболее здоровым лесным покровом. Новые к 2022 г. зоны ЗИ, за исключением природно-рекреационных зон рек, характеризуются менее благоприятными, часто напряженными геоэкологическими условиями, а также хаотичным расположением, малой площадью, не развитым растительным, древесным покровом и в целом потенциально низкими экологическими функциями.

Куда разрушительнее будущие изменения ЗИ. Генеральный план г.о. Балашиха предусматривает дальнейшую динамику в сторону изъятия земель лесного фонда с благоприятными и удовлетворительными геоэкологическими условиями [4], а «лесная амнистия» может только усугубить ситуацию, затронув даже ООПТ [6]. Одновременно лесопарки г.о. Балашиха и так понесли огромные потери из-за заражения короедом-типографом (Кучинский лесопарк утратил более 20 % лесного покрова, некоторые участки выводятся из лесного фонда для строительства). Ряд экологических ядер и коридоров находятся под угрозой исчезновения.

Заключение. Таким образом, ретроспективный анализ показал, что за последние 50 лет лесная инфраструктура г.о. Балашиха не изменила свои границы, сохранены основные естественные ландшафты с благоприятными геоэкологическими условиями. Одновременно новые природно-рекреационные зоны характеризуются неблагоприятными, напряженными, критическими геоэкологическими условиями и неграмотно спроектированы. Большие площади агроландшафтов ликвидированы и заменены на урбандшафты. В целом из-за плотной застройки территория имеет низкий потенциал для проектирования новых зон озеленения, в результате чего необходимо сохранять и рационально использовать ЗИ в современных границах, применять современные методы озеленения придомовых пространств.

Небольшие потери ЗИ с 1972 г. позволяют сократить настоящие экологические ядра, но не более чем на 5-10%. Экологические коридоры, в основном состоящие из речных долин, сокращаться не должны. Стоит вопрос сохранения исторической связанности Балашихи и Железнодорожного элементами ЗИ, отчего также зависит целостность лесопаркового пояса г. Москвы.

Ретроспективным анализом нельзя пренебрегать при геоэкологическом изучении зеленой, сине-зеленой инфраструктуры, а также иных понятий, касающихся природных объектов, охраняемых или используемых в рекреационных целях. Анализ позволяет детально подойти к определению антропогенной преобразованности территории. Также этапы формирования городской среды помогают находить компромиссы между природой и обществом в наши дни.

Список литературы

- 1 Илларионова, О. А. Трансформация «зеленой инфраструктуры» в крупных городах Латинской Америки / О. А. Илларионова, О. А. Климанова // Вестник Московского университета. – 2018. – Сер. 5. География. – С. 23–29.
- 2 Климанова, О. А. Зеленая инфраструктура города / О. А. Климанова, Е. Ю. Колбовский, О. А. Илларионова. – М. : КМК, 2020. – 324 с.
- 3 Диагностика состояния лесов на основе ретроспективного анализа спутниковых данных MODIS / А. В. Ковалев [и др.] // Лесоведение. – 2021. – № 1. – С. 3–10.
- 4 Лесная амнистия [Электронный ресурс] // Комитет лесного хозяйства Московской области. – Режим доступа: <https://klh.mosreg.ru/karty/uchastki-po-280-fz>. – Дата доступа: 08. 05. 22.
- 5 Махатков, И. Д. Ретроспективный анализ пирогенной динамики северотаежных сосновых лесов Западной Сибири по данным дистанционного зондирования / И. Д. Махатков // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12. – № 2. – С. 87–96.
- 6 Об утверждении Генерального плана Городского округа Балашиха Московской области [Электронный ресурс] // Администрация городского округа Балашиха. – Режим доступа: <http://balashiha.ru/document?id=2722> – Дата доступа: 05. 05. 22.
- 7 Ретроспективный анализ [Электронный ресурс] // Сенсфарминг. – Режим доступа: <https://www.sensefarming.com/retrospektivnyj-analiz-ndvi/amp/> – Дата доступа: 05. 05. 22.
- 8 Розов, С. Ю. Опыт применения данных дистанционного зондирования Земли при производстве судебных экологических экспертиз / С. Ю. Розов, Н. Д. Кутузова, Т. Н. Большева // Теория и практика судебной экспертизы. – 2019. – Т. 14. – № 1. – С. 56–65.
- 9 Сибирякова, И. А. Ретроспективный и ландшафтный анализ города Мезени / И. А. Сибирякова // Молодой ученый: сборник статей V Международного научно-исследовательского конкурса (Пенза, 15 февраля 2022 года). – Пенза : Наука и просвещение, 2022. – С. 80–84.

D. G. Podrubniy¹, K. V. Kornev²

THE APPLICATION OF RETROSPECTIVE ANALYSIS IN THE STUDY OF GREEN INFRASTRUCTURE'S GEOECOLOGICAL FEATURES (ON THE EXAMPLE OF BALASHIKHA URBAN OKRUG, MOSCOW REGION)

¹*State University of Land Use Planning,
Moscow, Russia,
podrubniy@yandex.ru*

²*Saint Petersburg State University,
St. Petersburg, Russia,
kostya.kornev2004@gmail.com*

Abstract. The work considers the application of retrospective analysis in the study of green infrastructure's geoeological features in the Balashikha Urban Okrug. The review has provided conclusions on formation of urban environment; retrospective schematic map has been produced. The analysis identified geoeological features of green infrastructure's changes, expectation of its changes for the coming years.

Key words: green infrastructure, greening, forest fund, retrospective analysis, geoeological features.

А. С. ПОЛЕТАЕВ

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО
ОЗЕРА МАРЦЕБЫЛИНСКОЕ (ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)**

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
г. Минск, Республика Беларусь,
viroxylan@gmail.com

Установлено обитание в оз. Марцебылинское обоеполой амфимиктической популяции карася серебряного с численным преобладанием самок (соотношение полов 1,73♀:1♂). Показаны причины эволюционного преимущества амфимиктического размножения данной популяции. Установлена меристическая характеристика карася серебряного оз. Марцебылинское, которая типична для рыб комплекса *C. auratus s. lato*.

Ключевые слова: ихтиология, карась серебряный, размножение, половая структура, меристика, фенетика.

Введение. Карась серебряный (*Carassius auratus s. lato*) на сегодняшний день повсеместно распространён в водных объектах Беларуси, что является результатом его целенаправленной акклиматизации, начатой в 1948 г. Ряд популяций карася серебряного, помимо естественного воспроизводства, поддерживается также путём зарыбления водоёмов и водотоков посадочным материалом этого вида рыб. При этом эффективность зарыбления карасём серебряным водоёмов Беларуси существенно различается и не всегда коррелирует с объёмами их зарыбления [1]. Одним из водоёмов, где стабильно наблюдаются необычно высокие уловы карася серебряного при незначительных объёмах зарыбления, является озеро Марцебылинское (Глубокский р-н, Витебская обл.). Среднегодовой вылов карася серебряного из данного водоёма составляет 18,89 кг/га, что составляет 82,6% от общей массы уловов рыбы из оз. Марцебылинское, причём в период с 2013 г. доля карася в уловах составляла не менее 95% [1, 2]. По показателю среднегодового вылова карася в пересчёте на площадь водоёма оз. Марцебылинское среди всех водных объектов Беларуси уступает лишь оз. Червоное (Житковичский р-н, Гомельская обл.) – третьему по площади озеру страны, типичному карасёвому заморному водоёму (среднегодовой вылов 20,84 кг/га, доля карася серебряного в улове составляет 71,3%) [1].

Оз. Марцебылинское расположено в водосборе р. Берёзовка (правый приток р. Дисна, бассейн р. Западная Двина). Является частью системы последовательно соединённых протоками озёр Марцебылинское, Забельское, Мушкатское и Подлужное, а также Великое и Кагальское, сток которых принимает оз. Подлужное, из которого вытекает р. Берёзовка [3] (рисунок). Также перечисленные озёра имеют связь с системой мелиоративных каналов. Система озёр, каналов и проток является единым жизненным пространством, используемым локальной популяцией карася серебряного для нагула и воспроизводства.

Площадь озера 0,11 км², максимальная глубина 8 м, средняя – 3,5 м. По наличию доступной кормовой базы озеро характеризуется как эвтрофный, выше средней кормности, слабозрастающий водоём. Рыбное население оз. Марцебылинское представлено карасём серебряным, карпом *Suaprinus carpio*, плотвой *Rutilus rutilus*, уклейкой *Alburnus alburnus*, краснопёркой *Scardinius erythrophthalmus*, щукой *Esox lucius*, речным окунем *Perca fluviatilis* [2].

Цель работы: составить биологическую характеристику популяции карася серебряного, населяющего оз. Марцебылинское. **Задачи работы:** 1) установить тип воспроизводства и половую структуру популяции карася серебряного озера Марцебылинское; 2) составить меристическую характеристику популяции карася серебряного озера Марцебылинское.

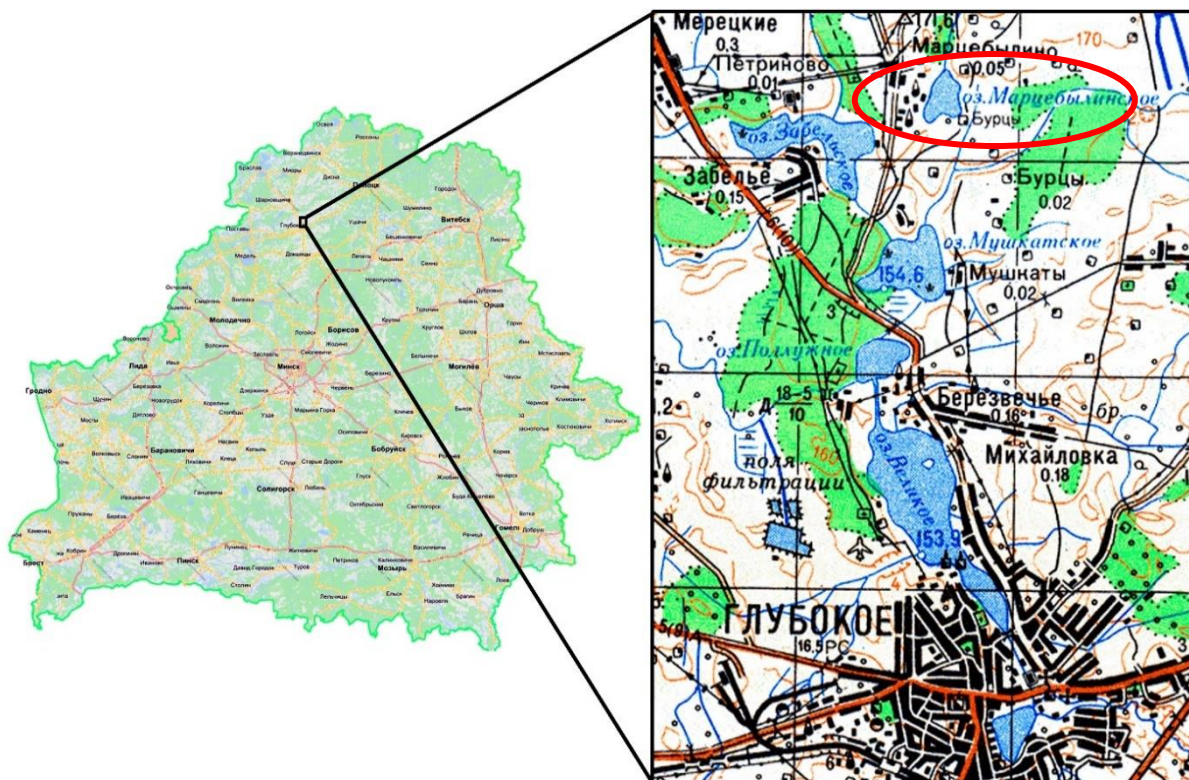


Рисунок – Карта-схема расположения озера Марцебылинское

Материалы и методы. Материалом для данной работы являются 142 экз. карася серебряного, отловленные в оз. Марцебылинское в 2017-2019 гг. в летне-осенний период. Для сбора материала использовали ставные сети, ловушки типа «зонты» и крючковые снасти. Объём выборки для анализа половой структуры популяции составил 142 экз., для исследования меристических признаков – 57 экз.

Пол отловленных рыб определяли путём вскрытия по строению половых желез [4]. На основе полученных данных рассчитывали количественные доли самок, самцов и неполовозрелых особей в исследованной выборке. Для каждой особи определяли значения меристических признаков: формулы спинного (D), анального (A), грудного (P), брюшного (V) и хвостового (C) плавников; формула боковой линии (LL), включающая число прободённых чешуй в боковой линии и число рядов чешуй выше (LL↑) и ниже (LL↓) боковой линии; число жаберных тычинок в первой жаберной дуге (GR); число позвонков (vert). Значения признаков определяли в соответствии с принятыми для рода нормами [4]. При подсчёте числа лучей в хвостовом плавнике учитывали только мягкие лучи; многочисленные мелкие жёсткие лучи не подсчитывали. Первые два сросшихся позвонка учитывали как два позвонка; уростиль считали отдельным позвонком. Статистическую обработку результатов проводили в программе Statistica 7. Фенетические показатели внутривидового разнообразия – среднее число морф (μ), долю редких морф (h) и их стандартные ошибки ($S\mu$ и Sh соответственно) рассчитывали по Яблокову и Лариной [5].

Результаты и их обсуждение. В исследованной нами выборке карася серебряного из оз. Марцебылинское половозрелыми были 139 экз., неполовозрелыми – 3 экз. Среди половозрелых особей 36,7% (51 экз.) были самцами, 63,3% (88 экз.) – самками. Соотношение полов составляет 1,73♀:1♂. Это свидетельствует о том, что в настоящее время в оз. Марцебылинское обитает двуполовая амфи-миктическая популяция карася серебряного с численным преобладанием самок. Последнее указывает на благоприятные условия воспроизводства и нагула карася серебряного в данной экосистеме, поскольку в популяциях животных увеличение доли самцов обычно свидетельствует об ухудшении условий обитания [6].

Существование в оз. Марцебылинское амфимиктической популяции карася серебряного, очевидно, обусловлено малой численностью в данном водоёме других видов карповых рыб со схожей экологией нереста. Необходимым условием воспроизводства гиногенетических популяций карася серебряного является присутствие в населённом такой популяцией водном объекте вида, способного быть донором сперматозоидов для триплоидных самок карася серебряного. Несмотря на то, что в лабораторных условиях процесс развития икры гиногенетической формы карася серебряного может быть инициирован сперматозоидом практически любого вида сем. *Cyprinidae* [7], в условиях естественных водных объектов различия в экологии нереста карповых рыб существенно ограничивают список потенциальных видов-доноров. Для возникновения возможности осеменения икры карася серебряного сперматозоидами другого вида у них должны совпадать сроки нереста, необходимая для него температура воды и требования к нерестовому субстрату (таблица 1).

Таблица 1 – Условия нереста карповых рыб оз. Марцебылинское [8]

Вид	Условия нереста			
	Икрометание	Сроки нереста	t, °C	Субстрат
Карась серебряный	Порционное	май-август	>16-18	фито
Карп *	Единовременное	май-июнь	>18-20	фито
Уклейка	Порционное	май-июль	>15	фито
Плотва	единовременное (в 2 подхода)	апрель-май	8-10	фито
Краснопёрка	Порционное	май-июнь	15-18	Фито
Примечание: * – не размножается в условиях водоёмов северной части Беларуси; фито – виды-фитофилы, откладывающие икру на растительность.				

Анализ приведённых данных показывает, что сходными с карасём серебряным требованиями к условиям обитания и нереста характеризуются 3 вида карповых рыб, отмечаемых в оз. Марцебылинское: карп (сазан) *Cyprinus carpio*, уклейка *Alburnus alburnus* и краснопёрка *Scardinius erythrophthalmus*. Карп является высокоэффективным донором сперматозоидов для карася серебряного, однако практически не размножается в естественных условиях на большей части территории Беларуси из-за недостаточно высокой температуры воды в период нереста. Вследствие этого его участие в воспроизводстве гиногенетических популяций карася серебряного возможно лишь в отдельных водных объектах юга страны, где в тёплые годы отмечается эффективный нерест карпа, а также в водоёмах-охладителях, характеризующихся стабильно повышенной температурой воды. Таким образом, видами, потенциально способными участвовать в гиногенетическом размножении карася серебряного в оз. Марцебылинское являются лишь уклейка и краснопёрка, численность которых в данном водоёме невелика, вследствие чего амфимиктический тип воспроизводства этой популяции получает эволюционное преимущество.

Отмечаемые в популяции карася серебряного оз. Марцебылинское значения меристических признаков (таблица 2) типичны для рыб комплекса *C. auratus* s. lato и укладываются в рамки значений, приведенные П. И. Жуковым как типичные для карася серебряного в водоёмах Беларуси [9]. Следует учитывать, что наблюдаемая разница в средних значениях отдельных признаков может быть связана не только с реальными межпопуляционными различиями, но и с особенностями использованных методик и/или возрастной изменчивости отдельных признаков.

Таблица 2 – Меристические признаки карася серебряного оз. Марцебылинское

Признак	Lim		Mo	P Mo, %	M±m	σ
	Min	Max				
D	3	5	4	70,2	4,24±0,06	0,48
d	16	19	17	57,9	17,00±0,09	0,69
A	3	4	3	98,2	3,02±0,02	0,13
A	5	5	5	100,0	5,00±0,00	0,00
P	15	19	16	42,1	16,66±0,11	0,83
V	8	10	9	71,9	8,81±0,07	0,50
C	18	19	19	87,7	18,87±0,04	0,33
LL	29	32	31	36,8	31,04±0,11	0,83
LL↑	6	8	7	94,7	7,01±0,03	0,23
LL↓	6	7	6	91,2	6,08±0,04	0,29
GR	43	51	47	26,3	46,48±0,22	1,68
vert	30	32	31	64,9	30,71±0,07	0,53

Примечание: lim – пределы изменчивости признака; min – минимальное значение признака; max – максимальное значение признака; Mo – модальное значение признака; P Mo – частота встречаемости модального значения признака; M±m – среднее значение признака и его погрешность; σ – стандартное отклонение.

Наиболее полиморфным признаком в популяции карася серебряного оз. Марцебылинское является количество тычинок в первой жаберной дуге ($\mu=7,56\pm0,44$). Частоты различных вариаций данного признака различаются незначительно ($h=0,16\pm0,05$) (таблица 3). Также наблюдается значительная изменчивость количества лучей в грудных плавниках ($\mu=3,86\pm0,28$), прободённых чешуй в боковой линии ($\mu=3,40\pm0,19$) и мягких лучей в спинном плавнике ($\mu=3,21\pm0,21$). Наименее изменчивым из полиморфных признаков является число жёстких лучей в анальном плавнике ($\mu=1,26\pm0,13$). 1 признак - количество мягких лучей в анальном плавнике – является мономорфным. Выраженное доминирование одной из вариаций наблюдается у 2 признаков - количества рядов чешуй выше боковой линии (7, $h=0,44\pm0,07$), и жёстких (5, $h=0,37\pm0,06$) лучей в анальном плавнике.

Таблица 3 – Фенетические показатели изменчивости меристических признаков карася серебряного оз. Марцебылинское

Признак	D	d	A	a	P	V	C	LL	LL↑	LL↓	GR	vert
μ	2,25	3,21	1,26	1,00	3,86	2,42	1,66	3,40	1,67	1,57	7,56	2,42
Sμ	0,17	0,21	0,13	0,00	0,28	0,16	0,1	0,19	0,2	0,11	0,44	0,16
h	0,25	0,20	0,37	0,00	0,23	0,19	0,17	0,15	0,44	0,22	0,16	0,19
Sh	0,06	0,05	0,06	0,00	3,86	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05

Выводы. На сегодняшний день популяция карася серебряного оз. Марцебылинское представлена обоеполой формой, размножающейся амфимиктическим путём. Соотношение полов

в популяции составляет 1,73♀:1♂. На наш взгляд, эволюционное преимущество амфимиктического размножения карася серебряного в оз. Марцебылинское обусловлено сложившимися условия обитания, а именно – невозможностью существования гиногенетической популяции карася серебряного в условиях низкой численности потенциальных доноров сперматозоидов. При этом условия нагула и воспроизводства в экосистеме, по всей видимости, являются благоприятными для карася серебряного, на что указывает численное преобладание самок. Наблюдаемые значения меристических признаков типичны для рыб комплекса *C. auratus s. lato*.

Список литературы

- 1 Полетаев, А. С. Эффективность зарыбления некоторых водоёмов Беларуси карасём серебряным / А. С. Полетаев // Актуальные проблемы экологии [Электронный ресурс] : сб. науч. ст. по материалам XII Междунар. науч. -практ. конф., Гродно, 4–6 окт. 2017 г.). – Гродно : ЮрСаПринт, 2017. – С. 72–74.
- 2 Рыбоводно-биологическое обоснование ведения рыболовного хозяйства в рыболовных угодьях озера Марцебылинское Глубокского района Витебской области. – 2008. – 18 с.
- 3 Климат и вода // Природа Беларуси : в 3 т. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2010. – 504 с. – 2 т.
- 4 Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – Изд. 4-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : Пищевая промышленность, 1966. – 267 с.
- 5 Яблоков, А. В. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций : учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Яблоков, Н. И. Ларина. – Москва : Высшая школа, 1985. – 159 с.
- 6 Яблоков, А. В. Популяционная биология : учеб. пособие для биол. спец. вузов / А. В. Яблоков. – Москва : Высшая школа, 1987. – 303 с.
- 7 Induction of Gynogenesis and Androgenesis in Goldfish *Carassius auratus* (var. *oranda*) / I. Paschos [et al.] // *Reprod. Domest. Anim.* – 2001. – Vol. 36, №. 3-4. – P. 195-198.
- 8 Жуков, П. И. Справочник по экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1988. – 310 с.
- 9 Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965.

A. S. Poletaev

BIOLOGICAL TRAITS OF THE MARTSEBYLINSKOE LAKE (BELARUS) GOLDFISH

*Scientific and practical center for bioresources of NAS of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
viroxylan@gmail.com*

*Abstract. The occurrence of bisexual amphimictic goldfish (*Carassius auratus s. lato*) population in the Martsebylinskoe lake (Belarus) have been shown. The sex ratio in the population is 1,73♀:1♂. The causes of amphimictic goldfish reproduction evolutionary benefit in the Martsebylinskoe lake have been shown. The ranges of meristic diversity peculiar to the population and their phenetic variability indexes have been determined and appeared to be typical for *C. auratus s. lato* complex.*

Keywords: ichthyology, goldfish, reproduction, sexual structure, meristics, phenetics.

И. Н. СЕЛИВОНЧИК

ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА БЕЛОЕ (МЯДЕЛЬСКИЙ РАЙОН, БЕЛАРУСЬ)

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
Selivonchuk@bsu.by

Приведены данные по видовому составу, численности и биомассе зоопланктона озера Белое в 2014 – 2015 гг. Проанализирована сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона, где отмечено наличие трех максимумов в 2014 г.: май, июль – август и октябрь и двух максимумов в 2015 г.: май и август – сентябрь.

Ключевые слова: зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, сезонная динамика, озеро Белое.

Озеро Белое (Бледное, Блядо) расположено в Минской области Мядельском районе на территории Национального парка «Нарочанский», площадь водного зеркала 1,95 км². Озеро принадлежит бассейну реки Неман, бессточное, полимиктическое, питается за счет грунтовых вод [1, 4]. Озеро Белое – один из немногих крупных водоемов НП «Нарочанский» абсолютно незатронутый проблемой шистосомного церкариоза, обладает высокими эстетическими и экологическими характеристиками. Водосборная территория постоянно испытывает существенную антропогенную нагрузку, которая в последние годы возрастает. Постоянное увеличение рекреационной нагрузки на это уникальное озеро может привести к заметному изменению процессов функционирования экосистемы озера и, как следствие, к изменению его трофического статуса и рекреационной привлекательности. Исследования на озере остаются актуальными.

Зоопланктон является одним из важных компонентов для биологического анализа состояния водной экосистемы. Зоопланктонные сообщества, даже при непродолжительных исследованиях, позволяют охарактеризовать текущее состояние водного объекта. Многолетние и многократные в течение года наблюдения за гидробионтами имеют особую ценность и интерес при гидробиологических исследованиях.

Материалом для исследования послужили пробы, отобранные на протяжении вегетационного сезона в озере Белое в период с 2014 по 2015 гг.

Отбор и обработку проб зоопланктона проводили общепринятыми в гидробиологии методами [8], подробно методика описана в [2]. Идентификацию водных беспозвоночных проводили с использованием определителей: коловраток – по [5], ветвистоусых ракообразных – по [6], веслоногих – по [3] и [7].

За период исследования в озере Белое обнаружено 30 видов зоопланктона, среди которых 9 видов коловраток, 16 видов ветвистоусых и 5 видов веслоногих ракообразных. В весенний период в составе зоопланктона преобладали из коловраток представители р. *Keratella* (*K. cochlearis* (Gosse, 1851), *K. quadrata* (O. F. Müller, 1786)), *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879), в небольшом количестве был отмечен редкий для Беларуси вид *Holopedium gibberum* (Zaddach, 1855), из ветвистоусых преобладали *Bosmina longispina* (Leydig, 1860) и *B. longirostris* (O. F. Müller, 1785), из веслоногих ракообразных доминировал *Eudiaptomus graciloides* (Lilljebord, 1888). В летний период из коловраток встречалась *K. cochlearis*, из ветвистоусых ракообразных в небольшом количестве были отмечены *Alonella nana* (Baird, 1850), *Bosmina coregoni* (Baird, 1857), *B. longirostris*, *Bythotrephes longimanus* (Leydig, 1860) (август, 2015 г.), *Chydorus sphaericus* (Müller, 1785), *Daphnia cucullata* (Sars, 1862), *D. longispina* (O. F. Müller, 1785), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848), *Sida crystallina* (O. F. Müller, 1776), из веслоногих

ракообразных в видовом составе преобладали *E. graciloides* и *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857). В осенний период численность создавали ветвистоусые ракообразные (*B. coregoni*, *B. crassicornis* (P. E. Müller, 1867), *B. longirostris*, *B. longispina*) и веслоногие ракообразные (*E. graciloides*).

На протяжении вегетационного сезона 2014 г. в озере Белое наблюдалась постепенная смена доминантов. В сезонной динамике численности и биомассы зоопланктона отмечены три пика (весенний, летний и осенний). Максимальная численность была отмечена в мае (396,0 тыс. экз. /м³), главным образом, за счет массового развития коловратки *K. cochlearis* (282 тыс. экз. /м³). В июле численность зоопланктона составила 218,0 тыс. экз. /м³, ее создавали веслоногие ракообразные (*E. graciloides*, *M. leuckarti*, *Heterocope* Sars, 1863 sp. и веслоногие ракообразные на ранних стадиях развития). В осенний период на смену веслоногим ракообразным пришли ветвистоусые ракообразные, в октябре численность зоопланктона составила 254,0 тыс. экз. /м³, за счет развития представителей рода *Bosmina* (*B. longirostris*, *B. longispina*, *B. crassicornis*). Высокие значения биомассы отмечались в июле – августе (3,7–4,1 г/м³), за счет веслоногих ракообразных, и в октябре (4,4 г/м³) при массовом развитии ветвистоусых ракообразных.

В 2015 г. в развитии зоопланктона отмечались два максимума, которые приходились на начало (май) и конец вегетационного сезона (август – сентябрь). В мае наблюдалось массовое развитие коловраток, а именно *Kellicottia longispina* (208 тыс. экз. /м³) и представителей р. *Keratella* (307 тыс. экз. /м³), общая численность в мае составила 631 тыс. экз. /м³, биомасса – 2,2 г/м³. В августе – сентябре лидирующее положение заняли веслоногие и ветвистоусые ракообразные, за счет которых биомасса значительно возросла и составила 5,4–6,8 г/м³.

В оз. Белое среднесезонная численность зоопланктона в 2014 – 2015 гг. варьировала от 169,14 до 223,17 тыс. экз. /м³, биомасса – от 2,4 до 3,5 г/м³.

Таким образом, можно сделать заключение, что всего за период исследований в озере было зафиксировано 30 видов представителей зоопланктона. Сезонная динамика развития зоопланктона на протяжении вегетационного сезона 2014 г. характеризовалась наличием трех максимумов: в весенний период – при массовом развитии коловраток, в летний – веслоногих ракообразных, в осенний – ветвистоусых ракообразных. В 2015 г. в развитии зоопланктона отмечались два максимума, которые приходились на начало (май) и конец вегетационного сезона (август – сентябрь). Среднесезонная численность зоопланктона в 2014 – 2015 гг. варьировала от 169,14 до 223,17 тыс. экз. /м³, биомасса – от 2,4 до 3,5 г/м³.

Список литературы

- 1 Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў / Г. С. Жукоўская [і інш.]. – Мінск : БелЭн, 2007. – 480 с.
- 2 Бюллетень экологического состояния озер Нарочь, Мясстро, Баторино (2014 год) / Т. В. Жукова [и др.]; под общ. ред. д-ра биол. наук Т. М. Михеевой. – Минск : БГУ, 2015. – 111 с.
- 3 Вежновец, В. В. Ракообразные (Cladocera, Soropoda) в водных экосистемах Беларуси: Каталог. Определительные таблицы / В. В. Вежновец. – Минск : Бел. наука, 2005. – 150 с.
- 4 Водные ресурсы Национального парка «Нарочанский»: справочник / А. Г. Аронов [и др.]; под общей редакцией В. С. Люштыка, д-ра биол. наук Т. В. Жуковой. – 2-е изд. – Минск : РИФТУР ПРИНТ, 2018. – 128 с.
- 5 Кутикова, Л. А. Коловратки фауны СССР / Л. А. Кутикова. – Л. : Наука, 1970. – 744 с.
- 6 Мануйлова, Е. Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР / Е. Ф. Мануйлова. – Л. : Наука, 1964. – 328 с.
- 7 Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 510 с.
8. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.

I. N. Selivonchyk

ZOOPLANKTON IN THE BELOYE LAKE (MYADEL DISTRICT, BELARUS)

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
Selivonchyk@bsu.by*

Abstract. The article presents data on the species composition, abundance and biomass of zooplankton in Lake Beloye in 2014 – 2015. The seasonal dynamics of the abundance and biomass of zooplankton for two years is analyzed. In the seasonal dynamics of abundance and biomass, the presence of three maxima has been noted in 2014: May, July – August and October and two maxima has been noted in 2015: May and August – September.

Key words: zooplankton, species composition, abundance, biomass, seasonal dynamics, Beloye Lake.

УДК 631. 41 + 631. 46

Е. А. ХАЙРУЛИНА¹, А. Ю. МАКСИМОВ², Н. В. МИТРАКОВА¹, П. Ю. МАЛЬЦЕВА¹

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ГАЛОГЕНЕЗА

¹*Естественнаучный институт
Пермского государственного национального исследовательского университета,
г. Пермь, Российская Федерация,
elenakhay@gmail.com, mitrakovanatalya@mail.ru, inbox. 98@bk.ru*

²*Институт экологии и генетики микроорганизмов
Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН,
г. Пермь, Российская Федерация,
almaks1@mail.ru*

В результате деятельности предприятий по добыче калийно-магниевых солей активируются процессы техногенного галогенеза, что приводит к изменению микробиологического разнообразия и химических свойств почв пойменных ландшафтов. Для солончака вторичного характерно сильное засоление и бактерии, обитающие в морских и высокоминерализованных средах.

Ключевые слова: галогенез, засоление почв, солончак вторичный, сульфидогенез, микроорганизмы.

Введение. Разработка полезных ископаемых приводит к нарушению почвенного покрова, что выражается в загрязнении, засолении, механическом нарушении и изменении физических свойств почв [9]. Под воздействием этих факторов изменяются физико-химические и химические процессы, протекающие в почвах техногенных территорий. Микроорганизмы обитают почти везде, включая экстремальные условия, где могут существовать лишь немногие формы жизни. Микроорганизмы активно участвуют в почвообразовательных процессах, в выветривании и преобразовании минералов. Геохимия экстремальных условий играет важную роль в формировании микробных сообществ.

Результатом деятельности предприятий по добыче калийных солей в Пермском крае является повышение уровня грунтовых вод вследствие подработки шахтного пространства и засоление подземных и поверхностных вод из-за влияния фильтрационных вод шламохранилищ и солеотвалов. Это приводит к заболачиванию территорий и образованию ареалов засоленных почв, приуроченных к поймам малых рек. Поступление фильтрационных вод в окружающую

среду приводит к повышению содержания в почвах и грунтовых водах хлоридов калия и натрия, сульфатов натрия, калия и кальция. В результате образуются аллювиальные засоленные почвы и вторичные солончаки. Солончаки вторичные образуются в супераквальных ландшафтах с близким залеганием грунтовых вод в условиях анаэробно-биогенных процессов, галогенеза и сульфидогенеза.

В условиях поступления обогащённых сульфатами техногенных вод усиливаются процессы сульфидогенеза. При взаимодействии сульфидов с углекислотой, выделяющейся при разложении органических остатков, образуются углекислые соли и сероводород.

Процессы галогенеза являются определяющими в формировании бактериальных сообществ ризосферы растений, произрастающих в зоне влияния отходов калийной промышленности [10]. На техногенно-засоленных почвах преобладают галофильные бактерии семейства Halomonadaceae и галотолерантные бактерии классов Actinobacteria и Bacilli.

Материалы и методы. Исследованы свойства засоленных пойменных почв долины р. Ленва у станции перекачки шламохранилища на одном из рудоуправлений Верхнекамского месторождения калийных солей в Пермском крае. В нескольких метрах от места исследования разгружаются два родника с хлоридно-натриевым составом с минерализацией более 20 г/л. Минерализация вод р. Лёнва на территории исследования (ниже 1 км от шламохранилища) составляет в среднем 13,9 г/л.

В местах выхода на поверхность подземных засоленных вод в виде родников и площадной разгрузки в долине р. Ленва в августе 2019 г были отобраны образцы солончака вторичного глеевого (Chloridic Gleyic Fluvisol Solonchak (Hypersalic, Loamic, Technic)). Глубина почвенного профиля не превышала 40 см вследствие высокого уровня подземных вод. Почва характеризуется наличием рыжей корки мощностью около 2 см, под ней залегает гелеобразный почти черного цвета горизонт с характерным запахом сероводорода мощностью 10–12 см с высоким содержанием слабо разложившихся растительных остатков. Ниже залегает глеевая порода сизовато-серого цвета. В качестве фоновой почвы отобрана проба аллювиальной почвы на расстоянии около 30 м от реки.

Проведено исследование химических и микробиологических свойств засоленных почв. В образцах почв определяли актуальную и обменную кислотность - потенциметрическим методом, ЕКО – по методу Бобко-Аскинази-Алешина (ГОСТ 17. 4. 4. 01-84), содержание органического вещества – спектрофотометрическим методом по ГОСТ 26213-91. Ионы в водной вытяжке определяли: HCO_3^- титриметрическим методом по ГОСТ 26424-85, Cl^- - ионы – аргентометрическим титрованием по ГОСТ 26425-85, SO_4^{2-} – турбидиметрическим методом по ГОСТ 26426-85, Ca^{2+} и Mg^{2+} - комплексонометрическим титрованием по ГОСТ 26428-85, содержание Na^+ и K^+ - методом пламенной фотометрии по ГОСТ 264247-85.

Для изучения таксономического разнообразия микрофлоры образцов засоленных почв проведен их метагеномный анализ по генам 16S рПНК на платформе MiSeq (Illumina). Препараты хромосомной ДНК бактерий получали из концентрированной почвенной вытяжки с последующим фракционированием фенольным методом, модифицированным для выделения ДНК из актиномицетов и экстракцией с помощью наборов Diatom DNA Prep 200 в соответствии с инструкцией производителя.

Результаты и обсуждения. Кислотность солончака вторичного меняется с глубиной со слабокислой до нейтральной. Наибольшая емкость катионного обмена характерна для верхнего 10-сантиметрового слоя и составляет 30–40 мг-экв/100 г, с глубиной снижается в 2–2,5 раза. Содержание органического вещества в верхнем 5-сантиметровом слое солончака вторичное очень высокое, 20–40 %, что связано с наличием неразложившихся остатков травянистых растений, глубиной 30 см показатель снижается до 3–4 %. Содержание обменного натрия варьирует от 36 до 12 ммоль/100 г, во всех пробах превышает содержание обменного магния, и обменного кальция в слое 0–10 см, что связано с поступлением хлоридно-натриевых вод на поверхность почвы из загружающихся родников.

Фоновая аллювиальная почва характеризуется нейтральной реакцией, содержание органического вещества варьирует от 2 до 4%, ЕКО 16 мг-экв/100 г, обменный кальций 12–19 ммоль/100 г, содержание обменного натрия 0,2–1,4 ммоль/100 г. Фоновая аллювиальная почва характеризуется отсутствием засоления.

В составе водной вытяжки солончака вторичного преобладают хлориды натрия и кальция (таблица 1), сумма токсичных солей свидетельствует о высокой степени засоления, в особенности верхнего слоя, обогащенного железистыми соединениями. Накопление солей обусловлено миграцией веществ с фильтрационными водами в ландшафте.

Таблица 1 – Ионный состав водной вытяжки исследованных почв

Точка отбора	№. образца	Глубина отбора, см	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Σтс*, %
			мг/100 г							
№. 1, солончак вторичный	1. 1	0-2	9,1	3940,5	1398,4	150,1	678,0	123,6	201,6	5,9
	1. 2	2-7	9,7	2680,2	848,7	85,0	458,0	100,8	249,6	3,5
	1. 3	7-14	4,8	1242,5	499,1	19,8	190,0	30,0	62,4	1,8
	1. 4	14-40	5,4	1917,0	749,8	14,8	252,0	45,6	62,4	2,7
№. 2, солончак вторичный	2. 1	0-2	14,6	11253,5	3799,6	450,0	1874,0	405,6	216,9	17,0
	2. 2	2-6	4,2	6106,0	2300,0	400,1	1000,0	150,0	484,8	9,5
	2. 3	6-9	16,4	3905,0	1375,4	505,0	546,0	87,0	230,4	5,9
	2. 4	9-25	6,7	1970,2	749,8	289,7	200,0	52,8	67,2	3,3
№. 3, аллювиальная почва	3. 1	0-11	43,3	532,5	17,4	5,8	14,2	3,0	0	<0,01
	3. 2	11-22	41,4	291,1	133,4	7,0	57,0	9,8	4,8	<0,01
	3. 3	22-40	6,1	35,5	151,8	5,0	56,0	14,7	0	<0,01

Примечание: * - сумма токсичных солей

В условиях обводненности, высокого содержания легкорастворимых солей и слаборазложившихся растительных остатков происходит формирование сероводородной обстановки, при этом с повышением содержания железа, которыми обогащены зональные почвы, формируется гидротроиллитовый горизонт, гидротроиллит – обводненный сульфид железа. Он залегает во вторичных солончаках ниже окислительного горизонта рыжего цвета, обогащенного аморфными соединениями железа. Формирование гидротроиллитового горизонта в сульфатных условиях происходит за счет деятельности микроорганизмов.

Известно, что основным фактором, оказывающим влияние на состав микробного сообщества в почвах, является соленость среды, а не температура, рН или другие физико-химические показатели [5]. В результате сравнительного метагеномного анализа было показано, что основную часть микробиоты исследованных образцов солончака вторичного составляют представители филума Proteobacteria, доминирование которых характерно для засоленных почв [7]. В образцах с точек отбора 2 и 3 с увеличением глубины увеличивается доля представителей филумов Actinobacteria и Saccharibacteria. В образце 3-3, взятом с глубины 22–40 см также появляется существенное количество 4,24 % Firmicutes, 11,26 % – Verrucomicrobia и 4,09 % – Saccharibacteria.

Определено соотношение семейств бактерий микробиоты исследуемых почв. Установлено, что в поверхностном образце с точки отбора № 1 77 % составляли альфа-протеобактерии рода Acidisoma, известные как ацидофильные и психротолерантные микроорганизмы, способные существовать в условиях с труднодоступными органическими веществами. Также в большом количестве присутствовали ацидофильные бактерии родов Acinetobacter, Acidocella и Acidophilium. Согласно [2] штаммы, принадлежащие к родам Acidocella и Acidophilium, способны катализировать восстановление железа в кислой среде. В образцах из более глубоких слоёв (1. 2 и 1. 3) преобладали анаэробные гамма-протеобактерии рода Shewanella (79 и 75 %), являющиеся морскими микроорганизмами, способными к восстановлению железа и марганца, денитрификации, а также к продукции сульфидов [8].

Во всех указанных горизонтах около 4 % от общего числа бактерий составляли представители рода Alicyclobacillus – термоацидофильные аэробные бациллы, способные к окислению железа и серы. Также бактерии Alicyclobacillus предположительно проводят окисление двухвалентного железа в гиперсоленых водных экосистемах с высокой кислотностью [6]. В горизонте, залегающем на глубине от 14 до 40 в условиях анаэробноза состав микрофлоры, кардинально менялся. Наиболее многочисленными (26,38 %) на данной глубине были бактерии рода Thiomicrospira, известные как

анаэробные облигатно хемолитотрофные бактерии, окисляющие серу и водород [3]. Также в значительном количестве (9-10%) обнаружены бактерии родов *Marinomonas* и *Idiomarina*, известные как обитатели морской среды. 7% составляли эpsilon-протеобактерии рода *Sulfurimonas*, способные к денитрификации, фиксации углекислого газа, окислению серы и водорода [3]. Представители всех основных обнаруженных родов известны способностью заселять засоленные среды или обитать в морской среде. Стоит отметить, что выявленное микробное разнообразие несколько отличается от ранее представленных данных о засоленных местообитаниях. В частности, нами не было зафиксировано присутствие галофильных гаммапротеобактерий семейства *Halomonadaceae*, обычно населяющих высокоминерализованные среды [10]. Такое различие может быть связано с кислотностью среды в условиях настоящего исследования, поскольку большинство представителей *Halomonadaceae* являются нейтрофилами и, за редким исключением, алкалофилами.

В пробах солончака вторичного в точке № 2 состав микробиоты значительно отличался от вышеописанного. Доминирующими в верхнем слое были хемогетеротрофные альфапротеобактерии рода *Sphingomonas*, представители которого часто обнаруживаются в местах антропогенного загрязнения и являются деструкторами широкого спектра токсичных соединений [4], 10,1 % составляли гаммапротеобактерии рода *Acinetobacter*, являющиеся представителями различных обводненных сред. В более глубоких слоях (от 2 до 9 см) доминирующим родом были псевдомонады – повсеместно распространенные в почвенных и водных средах бактерии, а также имеющие большое значение как патогены растений и животных. Глубже 9 см преобладали актинобактерии рода *Gaiella*, впервые выделенные в Португалии из образцов минеральной воды с высоким содержанием ионов Na^+ и Cl^- [1]. Бактерии, способные к сульфуризации и десульфуризации также встречались в существенном количестве, а именно роды *Desulfuromonas*, *Sulfurimonas*.

В верхних слоях почвы в точке отбора 3 доминирующим родом также были гаммапротеобактерии рода *Pseudomonas*, в то время как на глубине более 22 см доминировали хемогетеротрофные альфапротеобактерии *Sphingomonas*. Также в слоях 2 и 3 наблюдалось присутствие бацилл рода *Alicyclobacillus*, способных к окислению железа и серы.

Вывод. Воздействие техногенных засоленных вод на пойменные экосистемы приводит к образованию вторичных солончаков с высокой степенью засоления. При доминировании обычных для почвенной среды протеобактерий в исследованных образцах солончака вторичного значительную долю составляли бактерии, характерные для морской и других высокоминерализованных сред, ацидофильные и ацидотолерантные бактерии.

Во всех точках отбора в существенном количестве обнаружены представители разных родов железо- и сероокисляющих бактерий, что объясняет отложение соединений железа на поверхности не проточных обводненных зон долины.

Деятельность бактерий совместно с природными и техногенными факторами способствует образованию гидротроиллитового горизонта в солончаках вторичных в условиях сульфидогенеза и высокого содержания железистых минералов.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект №. 2019-0858.

Список литературы

- 1 Albuquerque, L. et al. *Gaiella occulta* gen. nov., sp. nov., a novel representative of a deep branching phylogenetic lineage within the class Actinobacteria and proposal of *Gaiellaceae* fam. nov. and *Gaiellales* ord. nov. // *Systematic and Applied Microbiology*. 2011. – Vol. 34. – P. 595–599.
- 2 Coupland, K., Johnson D. Evidence that the potential for dissimilatory ferric iron reduction is widespread among acidophilic heterotrophic bacteria // *FEMS Microbiology Letters*. 2008. – 279. – P. 30–35.
- 3 Hansen M, Perner M. A novel hydrogen oxidizer amidst the sulfur-oxidizing *Thiomicrospira* lineage // *ISME J*. 2015. – 9(3). – 696–707.

- 4 Leys, N. et al. Occurrence and phylogenetic diversity of Sphingomonas strains in soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons // Applied and environmental microbiology. 2004. – Vol. 70. – P. 1944–1955
- 5 Lozupone, C., Knight R. Global patterns in bacterial diversity // Proc Natl Acad Sci USA. 2007. – Vol. 104. – P. 11436–11440
- 6 Lu, S. et al. Extremophile microbiomes in acidic and hypersaline river sediments of Western Australia // Environmental Microbiol Rep. 2016. – Vol. 8. P. 58–67.
- 7 Ma, B., Gong J. A meta-analysis of the publicly available bacterial and archaeal sequence diversity in saline soils // World J Microbiol Biotechnol. 2013. – Vol. 29. – P. 2325–2334.
- 8 Satomi, M. The Family Shewanellaceae // In: Rosenberg E., DeLong E. F., Lory S., Stackebrandt E., Thompson F. (eds) The Prokaryotes. Springer, Berlin, Heidelberg. 2014. – P. 597–625.
- 9 Хайрулина, Е. А. Геоэкологические проблемы при разработке калийных месторождений / Е. А. Хайрулина, В. С. Хомич // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Proceedings of the Tula States University. Sciences of Earth. 2018. – №. 2. – С. 112–126.
- 10 Разнообразие бактерий, квыделенных из района разработок месторождения калийных солей Верхнекамья / О. В. Ястребова [и др.] // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2009. – Выпуск 10 (36) – С. 124–129.

E. A. Khayrulina¹, A. Yu. Maksimov², N. V. Mitrakova¹, P. Yu. Maltseva¹

MICROBIOLOGICAL DIVERSITY OF SOILS UNDER THE CONDITIONS OF TECHNOGENIC HALOGENESIS

¹*Institute of Natural Science, Perm State National Research University,
Perm, Russia,*

elenakhay@gmail.com, mitrakovanatalya@mail.ru, inbox. 98@bk.ru

²*Institute of ecology and genetics of microorganisms, RAS, Ural Branch,
Perm, Russia,*

almaks1@mail.ru

Abstract. As a result of the activities of enterprises for the extraction of potassium-magnesium salts, the processes of technogenic halogenesis are activated, which leads to a change in the microbiological diversity and chemical properties of soils in floodplain landscapes. The secondary solonchak is characterized by strong salinity and bacteria that live in marine and highly mineralized environments.

Keywords: halogenesis, soil salinity, sulfidisation process, secondary solonchak, microorganisms.

УДК 574. 472:598. 244. 2:502. 2. 05 (476)

А. В. ЧЕРНОМОРЕЦ, И. Э. САМУСЕНКО

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПТИЦ НА КРУПНОМ ПОЛИГОНЕ ОТХОДОВ ГОРОДА МИНСКА В ПЕРИОД ПОСЛЕГНЕЗДОВЫХ КОЧЕВОК И ОСЕННЕЙ МИГРАЦИИ В 2016–2021 ГОДАХ

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,

г. Минск, Республика Беларусь,

avchernomoret@mail.ru, isamusenko@gmail.com

Анализ шестилетних данных обследований территории полигона ТКО г. Минска показал значительные флуктуации численности присутствующих на территории птиц. Установлено, что значение антропогенных кормов возрастает для озерной чайки и галки, о чем свидетельствует существенный рост их численности в отдельные периоды. А использование территории полигона грачом в некоторые сезоны, наоборот, снижается.

Ключевые слова: птицы, полигоны ТКО, послегнездовые кочевки, осенняя миграция, численность, чайковые, врановые, скворцы.

Введение. Полигоны твердых коммунальных отходов (ТКО) благодаря значительным объемам пищевых ресурсов антропогенного происхождения круглогодично привлекают различные виды птиц, в том числе и на территории Беларуси [1]. По завершению гнездового сезона птицам необходимо восстановить потраченные в период размножения энергетические ресурсы, а питание на полигонах отходов в условиях сезонного уменьшения доступа и объемов естественных кормов позволяет мигрантам накопить жировые запасы для дальнейшего перелета [4] и может обеспечивать успешную зимовку ряда видов [2, 3]. Целью исследования было проанализировать динамику численности видов птиц на крупном полигоне отходов в сезоны послегнездовых кочевок и осенней миграции за шестилетний период.

Материалы и методы исследования. Материалом послужили результаты круглогодичных исследований, проводимых с 2016 по 2021 г. на полигоне ТКО «Тростенецкий», общей площадью 30,8 га, расположенном к юго-востоку от г. Минска. В настоящее время это единственный действующий полигон коммунальных и промышленных отходов, обслуживающий столицу. Для сравнительного анализа привлечены также данные регулярных учетов численности птиц на двух полигонах отходов Минска до их закрытия: «Северный» (23,4 га, закрыт с 1 октября 2017 г.) и «Прудиче» (22 га, закрыт с 1 августа 2019 г.).

В основной анализ включены данные наблюдений на полигоне «Тростенецкий» в период после завершения сезона размножения птиц и до начала устойчивой зимовки – с июля по ноябрь. Отдельно проанализированы данные межгодовой динамики численности отдельных групп и видов птиц по месяцам, а также в условные сезоны послегнездовых кочевок (июль–август) и собственно осенней миграции (сентябрь–ноябрь). Всего за шесть лет исследований в данные периоды проведено 46 учетов, которые осуществлялись, как правило, не менее раза в месяц (таблица 1). Только в одном случае (октябрь 2016 г.) учет не проводился. Если в течение месяца были проведены двух или трехкратные учеты, при анализе межгодовой динамики использовались усредненные среднемесячные значения численности.

Наблюдения на территории полигона проводились на протяжении не менее четырех часов, преимущественно с захватом периода наибольшей активности птиц в середине дня (12:00–14:00). За оценочную численность птиц принималось максимальное количество одновременно присутствующих на полигоне особей, которое определялось отдельно для каждого вида.

Результаты и обсуждение. По результатам исследования на территории полигона ТКО «Тростенецкий» в период послегнездовых кочевок и осенней миграции зарегистрированы 49 видов птиц. Наиболее многочисленными видами, регулярно использующими территорию полигона для кормления и отдыха, были представители чайковых и врановых птиц, а также обыкновенный скворец. Так, максимальные численности зарегистрированы для озерной чайки *Larus ridibundus* – 7000 ос. (ноябрь 2019 г.), галки *Corvus monedula* – 6000 ос. (ноябрь 2019 г.), обыкновенного скворца *Sturnus vulgaris* – 5000 ос. (август 2018 г.), сизой чайки *Larus canus* – 4000 ос. (август 2019 г.), грача *Corvus frugilegus* – 3500 ос. (сентябрь 2020 г.), а также серебристой чайки *Larus argentatus* и хохотуны *L. cachinnans*, которые из-за сложностей определения объединены в один комплекс больших белоголовых чаек – 3200 ос. (июль 2018 г.).

За шесть лет исследований общая численность птиц, а также отдельных групп и видов, в период послегнездовых кочевок и осенней миграции была подвержена заметным изменениям (таблица 1).

Таблица 1 – Среднее количество птиц, регистрируемых за один учет, в период послегнездовых кочевок и осенней миграции (июль–ноябрь) с 2016 по 2021 г.

Год	Кол-во учетов	Всего за сезон	Чайковые (6 видов)	Врановые (5 видов)	Обыкновенный скворец
2016	5	3063	2484	1226	122
2017	10	5621	2998	1824	765
2018	7	8423	3903	2600	1910
2019	8	9859	5495	3010	1323
2020	8	6278	3240	1982	988
2021	8	6513	3324	2226	904
Всего	46	6626	3574	2145	1002

Практически для всех доминирующих групп и видов птиц отмечен рост численности на территории исследуемого полигона ТКО с 2016 по 2018–2019 гг., т. е. после закрытия двух ранее действующих полигонов столицы. При этом значимых количественных трендов за шестилетний период как для общей численности кормящихся на полигоне птиц, так и отдельных доминирующих групп, не установлено. Очевидно, это связано с различными экологическими требованиями отдельных видов с разной биологией, изменяющимся погодными условиями в различные сезоны и другими факторами, которые невозможно было отследить за столь короткий период мониторинга. В частности, массовые виды птиц, регистрируемые на полигоне ТКО, имеют различные сроки послегнездовых кочевок и осенней миграции, требования к зимовке, кормовые предпочтения и т. п., на что также могут влиять погодные условия конкретного сезона. Так, численность крупных чаек на зимовке на территории Беларуси в последнее десятилетие значительно увеличилось, но более медленными темпами идет возрастание количества зимующих мелких чаек, более чувствительных к суровым зимним условиям и низким температурам [3]. Положительным зимним трендам численности явно способствует кормление чаек на полигонах отходов.

Анализ численности **больших белоголовых чаек**, кормящихся на полигоне ТКО «Тростенецкий» в позднелетний–осенний периоды 2016–2021 гг., показал незначительное увеличение их численности в сентябре ($p = 0,125$). Этот наметившийся тренд, подтвержденный результатами наблюдений на других участках города, позволяет предполагать смещение сроков миграции молодых особей на более поздний период. Используя полигон ТКО для кормежки в условиях дефицита естественных кормов чайки даже при похолодании могут дольше задерживаются на нашей территории и все большая часть местных гнездящихся птиц и мигрантов из более северных и северо-восточных регионов может зимовать на территории Беларуси, что подтверждается нашими наблюдениями окольцованных птиц.

Численность **сизой чайки**, максимальные количества которой на территории полигонов ТКО в Беларуси отмечаются именно в период осенней миграции, в течение анализируемого шестилетнего периода подвержена значительным флуктуациям. Лишь наметился тренд незначительного увеличения численности вида в ноябре ($p = 0,200$). Ввиду продолжающегося потепления климата, что позволяет части особей успешно зимовать у нас в последние годы, данная тенденция в дальнейшем, возможно, усилится, в том числе и благодаря кормлению на полигонах отходов.

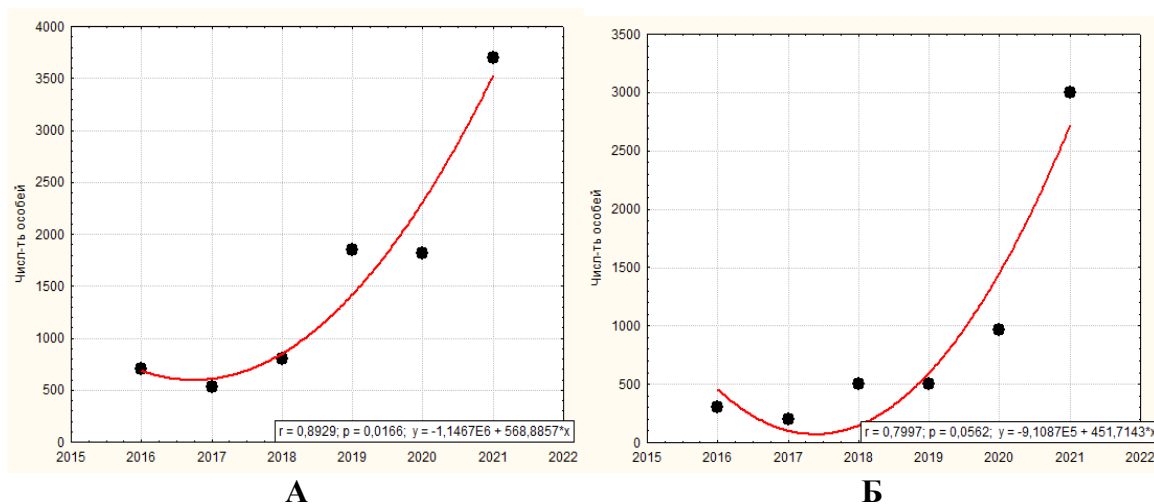


Рисунок 1 – Динамика численности озерной чайки в августе–сентябре (А) и сентябре (Б)

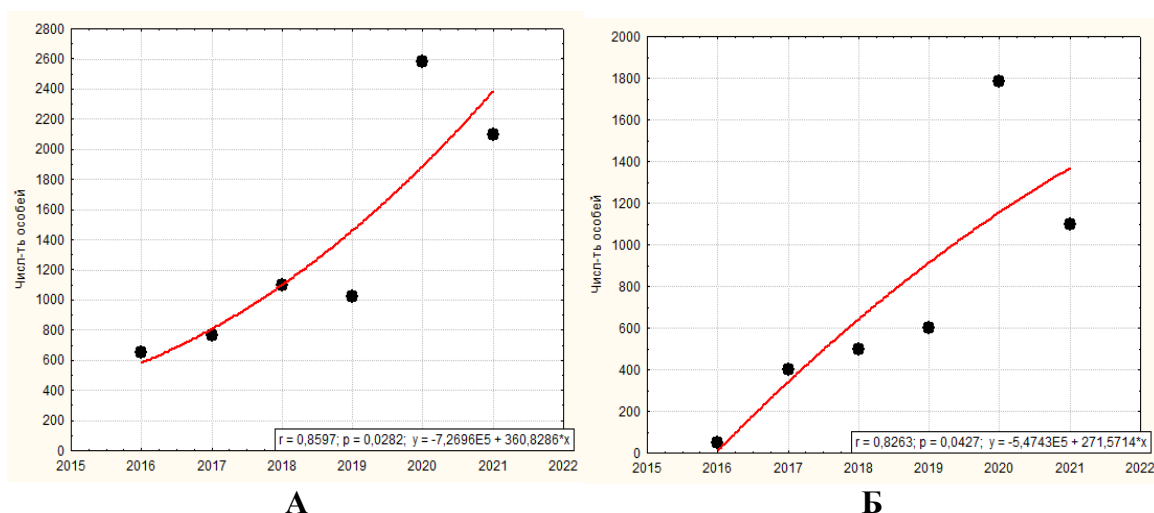


Рисунок 2 – Динамика численности галки в августе–сентябре (А) и сентябре (Б)

Для **озерной чайки** установлен рост численности в отдельные периоды послегнездовых кочевок и осенней миграции. Так, в августе–сентябре количество кормящихся на полигоне ТКО птиц значительно увеличилось с 2016 по 2021 г. ($p = 0,017$) (рисунок 1). Также некоторый рост численности наблюдается в сентябре ($p = 0,056$), что свидетельствует об усилении влияния питания на полигонах отходов на сроки миграции данного вида. В октябре–ноябре 2016–2021 гг. наблюдаются значительные флуктуации численности озерной чайки, что, очевидно, связано с различиями в погодных условиях разных лет, которые позволяют или не позволяют птицам задерживаться на нашей территории на более длительный период.

Сходная с озерной чайкой динамика численности наблюдается и для **галки**, которая также демонстрирует рост частоты использования территории полигона ТКО в период послегнездовых кочевок и начала осенней миграции: в августе–сентябре ($p = 0,028$) и в сентябре ($p = 0,043$) (рисунок 2). Подобные с озерной чайкой тенденции увеличения численности в сходные периоды показывают, что питание на полигонах отходов для галки также же имеет высокую значимость, позволяя смещать на более поздний период сроки осенней миграции и в значительном количестве зимовать, о чем свидетельствует доминирование галок на полигоне в зимний период [3]. Значительные флуктуации численности на полигоне в октябре–ноябре показывают, что галки в позднелесенние месяцы могут при определенных условиях переключаться на питание другими видами кормов.

Анализ динамики численности **грача** в изученные сезоны 2016–2021 гг., наоборот, показал снижение количества присутствующих на полигоне ТКО птиц в периоды послегнездовых кочевок и начала осенней миграции: в июле–августе ($p = 0,006$) и частично – в июле ($p = 0,059$) (рисунок 3). Мы предполагаем, что данный негативный тренд можно объяснить меньшей зависимостью грача от питания на полигонах ТКО. Наши наблюдения подтверждают, что большинство грачей в этот период может успешно кормиться теми же антропогенными кормами в населенных пунктах либо питаться природными кормами в естественных биотопах, например, во время сбора урожая на полях, когда пищевые ресурсы на них становятся доступнее. В сентябре и октябре, когда естественных кормов в окружающих биотопах становится меньше, численность грачей на полигоне несколько увеличивается, но уже в ноябре она снова падает ввиду отлета большинства птиц на зимовку в более теплые регионы.

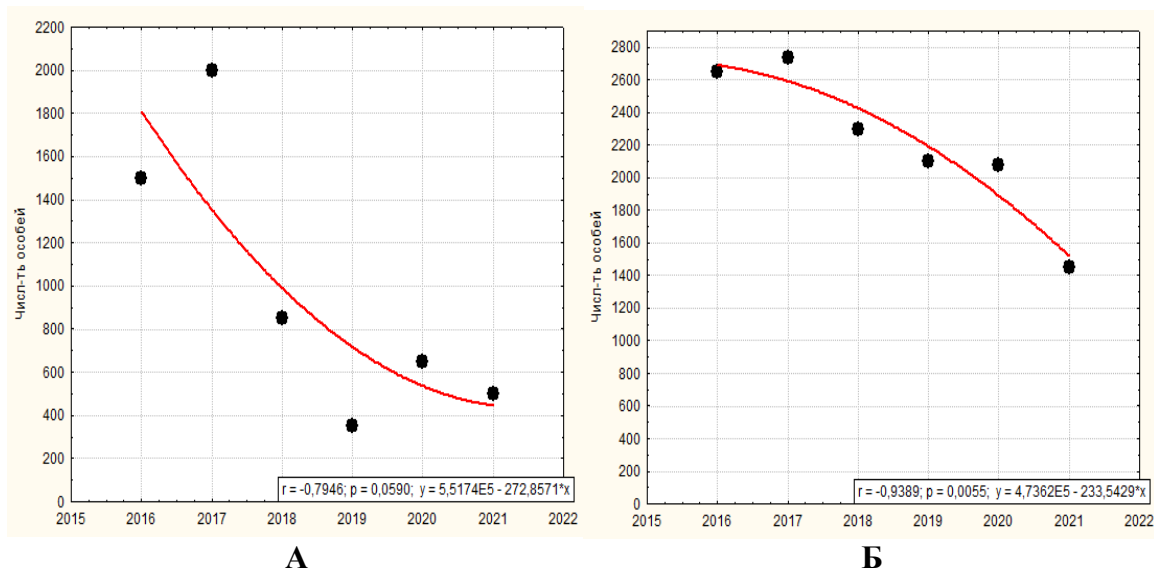


Рисунок 3 – Динамика численности грача в июле (А) и июле–августе (Б)

Анализ численности еще одного массового вида птиц на полигоне ТКО «Тростенецкий» – **обыкновенного скворца**, не показал устойчивых тенденций. В июле молодые особи начинают послегнездовые кочевки, но на полигонах отходов массово не задерживаются. В августе, когда на полях активно идет сбор урожая, скворцы в основном кормятся в естественных биотопах. В осенние месяцы хоть и наблюдается некоторый рост их численности на полигоне ТКО, значимых изменений пока не зафиксировано ($p = 0,085$ и более в отдельные месяцы), хотя в последние годы численность скворцов на зимовке явно увеличивается, в том числе и благодаря кормежке и отдыху на свалках.

Заключение. В ходе исследований с 2016 по 2021 г. установлены видовой состав и динамика численности наиболее массовых видов птиц, регулярно посещающих полигон ТКО г. Минска «Тростенецкий» в период послегнездовых кочевок и осенней миграции (июль–ноябрь). Выяснено, что в целом за шесть лет исследований общая численность посетителей свалки, отдельных групп и видов птиц подвержена значительным флуктуациям. При этом значение питания антропогенными кормами на полигоне ТКО значительно возрастает для озерной чайки и галки, о чем свидетельствует существенный рост их численности в отдельные периоды послегнездовых кочевок и осенней миграции. Для грачей, которые успешно могут переключаться на другие виды кормов, использование территории полигона ТКО в некоторые периоды исследований, наоборот, снижается. Для обыкновенного скворца, серебристой чайки и хохотуны наметились определенные позитивные изменения численности в отдельные месяцы, но результаты шестилетнего мониторинга пока не позволяют судить об устойчивых трендах.

В 2018–2020 гг. исследования поддержаны БРФФИ (проект №. Б18-057).

Список литературы

- 1 Некоторые результаты и перспективы изучения населения птиц полигонов отходов – территорий повышенного экологического риска / И. Э. Самусенко [и др.]. // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : мат. I Междунар. науч. -практ. конф., Минск, 15-18 октября 2018 г. / редкол. А. В. Кулак [и др.]. – Минск : ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», 2018. – С. 333–343.
- 2 Хохлов, Н. А. Значение свалочных комплексов Северного Кавказа для зимующих птиц / Н. А. Хохлов // Русский орнитологический журнал. – 2019. – Т. 28. – Вып. 1831. – С. 4690–4694.
- 3 Черноморец, А. В. Сравнительная характеристика орнитокомплексов полигонов ТКО Минской области в зимний период / А. В. Черноморец, А. С. Пышко, И. Э. Самусенко // Зоологические чтения: сб. науч. ст., посвящ. 130-лет. д-ра биол. наук, проф. Анатолия Владимировича Федюшина / редкол. : О. В. Янчуревич (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2021. – С. 228–231.
- 4 Steigerwald E. C., Igual J. -M., Payo-Payo A., Tavecchia G. Effects of decreased anthropogenic food availability on an opportunistic gull: evidence for a size-mediated response in breeding females // Ibis. – 2015. – 10 p.

A. V. Chernomorets, I. E. Samusenko

DYNAMICS OF THE NUMBERS OF BIRDS AT THE LARGE RUBBISH DUMP OF THE CITY OF MINSK DURING THE PERIOD OF POST-BREEDING MOVEMENTS AND AUTUMN MIGRATION IN 2016–2021

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources,
Minsk, Republic of Belarus,
avchernomorets@mail.ru, isamusenko@gmail.com*

Abstract. Analysis of six-year survey data on the territory of the rubbish dump of the city of Minsk showed significant fluctuations in the number of birds present on the territory. It has been established that the importance of anthropogenic food increases for Black-Headed Gulls and Jackdaws, as evidenced by a significant increase in their numbers in certain periods. And the use of the rubbish dump by Rooks in some seasons, on the contrary, is reduced.

Keywords: birds, rubbish dumps, post-breeding movements, autumn migration, numbers, Gulls, Corvids, Starlings.

УДК 581. 524 (476)

Е. А. ЧИКУНОВА, П. Р. ГЕРАСИМОВ

ИНВАЗИВНЫЕ РАСТЕНИЯ В ГОРОДАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
alsokol@tut.by*

*В статье описывается распространение инвазивных растений в райцентрах Гомельской области на примере Мозыря и Светлогорска. Установлен видовой состав инвазивных видов различных местообитаний. Впервые для этих городов отмечено произрастание *Ambrosia artemisiifolia* L. Также наблюдается распространение относительно нового для региона инвазивного вида *Reynoutria japonica* Houtt.*

Ключевые слова: инвазивные виды, Гомельская область, Ambrosia artemisiifolia, Reynoutria japonica, Мозырь, Светлогорск, Чёрная книга.

Распространение инвазивных видов растений является одной из актуальных экологических проблем Беларуси и Гомельской области, требующей серьёзных мер по минимизации её последствий. Это требует обследования населённых пунктов, природных экосистем, сельскохозяйственных угодий области для составления подробного описания процесса внедрения на её территорию растительных инвазий. Проблеме распространения инвазивных видов в регионе изучается рядом авторов [1–7 и др.].

В настоящее время практически отсутствуют сведения о распространении инвазивных видов на территории районных центров.

Целью работы было выявить видовой состав и особенности распространения инвазивных видов в городах Светлогорске (население 67 тыс. чел.) и Мозыре (105 тыс. чел.).

Исследования проводились в июле 2021 г. маршрутным методом. В Светлогорске изучены разнообразные местообитания (районы многоэтажной и усадебной застройки, набережная, пойма Березины, лесопосадки, лесопарки, железнодорожная насыпь, обочины дорог, луга, промзона. В Мозыре обследованы центр города, территории жилых микрорайонов, пригородный сельский населённый пункт (дер. Преньки), заказник «Мозырские овраги», территории, прилегающие к Мозырскому нефтеперерабатывающему заводу.

На территории Светлогорска повсеместно распространены *Conyza canadensis* (L.) Cronqist, *Stenactis annua* (L.) Cass., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., причём два последних в некоторых случаях образуют заросли; главным образом в жилых микрорайонах с многоэтажной застройкой – *Xanthoxalis fontana* (Bunge) Holub и *Galinsoga parviflora* Cav.; в лесопарках, парках и в меньшей степени в районах жилой застройки – *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. В пойме реки Березины обнаружены *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A. Gray, *Amaranthus retroflexus* L.

В жилых районах (многоэтажной и усадебной застройки), на пустырях, песчаных почвах – *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Oenothera biennis* L. В районе посёлок Нефтяников (частная застройка) отмечены *Hippophae rhamnoides* L., *Reynoutria japonica* Houtt., вблизи железной дороги – *Ambrosia artemisiifolia* L. (ранее на территории района не отмечавшаяся), на лугу – *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt., в промышленной зоне – *Solidago canadensis* L.

Таким образом, в г. Светлогорске обнаружено 17 видов инвазивных растений, или 33 % видов, занесённых в «Чёрную книгу флоры Беларуси». Сравнивая наши материалы с результатами предыдущих исследований, можно сделать вывод об увеличении разнообразия инвазивных видов на территории города. Большинство ранее не отмечавшихся видов имели незначительное обилие или встречались единично, что говорит о начальной стадии их распространения.

Parthenocissus quinquefolia, *Hippophae rhamnoides*, *Reynoutria japonica* проникают в природные местообитания из районов усадебной застройки, где культивируются, *Ambrosia artemisiifolia* – по железной дороге.

Особенностью Мозыря является очень широкое распространения инвазивных видов деревьев *Acer negundo* и *Robinia pseudoacacia* во всех местообитаниях. Первый часто образует монодоминантные леса с активно распространяющимся подростом, второй – густой подлесок под пологом сосновых лесов, в том числе в заказнике. Также широко распространена практика культивирования *Solidago canadensis*, *Reynoutria japonica*. Последний обнаружен на территории Мозырского замка, детской художественной школы, частной застройки в дер. Преньки. Во всех случаях отмечено интенсивное распространение молодых побегов.

Reynoutria japonica (рейнутрия японская) (рисунок 1) – кустарник из семейства Polygonaceae, включён в международный список самых опасных инвазивных видов. Может расти непроходимыми зарослями, похожими на бамбуковые, достигая несколько метров в высоту. Этот вид менее известен в нашей стране в качестве инвазивного вида, чем другие, так как в настоящее время находится на начальном этапе экспансии в основном в антропогенно преобразованные местообитания Беларуси.

Поэтому борьба с ней является одной из наиболее актуальных задач в данной сфере. Она может расти на самых разных субстратах, способна подавлять и замещать другие виды растений, быстро распространяться. Способна наносить существенный вред, в том числе биоразнообразию [7].



Рисунок 1 – Рейнутрия японская [8]

Из других видов вдоль железной дороги произрастают *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen., *Oenothera biennis*, *Anisantha tectorum*, *Stenactis annua* (L.) Cass., *Conyza canadensis*; на территории деревни Преньки – *Oenothera biennis*, *Stenactis annua*, *Conyza canadensis*, *Xanthoxalis fontana*, *Galinsoga parviflora*, *Impatiens parviflora* DC., в пойме Припяти – *Amaranthus retroflexus*, *Solidago canadensis*. На территории старой части города отмечена *Impatiens glandulifera* Royle, в заказнике «Мозырские овраги» и на территории города – *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim в небольшом количестве.

Единственный экземпляр *Ambrosia artemisiifolia* был обнаружен на обочине дороги около Мозырского НПЗ. Также в районе завода произрастают *Conyza canadensis*, *Oenothera biennis*, *Parthenocissus quinquefolia*.

Результаты исследований позволяют сделать заключение о наличии устойчивой тенденции увеличения видового состава и распространения инвазивных видов растений в городах Гомельской области.

Список литературы

1 Гусев, А. П. Ландшафтно-экологический анализ распространения чужеродных видов-трансформеров в природно-антропогенных ландшафтах (юго-восток Беларуси) / А. П. Гусев // Российский журнал прикладной экологии. – 2017. – №. 2. – С. 48–51.

2 Гусев, А. П. Чужеродные виды растений в островных лесах природно-антропогенных ландшафтов юго-востока Беларуси / А. П. Гусев, А. С. Соколов // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2021. – №. 3 (112). – С. 21–28.

3 Гусев, А. П. Вторжение чужеродной лианы *Parthenocissus quinquefolia* в лесные фитоценозы юго-востока Белоруссии / А. П. Гусев, А. С. Соколов // Экосистемы. – Вып. 25. – 2021. – С. 92–97.

4 Гусев, А. П. Ингибирование процессов восстановительной сукцессии на вырубках под влиянием внедрения в сообщество лианы *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. / А. П. Гусев,

А. С. Соколов // Геоботанические исследования естественных экосистем: проблемы и пути их решения» : междунар. науч. -практ. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения известного белорусского геоботаника Сапегина Л. М. (Гомель, 26 ноября 2020 года) : сборник материалов / Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины; редкол. : Н. М. Дайнеко (гл. ред.) [и др.]. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – С. 94–97.

5 Семенченко, В. П. Инвазивные виды на территории Республики Беларусь: результаты исследований и перспективы / В. П. Семенченко // Национальный координационный центр по вопросам доступа к генетическим ресурсам и совместного использования выгод. – Минск, 2019. – URL: <https://abs.igc.by/wp-content/uploads/2019/11/Prezentacija-V.-Semenchenko-jaz.-russkij.pdf>. – Дата доступа: 24. 05. 2020.

6 Чёрная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 407 с.

7 Растения–агрессоры: инвазионные виды на территории Беларуси / Д. В. Дубовик [и др.]. – Минск : Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2020. – 192 с.

8 Чёрная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю. К. Виноградова [и др.]. – М. : ГЕОС, 2010. – 512 с.

Ye. A. Chikunova, P. R. Gerasimov

INVASIVE PLANTS IN THE CITIES OF GOMEL OBLAST

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
alsokol@tut.by*

*The article describes the distribution of invasive plants in the regional centers of the Gomel region on the example of Mozyr and Svetlogorsk. The species composition of invasive species in various habitats has been established. For the first time, the growth of *Ambrosia artemisiifolia* L. was noted for these cities. The distribution of a relatively new for the region invasive species *Reynoutria japonica* Houtt is also observed.*

*Keywords: invasive species, Gomel region, *Ambrosia artemisiifolia*, *Reynoutria japonica*, Mozyr, Svetlogorsk, Black Book.*

УДК 811. 161. 3 (476. 13)

I. M. ШАРУХА, А. Я. ЯРОТАЎ

АСАБЛІВАСЦІ ГІДРАНІМІ ГОМЕЛЬСКОЙ ВОБЛАСЦІ

*Еўрапейскі гуманітарны ўніверсітэт,
г. Вільнюс, Літва,
sharukhgeo@rambler.ru
Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт,
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь,
yarotaubgo@gmail.com*

На основе кадастра гидронимов Гомельской области (1209 названий), в статье анализируются гидронимы региона. Выявлена принадлежность гидронимов к 9 языковым группам. 1177 гидронимов области отнесены к одной из выделенных групп. 47 гидронимов спорны по отнесению к той или иной группе.

Ключевые слова: гидронимы, потамонимы, лимнонимы, гелонимы, топонимия, Гомельская область, группировки по языковой принадлежности, доиндоевропейцы, финно-угры, индо-иранцы, кельты, германцы, балты, славяне.

Уводзіны. Найбольш складаным накірункам тапанімічных даследванняў з’яўляецца этымалогія, сутнасць якога заключаецца ў вызначэнні асаблівасцяў жыцця чалавека, які пражывае падчас узнікнення канкрэтнага тапоніму. Вызначыўшы яе, можна прасачыць заканамернасць у выкарыстанні падобнага прынцыпу фармавання словазлучэнняў, якія ўжываюцца для ідэнтыфікацыі геаграфічнага аб’екта.

Тапонімы ілюструюць развіццё і светапогляд людзей асобнага пакалення пры якім ўзнікла тая ці іншая геаграфічная назва. Геаграфічныя назвы ўзнікаюць у адпаведнасць са ступенню развітасці людзей, іх ладам жыцця і звыклай сацыяльнай абстаноўкай.

Самай складанай задачай сучаснай тапанімікі з’яўляецца вызначэнне значэнняў гідронімаў. Таму падобнае даследаванне для нас з’яўляецца найцікавейшым заняткам.

Празрыстую этымалогію маюць толькі гідронімы (назвы каналаў, вадасховішчаў, старарэччаў, некаторых азёр, сажалак, балот), назвы якіх паходзяць ад населеных пунктаў, вядомых апелятываў.

Устанаўленне этымалогіі гідронімаў, як найбольш старажытнай групы тапонімаў, садзейнічае ўдакладненню пытанняў гісторыі засялення, авалодання насельніцтвам культурных ландшафтаў рэгіёну.

Матэрылы і метады даследавання. Вывучэнне, аналіз беларускіх гідронімаў пачалося ў кан. XIX-пач. XX ст. Вядомыя спробы тлумачэння гідронімаў А. Сапунова (1893), П. Сямёнава (1863-1885), Ю. Трусмана (1897), аўтараў *Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich*. Т. I-XV (1880-1902), А. Смоліча (1919). Сістэмнае вывучэнне гідраніміі пачалося ў XX ст. і звязана з імёнамі даследчыкаў В. Жучкевіча (заснавальнік сучаснай геатапанімікі), А. Кагонай, В. Лемцоговай, І. Яшкіна. Шэраг беларускіх гідронімаў аналізуецца ў працах даследчыкаў Р. Агеевай (1985), Л. Неўскай (1977), А. Паспелава (1970-2002), J. Rozwadowski (1948), A. Vanagas (1981, 1983). З канца 1980-х гг. актыўна займаліся асобнымі пытаннямі гідраніміі І. Ласкоў (1993, 1996), У. Шчур (1993), У. Юрэвіч (1992), Г. Рылюк (1997), Р. Казлова (2000-2006), В. Ісаенка, А. Манакаў (2003-2009), І. Пракаповіч (2000-2013), Р. Аўчыннікава (2015), С. Шахоўская (2014), А. Рогалеў (1980-я-2020-я), І. Шаруха, А. Яротаў (2003-2019).

У даследванні выкарыстаны комплекс метадаў: літаратурны, параўнаўчы, аналізу, гістарычныя, геаграфічныя, картаграфічныя, лінгвістычныя (этымалагічны, фармантны).

Вынікі даследвання. На падставе складзенага ў 1990-я-2022 гг. кадастра гідронімаў Гомельскай вобласці (1209 назваў), аналізуюцца гідронімы рэгіёну. Выдзелена дзевяць моўных груп (з улікам груповак, прынятых на карце гідронімаў Вялікага гістарычнага атласа Беларусі ў 3-х тамах [2]): 1) найстаражытныя агульнаіндаеўрапейскія або праіндаеўрапейскія, або даіндаеўрапейскія (інда-ўральскія) гідронімы; 2) фіна-ўгорскія; 3) інда-іранскія (індаеўрапейскія); 4) старажытнаеўрапейскія; 5) кельцкія; 6) германскія; 7) балцкія; 8) славянскія; 9) цюркскія гідронімы. У кожнай групе, акрамя цюркскай, дзве падгрупы: А) пацверджаныя (пацверджана прыналежнасць да групы значным лікам літаратурных і картаграфічных крыніц), такіх 1177; Б) спрэчныя (высокая верагоднасць прыналежнасці да групы, але не выключаны і іншыя варыянты, 2-3 іх паходжаньня) – 47. Табліца дае ўяўленне аб размеркаванні гідронімаў Гомельскай вобласці па моўных групах і падгрупах.

Табліца – Групоўкі гідронімаў па моўнай прыналежнасці

Групоўкі гідронімаў	А. Падцвярджаемыя	Б. Вялікая верагоднасць прыналежнасці да групы
1	2	3
1. Найстаражытнейшыя агульнаіндаеўрапейскія або праіндаеўрапейскія, або даіндаеўрапейскія	6. (0,50%)	2
2. Фіна-ўгорскія	11 (0,93%)	2

Канчаток табліцы

1	2	3
3. Інда-іранскія (інда-еўрапейскія)	56 (4,76%)	6
4. Старажытнаеўрапейскія	228 (19,37%)	11
5. Кельцкія	4 (0,34%)	3
6. Германскія	35. (2,97%)	6
7. Балцкія	17 (1,44%)	5
8. Славянскія і асіміляваныя славянамі	819 (69,58%)	12
9. Цюркскія	1 (0,08%)	-
Усяго 1209	1177 (100 %)	47

Сучаснае насельніцтва краіны (на працягу свайго генезісу неаднаразова мяняла энда-і экзаэтнонімы), на думку Л. Лойкі (1997), – аўтахтоны, нашчадкі мясцовага старажытнага насельніцтва [1, с. 11–12], г. азн., мясцовы генафонд стаў складвацца 25-30 тыс. гадоў назад. Па дадзеных генагеаграфіі А. Мікуліча [4] сучаснае насельніцтва жыве, паводле «генетычнага гадзінніка», 130-140 генерацый-пакаленняў, а ўся тэрыторыя краіны заселена продкамі беларусаў 9 ± 1 тыс. гадоў назад.

Пасля зыходу ледавіка сфарміраваліся напрамкі далін рэк. Па буйных рэках распаўсюджваюцца плямёны паляўнічых лінгбійскай, арэнсбургскай, свідэрскай (паўднёвы захад), грэнскай (Падняпроўе) культур. З першай адносна цёплай фазай галацэну – прабарэалам (11,0-9,2 тыс. гадоў назад; супадае з пачаткам мезаліту) узнікаюць новыя паселішчы – Падняпроўі, Панямонні, у Папрыпяці, у Падзвінні.

У неаліце (канец V–пач. IV тыс. – II тыс. да н. э.), пачатак якога характарызаваўся пахаладаннем і ўсушэннем клімату, зарадзілася земляробства. Скончыўся найстаражытнейшы, даіндаеўрапейскі перыяд.

Да найстаражытнейшых агульнаіндаеўрапейскіх або праіндаеўрапейскіх на тэрыторыі Гомельскай вобласці адносяцца гідронімы Ала, Вілія, Гаміюк, Дняпро, Ілья, Прыпяць. Спрэчная прыналежнасць да групы гідронімаў Уза, бо можа быць і балцкай, Нараўлянка, якая паводле карты Вялікага гістарычнага атласа Беларусі (далей – ВГАБ [2]) агульнаіндаеўрапейская, але больш верагодна, што славянская ад формы Нароўля (фармант -ЯНКА).

У неаліце палеанасельніцтва аказалася на водападзеле інтарэсаў індаеўрапейцаў і фінауграў. У II чвэрці III тыс. да н. э. была прыкметнай экспансія грабеніста-ямачнай культуры – рыбаловаў і паляўнічых прыбалтыйскіх фіна-уграў, што было звязана з засухамі ў Пярэдняй і Сярэдняй Азіі. Яны сур'ёзна парушылі этнічны спакой, па меншай меры, поўначы і паўночнага ўсходу, сфармавалі асноўныя паселішчы на поўнач ад лініі Нарач-Мястра-Лепельскае, таксама праніклі ў міжрэчча Дняпра і Іпуці. «Пырскі» фіна-ўгорскай гідраніміі – 11 назваў у Гомельскай вобласці, у т. л. Бялуга, Дзяражня, Проня, Сож, Чачора, Чычэл, Чачаль – усе у паўночных і паўночна-усходніх раёнах. Вялікая верагоднасць, што назвы фіна-ўгорскія Язнач і Чыстая Лужа [2], але больш верагодна, што старажытнаеўрапейскія.

З ХХІV ст. да н. э. фіксуюцца масавыя пранікненні прадстаўнікоў шнуравай керамікі – індаеўрапейцаў, якія выклікалі «неалітычную рэвалюцыю». Дзве хвалі індаеўрапейскай экспансіі выклікалі скачок колькасці насельніцтва. Прышлыя індаеўрапейцы, у т. л. сярэднядняпроўскай (Гомельская, Магілёўская вобласці), культуры, міксіраваліся з першабытнікамі, у выніку чаго ранейшыя народы ператвараліся ў новыя, ужо індаеўрапейскія.

На тэрыторыі Гомельскай вобласці намі выяўлена 56 інда-іранскіх (інда-еўрапейскіх) гідронімаў, у т. л. Асук, Бобрык, Верхмач, Вець, Віць, Бабёр, Днепрык, Добрыч, Дымарка, Жэрам, Іпа, Іпуць, Іртынь, Каўпіта, Млін, Навуць, Покаць, Рэўтак, Трэмя, Убарць, Увіч, Урут, Ханя, Харалуць, Храпуць, Церабахар. Аўтары ВГАБ да інда-іранскіх адносяць і гідронімы Дабрыца (3), Скрыпіца (3), але звычайна фармант –ЩА – славянскі.

Амаль кожны пяты гідронім Гомельскай вобласці адносіцца да старажытнаеўрапейскіх. Іх 228, у т. л. Аблакное, Арэхавае, Батыўля, Белае, Бергут, Бражын, Бутач, Бык, Бярозавае,

Вадэмли, Вір, Вісла, Вобча, Воснае, Вуць, Гадынь, Глухое, Гнеў, Гніва, Гусінае, Дзікае, Доўгае, Жалонь, Жгунь, Ёўня, Каліта, Камарын, Коўня, Крывое, Крывы гіраў, Крыса, Лапеіха, Лень, Ліпа, Ліставен, Лябіхава, Межыторка, Мотва, Мужол, Мута, Найда, Негачынь, Нёманка, Ненач, Нерасна, Пціч, Радзвін, Ракатун, Рокут, Салакуча, Светлае, Свінавод, Славечна, Смердзін, Смердзічка, Струпаў, Сцвіга, Сярэдняе, Трудзеж, Тур, Унча, Уць, Хоўхла, Хоўхлі, Хоцемля, Цербахінь, Шыра. Вялікая верагоднасць прыналежнасці да групы ў гідронімаў Аблуква, Лоша, Лютае, Мадорка, Мутвіца, Плёс, Утанька, Чыстая Лужа, Язнач, але існуюць і іншыя меркаванні.

У наступных эшалонах перасяленцаў за першымі індаеўрапейцамі ішлі кельты, нарманы, германцы. Э. Гудавічус (2005), А. Манакоў (2007), Я. Рыер (2005) дапускаюць, што першыя індаеўрапейцы – умоўна венеты (венеды), з якіх вылучыліся ўмоўна (прота-) кельта-балта-славяне (гэтую версію адзінства падтрымліваюць не ўсе гісторыкі); з апошніх – кельта-славяне, балта-германа-славяне.

Кельты, якія вылучыліся з індаеўрапейскага адзінства, сталі хутка распаўсюджвацца па Еўропе, Азіі. Найбольшага распаўсюджвання яны дасягнулі ў V-II стст. да н. э., пасля таго, як аформіліся і адужэлі ў арэале, які ўключае і тэрыторыю сучаснай Беларусі, галоўным чынам яе паўднёвы захад. На Палессі і Перадпалессі зафіксаваныя кельцкія помнікі.

Усходняя Беларусь дастаткова аддалена ад кельцкага арэалу, але і тут фіксуюцца кельцкія гідронімы. Напрыклад, у Магілёўскай вобласці два дзясяткі кельцкіх гідронімаў і больш за ўсё іх у басейне р. Сож). Але, у Гомельскай вобласці бяспрэчна кельцкімі з'яўляюцца чатыры: Даражывель, Крымна, Літоша, Рэкут, пэўную верагоднасць кельцкай прыналежнасці маюць Бярнатава (можа быць і германскім), Лютае (або старажытнаеўрапейскі), Татарын (фармант - ЫН можа быць і славянскім).

Да часу кельта-ілірыйцаў адносіцца мілаградская культура (IX ст. да н. э. – I ст. н. э.; Б. Рыбакоў суадносіць культуру з неўрамі Герадота; паміж р. Рось у Гродзенскай вобласці, Заходнім Бугам і сярэднім цячэннем Бярэзіны, і да р. Іпуць). Так што Беларусь – частка арэала, дзе сфарміраваліся кельты і з яе тэрыторыі яны перасяліліся ў Галісію, у Галію, на Брытанскія астравы.

Як не дзіўн, германскія назвы з 3 % займаюць 4-е месца па колькасці гідронімаў (35). Да іх адносяцца, напрыклад, Баташэнь, Бонда, Ведрыч, Волхва, Горна, Гута, Дабрасень, Домашня, Дратунь, Дулепа, Забень, Зборхаў, Катынь, Князь-возера, Любень, Нялесква, Окра, Пlosка, Случ, Хочамля, Цяруха, Сведзь. Яшчэ 6 гідронімаў спрэчныя па аднясенню іх да групы: Аблуква, Бярнатава, Шыбенка, Цецява, Дранёўка, Гутлянка.

Германскія гідронімы звязана з арэалам вельбарскай культуры (готы), якая значна паўплывала на этнагенез славян. Готы прыйшлі з Гоцісканзы. Па археалагічных помніках яны з'явіліся ў Польскім Памор'і ў I пал. 1 ст. н. э. Потым сталі рухацца праз Віслу да Заходняга Буга (якіў той час засялялі пшэворцы), а потым – да Чорнага мора. Гоцкі арэал ўключаў у сябе Мазовію, Подлясся, Валынь, Беларускае Полессе – ойум – «жаданая зямля» (знаходзіліся да канца IV ст.). На тэрыторыі Беларускага Палесся готы занялі арэал спалаў і жылі тут з 120-х (Зах. Буг), 160-190-х да 350-375 гг. Готы пакінулі пояс тапонімаў на –ск. Не выключаецца, што суфікс –ск – скандынаўская перапрацоўка канчаткаў –іскас, іскіс, якія маглі быць занесены на балтыйскае ўзбярэжжа на мяжы III-II тыс. да н. э. носьбітамі культуры баявых сякер і шнуравай керамікі, і гэты суфікс –ск можна лічыць балцка-скандынаўскім. Магчыма, што дзякуючы готам у фармантах зніклі балцкія фіналі –ас, -іс, -ус, бо яны пераўтварыліся ў тыповыя славянскія –ск. Готы маглі паўплываць і на трансфармацыю балта-кельцкіх суфіксаў –ан-, -ен-, -он-, -ун- у формы -ань, -ень, -онь, -унь.

Вельбарскімі з'яўляюцца прыстаўка за-, фармант –je, ji, напрыклад, у гідронімаў Гомельскай вобласці Зазер'е, Замошша.

Каля XX ст. да н. э. з'яўляюцца (пра)балты (і праславяне). З імі звязаны археалагічныя арэалы – прыморскі (Неман, Даўгава), верхне-дняпроўскі, фациянаўскі (вярхоўі Волгі), баланаўскі. У этнагенезе праславян маглі ў рознай ступені ўдзельнічаць прадстаўнікі культур лужыцкай,

трыпальскай (усатаўскай), сярэднядняпроўскай, шаравых амфар і шнуравай керамікі. Самай ранняй культурай, якую можна прызнаць уласна праславянскай тшынецкай культура ХУІІІ-ХІІІ стст. да н. э., якая цалкам укладваецца ў межы одэрска-дняпроўскага арэалу [3; 8].

З першай хваляй перасяленцаў балты дайшлі да Перадпалесся і Палесся, засялілі значную частку сучаснай тэрыторыі Беларусі (2 тыс. стаянак). Балцкія гідронімы распаўсюджаны на поўнач ад Прыпяці, у Верхнім Падняпроўі, у басейне Заходняй Дзвіны. Прыхільнікі балцкай тэорыі У. Топарава і А. Трубачова [1962], да балцкіх адносяць большую частку гідронімаў Гомельскай вобласці, але на самой справе балцкіх назваў гідралагічных аб'ектах на дзіва не шмат – усяго падцверджаных 17, у т. л. Арэса,

Ачоса, Дабасна, Друць, Плёса, Скупа, Тур'я, Цесна, Шыздра і 5 спрэчнай прыналежнасці – Абедаўка (славянскі фармант), Уза можа быць балцкай [2], але і даіндаеўрапейскай, Бярэзіна лічыцца балцкай [2], але вендскі фармант –ІНА), Плёс, Лоша, па версіі ВГАБ – балцкія [2], але больш верагодна – старажытнаеўрапейскія.

Толькі адзін гідронім у рэгіёне падобны на цюркскага паходжання – Казан.

Самай вялікай групай гідронімаў Гомельскай вобласці з'яўляецца група славянскіх назваў і назваў, якія асіміляваныя славянамі. Гэта група ўключае 819 гідронімаў (69,58 % ад агульнай колькасці), што дасваляе аднесці рэгіён да самых славянскіх. Славянамоўнае насельніцтва трансфармавала незразумелыя для сябе назвы папярэднікаў, перш-наперш гідронімы, такім чынам, каб іх гучанне было зразумелым, хаця пры гэтым мог поўнасцю мяняцца сэнс (у некаторых выпадках знаходзіліся пэўныя адпаведнікі, альбо назвы перакладаліся). Каля 40 % з'яўляюцца асіміляванымі славянамі. Ад населеных пунктаў – 463 (56,5 %), патранімічных – 23 гідронімы. Яшчэ 12 гідронімаў спрэчныя, якіх пры пэўных умовах можна залічыць у групу: Бярэзіна, Гутлянка, Дранёўка, Лохніца, Мадорка (ад камоніма Мадора), Мутвіца (3), Татарын (можа быць і кельцкім), Утанька, Цецява, Шыбенка.

Вынікі. На тэрыторыі Гомельскай вобласці з зафіксаваных гідронімаў (1209), 1177 гідронімаў адносяцца бясспрэчна да 9 моўных груповак. На першым месцы па колькасці гідронімаў – славянскія і асіміляваныя славянамі (амаль 70 %), потым ідуць старажытнаеўрапейскія (амаль кожны пяты), інда-іранскія, германскія, балцкія. Менш чым па 1 % гідронімаў найстаражытнейшых агульнаіндаеўрапейскіх або праіндаеўрапейскіх, фінаўгорскіх, кельцкіх, цюркскіх. Вялікая доля славянскіх гідронімаў падцвярджае тэорыю паходжання славян з Палесся.

Спіс літаратуры

- 1 Беларусазнаўства: навуч. дапам. / П. Брыгадзін [і інш.]. – Мінск : Завігар, 1997. – 284 с.
- 2 Ісаенка, У. Ф. Гідронімы запазычаныя славянамі ў сваіх папярэднікаў : карта / У. Ф. Ісаенка // Вялікі гістарычны атлас Беларусі : у 3 т. – Мінск : Белкартаграфія, 2009. – Т. 1. – С. 32–33.
- 3 Манаков, А. Г. Этногенез славян по данным топонимии. Историко-географическое исследование / А. Г. Манаков. – Псков : АНО «Логос», 2007. – 256 с.
- 4 Мікуліч, А. І. Беларусы ў генетычнай прасторы: антрапалогія этнасу / А. І. Мікуліч. – Мінск : Тэхналогія, 2005. – 138 с.
- 5 Топоров, В. Н. Лингвистический анализ гидронимов Верхнего Поднепровья / В. Н. Топоров, О. Н. Трубачев. – Москва : Изд-во АН СССР, 1962. – 270 с.
- 6 Шаруха, И. Н. Белорусы в этническом и генетическом пространстве / И. Н. Шаруха // Псковский регионологический журнал. – 2008. – №. 6. – С. 142–152.
- 7 Шаруха, И. Н. Историко-географические аспекты особенностей этнического природопользования: на примере Беларуси / И. Н. Шаруха // Экологія і раціональнае прыродокорыстанне: збірнік навуковых праць. – Сумы : СДПУ, 2008. – С. 58–75.
- 8 Шаруха, И. Н. Палеоэтнокультурная география Беларуси / И. Н. Шаруха // Наукові записки Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка. Географічні науки. – Вип. 1. – 2010. – С. 106–121.

I. N. Sharukho, A. E. Yarotau

FEATURES OF HYDRANIMY OF GOMEL REGION

*European Humanities University,
Vilnius, Lithuania,
sharukhgeo@rambler. ru
Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
yarotaubgo@gmail.com*

Abstract. Based on the cadastre of hydronyms of the Gomel region (1209 names), the article analyzes the hydronyms of the region. The belonging of hydronyms to 9 language groups is revealed. 1177 hydronyms of the region are assigned to one of the selected groups. 47 hydronyms are disputable in relation to one or another group.

Keywords: hydronyms, potamonims, limnonims, gelonyms, toponymy, Gomel region, groupings by language, pre-Inlo-Europeans, Finno-Ugric peoples, Indo-Iranians, Celts, Germans, Balts, Slavs.

УДК 582. 929. 4:581. 192

И. В. ШПАКОВСКИЙ, Е. В. АКШЕВСКАЯ, Е. Г. БУСЬКО

ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ: НА ПРИМЕРЕ ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО (*SALVIA OFFICINALIS L.*)

*Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь,
shpakovskiiia@gmail.com*

*Выполнена всесторонняя оценка ботанических, химических и фармакологических свойств шалфея лекарственного (*Salvia officinalis L.*) как одного из значимых видов эфиромасличных растений. Определена перспектива использования исследуемого вида и его вторичных метаболитов в фармакологии, медицине и экологии.*

Ключевые слова: шалфей лекарственный, лекарственные растения, эфиромасличные растения, вторичные метаболиты, эфирное масло, фармакологические свойства.

Введение. Увеличение масштаба использования лекарственных средств на основе биологически активных веществ растений подтверждается Всемирной организацией здравоохранения. В настоящее время, по мнению экспертов ВОЗ, более 60% всего населения планеты в то или иное время прибегают к лечению препаратами растительного происхождения. В развивающихся странах доля населения, использующего лекарственные растения, в том числе как основное средство для лечения, достигает 80%. Лекарственные растения широко используются не только в народной (традиционной) и комплиментарной, но и в официальной медицине.

С учетом упомянутых выше обстоятельств возделывание лекарственных растений является основным источником получения большинства биологически активных веществ в течение неопределенно длительного времени, а анализ и прогнозирование состояния отрасли лекарственного растениеводства представляют особый интерес как науки, так и промышленности [5].

Важно также отметить непосредственно эфиромасличные растения, которые занимают свою нишу в производстве – в частности, эфирных масел. Такие виды растений накапливают

масла в определенных органах и частях растений. В связи с комплексным использованием активных веществ, а также большим количеством видов растений, невозможно ясно сформировать практическую классификацию для лекарственных и эфиромасличных растений.

Важным лекарственным и эфиромасличным растением на сегодняшний день является шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.). Полезные свойства шалфея и его эфирного масла были известны еще в древности. Египтяне давали растение бесплодным женщинам, а также использовали как защиту от чумы. Древние греки верили в чудодейственную силу растения и готовили из его листьев лекарственный «греческий чай». Сведения о целебных свойствах шалфея исходили от таких древних целителей и мудрецов, как Плиний Старший, Гален, Гиппократ, которые рекомендовали его для улучшения работы органов чувств и печени. Шалфей высоко ценился и в средние века, его отвар применялся при экземе и зуде.

Материалы, объекты и методы исследования. Основополагающим для настоящего исследования является описательный метод, включающий приёмы наблюдения, интерпретации, сопоставления и обобщения. В исследовании использованы также аналитический и статистический методы.

Объект исследования – шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) (рисунок 1), растение семейства Яснотковых (*Lamiaceae*), хорошо известное как специя и трава. Этот вид встречается во всем мире – в Европе, Азии, Африке и Америке.

Растение представляет собой густые невысокие кусты (высотой 50–70 см) с жесткими ароматными побегами и крупными сизо-зелеными листьями. Мелкие цветки собраны в колосья. Они могут быть фиолетовыми, розовыми, голубыми или белыми. Шалфей цветет в июне и июле. Растение имеет характерный запах из-за эфирного масла в листьях и молодых побегах.

В настоящее время насчитывается более 900 видов шалфея, включая однолетние, многолетние растения и кустарнички. Особенно ценятся сорта с декоративными листьями. Как декоративное растение, шалфей отлично подходит для травяных композиций (особенно в сочетании с лавандой) для многолетних цветников.

Особо значимую роль в распространении и пропаганде лекарственных растений играют аптекарские сады, в которых они выращиваются. Одним из наиболее популярных лекарственных растений, выращиваемых в аптекарских садах, наряду с душицей обыкновенной, валерианой лекарственной, иссопом лекарственным, мелиссой лекарственной, является шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) [3].



Рисунок 1 – Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.)

Результаты и их обсуждение. В течение длительного времени виды шалфея (*Salvia*) использовались в традиционной медицине для облегчения боли, защиты организма от окислительного стресса, повреждения свободными радикалами, ангиогенеза, воспалений, бактериальных и вирусных инфекций. Ряд исследователей подчеркивают, что различные виды шалфея могут быть использованы для производства лекарственных препаратов из-за их фармакологической и терапевтической активности.

Чай из шалфея используется для лечения нарушений пищеварения и кровообращения, бронхита, кашля, астмы, стенокардии, воспалений рта и горла, депрессии, повышенной потливости, кожных заболеваний и многих других заболеваний. Эфирные масла шалфея применяются для лечения широкого спектра патологий, таких как заболевания нервной системы, сердца и кровообращения, дыхательной и пищеварительной системы, метаболических и эндокринных нарушений. Кроме того, эфирное масло шалфея обладает ветрогонными, спазмолитическими, антисептическими и вяжущими свойствами.

Эфирное масло *S. officinalis L.* имеет различный состав в зависимости от генетических, климатических, фенологических и экологических факторов. Эфирные масла являются очень важным источником для скрининга противораковых, противомикробных, антиоксидантных агентов, а также свободных радикалов. Важно отметить, что непосредственно *S. officinalis L.* содержит наибольшее количество эфирного масла по сравнению с другими видами шалфея.

S. officinalis L. является естественным источником флавоноидов и полифенольных соединений – карнозиновой, розмариновой и кофейной кислот, обладающих сильной антиоксидантной, антирадикальной и антибактериальной активностью. Кофейная кислота играет центральную роль в биохимии растений *Lamiaceae* и встречается в основном в димерной форме в виде розмариновой кислоты. Карнозиновая и розмариновая кислоты, которые присутствуют в высоких концентрациях в экстракте шалфея, обладают сильными антиоксидантными свойствами. Урсоловая кислота, также являющаяся компонентом шалфея, обладает сильными противовоспалительным эффектом, и в препаратах шалфея она считается показателем контроля качества противовоспалительного действия различных растворов [1].

В общеизвестной форме *S. officinalis L.* идентифицировано всего 49 компонентов (таблица 1), среди которых камфора (25,14%), α -туйон (18,83%), 1,8-цинеол (14,14%), виридифлорол (7,98%), β -туйон (4,46%) и β -кариофиллен (3,30%) были основными компонентами, определенными методом ГХ/МС.

Таблица 1 – Химический состав эфирного масла из листьев *S. officinalis L.* [2]

Sl. No.	Название соединения	%	Sl. No.	Название соединения	%
1.	α -thujene	0.36	26.	α -бурбонен	0.12
2.	α -Пинен	0.84	27.	β -бурбонен	0.29
3.	Камфен	0.78	28.	α -Гурдженен	0.17
4.	Сабинен	0.30	29.	Sinularene	0.17
5.	β -Пинен	0.85	30.	Каларен	0.14
6.	β -Мирцен	1.93	31.	β -Кариофиллен	3.30
7.	α -Терпинен	0.30	32.	Аромадендрен	0.08
8.	1,8-цинеол	14.14	33.	α -Гумулен	2.48
9.	Эвгенол	0.28	34.	Алло-Аромадендрен	0.06
10.	Лимонен	1.43	35.	Гермакрен D	0.17
11.	γ -Терпинен	0.61	36.	α -аморфен	0.30
12.	α -Терпинолен	0.52	37.	Валенсенн	0.05
13.	Линалоол	0.39	38.	β -Гимачален	0.95
14.	α -Тхуджон	18.83	39.	цис-Каламенен	0.08
15.	β -Thujone	4.46	40.	γ -Кадинен	0.12
16.	Камфора	25.14	41.	Δ -Кадинен	0.45
17.	Борнеол	2.81	42.	α -калакорн	0.23
18.	Терпинен-4-ол	0.74	43.	β -Кариофиллен оксид	0.06
19.	α -Терпинеол	1.33	44.	Лонгиборнен	0.04
20.	Нафталин	0.20	45.	Виридифлорол	7.98
21.	Миртенол	0.30	46.	T-мууролол	0.09
22.	Борнилацетат α	1.05	47.	Туиловый спирт	0.17
23.	Карвакрол	0.18	48.	энт-пимара-8,15-диен	0.13
24.	β -пачулен	0.42	49.	Ериманоол	1.18
25.	α -копаен	0.07		Идентифицированные компоненты (%)	97.97

Различные терпеноидные фракции эфирного масла *S. officinalis* L. представлены на рисунке 2.

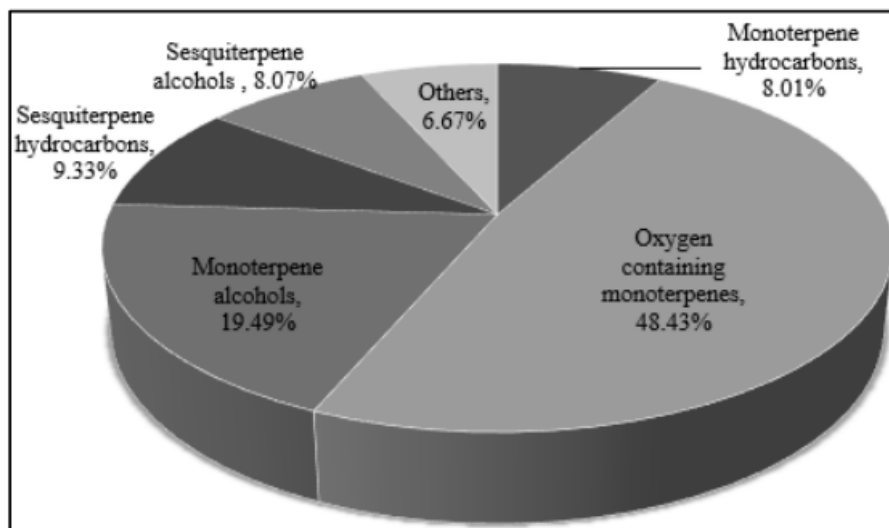


Рисунок 2 – Терпеноидный состав эфирного масла из листьев растения *Salvia officinalis* L. [2]

Результаты исследований *in vitro* и нескольких клинических исследований подтверждают доказательство использования указанного растения в медицине. Несмотря на то, что это очень перспективная и широкодоступная культура для фармацевтической промышленности, существует необходимость в разработке протоколов экстракции и выделения для тестирования эффективности использования вида. Различные биологически активные соединения в шалфее, отвечающие за его фармакологические свойства и степень его цитотоксичности, до конца не изучены, поэтому в будущем существует много возможностей для проведения исследований.

Заключение. Виды рода *Salvia* представляют собой биологическое и эффективное средство для лечения многих заболеваний. В последние десятилетия, с ростом фармакологических знаний о благотворном действии шалфея, особенно *S. officinalis* L., было установлено, что лекарственные средства на основе экстракта исследованного вида обладают антибактериальной, антиоксидантной, противовоспалительной, нейтрализующей свободные радикалы и противоопухолевой активностью. В этой связи *S. officinalis* L. активно используется в разработке новых растительных препаратов для профилактики, контроля и лечения многих проблем, связанных со здоровьем, в том числе серьезных и сложных заболеваний, таких как диабет, болезнь Альцгеймера и новообразования. По указанным причинам обширные фармакологические и химические эксперименты должны быть в центре будущих исследований. Дальнейший потенциал *S. officinalis* L. может служить основой для будущих исследований по применению лекарственных растений.

Список литературы

1 Hamidpour, M. Chemistry, Pharmacology, and Medicinal Property of Sage (*Salvia*) to Prevent and Cure Illnesses such as Obesity, Diabetes, Depression, Dementia, Lupus, Autism, Heart Disease, and Cancer / M. Hamidpour, R. Hamidpour, S. Hamidpour, M. Shahlari // J Tradit Complement Med. 2014, Apr-Jun; 4(2). – P. 82–88.

2 Yashaswini, Sh. Ethnobotany, phytochemistry, cultivation and medicinal properties of Garden sage (*Salvia officinalis* L.) / Sh. Yashaswini, J. B. Fagan, J. Schaefer // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2019; 8(3). – P. 3139–3148.

3 Путырский, И. Н. Лекарственные растения. Энциклопедия / И. Н. Путырский, В. Н. Прохоров. – Минск : Книжный дом. – 2003. – С. 187.

4 Рупасова, Ж. А. Лекарственные растения семейства *Lamiaceae* L. в условиях Беларуси: душица обыкновенная, мелисса лекарственная, котовник кошачий, шалфей лекарственный / Ж. А. Рупасова, А. А. Аутко, А. Аутко // LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2012. – 220 с.

5 Цицилин, А. Н. Лекарственное растениеводство России в XXI веке (вызовы и перспективы развития) / А. Н. Цицилин, Н. И. Ковалев // Известия ТСХА. – 2021. – №. 1. – С. 42–54.

I. V. Shpakouski, E. V. Akshevskaya, Eu. G. Buško

**SECONDARY METABOLITES OF ESSENTIAL OIL PLANTS:
ON THE EXAMPLE OF MEDICINAL SAGE (*SALVIA OFFICINALIS* L.)**

*Sakharov International State Ecological Institute of Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
shpakovskiilia@gmail.com*

*Abstract. A comprehensive assessment of the botanical, chemical and pharmacological properties of medicinal sage (*Salvia officinalis* L.) as one of the popular types of essential oil plants was performed. The prospect of using the studied species and its secondary metabolites in pharmacology, medicine and ecology is determined.*

Key words: salvia officinalis, medicinal plants, essential oil plants, secondary metabolites, essential oil, pharmacological properties.

**ФИЗИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ.
ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА. БИОГЕОГРАФИЯ.
ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ. УРБОЭКОЛОГИЯ.
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ. ЮНИОРЫ В ЭКОЛОГИИ**

УДК 341.2

А. Н. АРУШАНЬЯНЦ

**УСТОЙЧИВАЯ КОНКУРЕНЦИЯ
КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ
В КОНТЕКСТЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ:
МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

*Национальный центр законодательства и правовых исследований,
г. Минск, Республика Беларусь,
vitaminac@mail.ru*

Представлен анализ универсальных норм международного права, обеспечивающих устойчивую конкуренцию как инструмента экологизации экономики и социальной сферы в контексте достижения ЦУР. Выявлены роль и значения международно-правовых актов для практики реализации концепции устойчивого развития, а также устойчивой конкуренции субъектов хозяйствования.

Ключевые слова: устойчивое развитие, устойчивая конкуренция, международные акты, право ВТО.

Решение экологических задач и принятие мер по предотвращению и ликвидации негативного воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности человека требует совместных усилий не только в пределах отдельных государств, но и на международном уровне, как справедливо отмечается в научной литературе, «окружающая природная среда характеризуется целостностью, неделимостью и не знает государственных и административных границ» [7].

Экономическое развитие приобретает комплексный характер, предполагающий достижение экономического роста наряду с обеспечением устойчивого развития, в основе которого заложена экологизация экономики (в некоторых источниках «зеленая трансформация» экономики [4, с. 388]) и социальной сферы, что проявляется в появлении новых зеленых товаров, а также в изменениях на традиционных рынках, обеспечивающих снижение влияния на окружающую среду, в повышении социальной ответственности субъектов хозяйствования.

Практика международно-правового регулирования устойчивой конкуренции реализуется на универсальном и региональном уровне. В настоящей статье нами будет представлена практика международно-правового обеспечения устойчивой конкуренции как инструмента экологизации экономики и социальной сферы в контексте достижения целей устойчивого развития на универсальном уровне (акты Организации Объединенных Наций (далее – ООН), Всемирной торговой организации (далее – ВТО)).

Теоретико-прикладную основу исследования составили работы отечественных, а также зарубежных авторов, международные документы, составляющие международно-правовую базу концепции устойчивого развития и международных экономических отношений в части либерализации торговли и свободы конкуренции. Среди научных публикаций следует отметить работы Е. В. Луневой [7], Д. С. Боклан [2], О. А. Ключко [4], А. С. Смбатьян [9] и др.

Впервые представленное в 1987 году в докладе Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» [8] определение устойчивого развития как «такое развитие, которое

удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности», отразило комплексный характер концепции устойчивого развития. Такая комплексность проявляется и в правовом регулировании общественных отношений независимо от отрасли законодательства. Поэтому учет и обеспечение устойчивого развития становится одной из целей правового регулирования независимо от сферы и вида регулируемых отношений. «Регулирование отношений в рамках устойчивого развития экономики не предполагает деление права, правового регулирования на отрасли, разделение их какими-либо барьерами» [5], – отмечает Е. П. Губин. Такой подход предполагает, что все отрасли права и законодательства, в том числе и антимонопольное регулирование, должны учитывать цели устойчивого развития и обеспечивать их достижение.

Одновременно становится очевидным, что комплексный подход и его реализация безусловно является сложной задачей, особенно при осуществлении предпринимательской и иной хозяйственной деятельности и ее правовом регулировании. Стремление к свободе конкуренции, свободе предпринимательской и иной хозяйственной деятельности, свободе торговли вступает в некоторое противоречие с реализацией концепции устойчивого развития при отождествлении свободы исключительно с ликвидацией всех барьеров и со всеобщей вседозволенностью. В то время как реализация концепции устойчивого развития предусматривает взаимную ответственность хозяйствующих субъектов, граждан и государства в обеспечении будущего развития нынешних и последующих поколений, и предполагает учет социальных интересов, охрану окружающей среды при осуществлении предпринимательской и иной хозяйственной деятельности.

Однако на первоначальном этапе становления международно-правового регулирования конкуренции и охраны окружающей среды вопросы развития конкуренции и охраны окружающей среды определялись в различных международных документах изолированно друг от друга. Парижская конвенция 1883 г. по охране промышленной собственности, Гаванская хартия 1948 г. [10, с. 219] были первыми попытками международно-правового регулирования конкуренции, не имеющими цели обеспечения устойчивого развития. Направленность Генерального соглашения по тарифам и торговле 1947 г. на «обеспечение полного использования мировых ресурсов и расширение производства и обмена товаров» скорее создавала условия для неограниченного использования природных ресурсов, хотя и имела социальную направленность признавая, что взаимоотношения в области торговли и экономической деятельности должны осуществляться с целью повышения жизненного уровня, обеспечения полной занятости и значительного и непрерывного увеличения реального дохода и эффективного спроса.

Взаимосвязь между экономическим развитием и изменением окружающей среды впервые получила свое признание на международном уровне в 1972 г. на проходившей в Стокгольме конференции ООН по проблемам окружающей человека среды, на которой принята одноименная декларация, закрепившая 26 принципов, устанавливающих, в том числе, обязательства по сохранению природных ресурсов Земли на благо нынешнего и будущих поколений путем тщательного планирования и управления по мере необходимости. Стокгольмская декларация носила рекомендательный характер, однако этот документ считается источником международного экологического права, так как её положения в дальнейшем были отражены во многих документах.

Дальнейшая практика развития международно-правового обеспечения экологизации экономики и устойчивой конкуренции нашла свое отражение в Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте от 25 февраля 1991 г. (установила обязанность государств имплементировать в национальные законодательства оценку воздействия на окружающую среду).

В 1980 году Генеральной Ассамблеей ООН в резолюции 35/63 от 5 декабря 1980 года был принят Комплекс согласованных на многосторонней основе справедливых принципов и правил для контроля за ограничительной деловой практикой (далее – Комплекс справедливых принципов и правил конкуренции), являющийся единственным международно-согласованным правовым актом о конкуренции, который несмотря на свой рекомендательный характер, «накладывает на все государства – члены ООН серьезные моральные обязательства по его соблюдению» [6].

Комплекс справедливых принципов и правил конкуренции определяет в качестве своей цели защиту социального благосостояния в целом и содействие ему и, в частности, защиту интересов потребителей, обеспечение такого положения, чтобы ограничительная деловая практика не затрудняла и не сводила на нет использование выгод, связанных с либерализацией тарифных и нетарифных барьеров, затрагивающих международную торговлю и тем самым подтверждает «основополагающую роль законодательства и политики в области конкуренции в рациональном экономическом развитии и необходимость дальнейшего содействия осуществлению Комплекса» [3]

Имплементация положений по охране окружающей среды в международные акты по вопросам конкуренции сопровождалась дискуссией относительно обоснованности и разумности таких мер. С позиций развития конкуренции как было отмечено в представленном еще на Стокгольмской конференции Секретариатом ГАТТ докладе, меры по охране окружающей среды могут рассматриваться как новая форма протекционизма – так называемого зеленого протекционизма [2, с. 56]. В последующем на протяжении нескольких лет меры по охране окружающей среды продолжали оцениваться в качестве нарушающих свободу торговли и свободу конкуренции. Однако с течением времени «вследствие усиления влияния экологического концепта концепции устойчивого развития на ее экономический компонент в рамках ВТО» [2, с. 57] начало складываться понимание того, что развитие международной торговли и конкуренции должно быть обусловлено защитой окружающей среды, включая устойчивое использование природных ресурсов. Такие изменения, безусловно, были вызваны, в том числе и развитием международного сотрудничества по определению правил и принципов устойчивого развития, объединенных в ряде документов, принятых по итогам встречи конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Среди таких документов следует отметить Декларацию по окружающей среде и развитию (Декларация Рио); Повестку дня на XXI век; Заявление о принципах, касающихся управления, защиты и устойчивого развития всех лесов, жизненно необходимых для обеспечения экономического развития и сохранения всех форм жизни; Рамочную конвенцию ООН об изменении климата от 9 мая 1992 г.; Конвенцию о биологическом разнообразии.

Перечисленные документы, как показал проведенный автором анализ, определили дальнейшее развитие международно-правового обеспечения концепции устойчивого развития и устойчивой конкуренции путем большей детализации ранее достигнутых договоренностей (например, общая декларативная формулировка принципа ответственности человека за результаты своей деятельности и причиняемый окружающей среде вред, сформулирована в качестве обязательств государств по принятию законодательных или иных актов, устанавливающих ответственность за вред окружающей среде, а также порядок его взыскания и компенсации), а также возложением на государства основного бремени по достижению устойчивого развития. Роль международного взаимодействия сводится к способствованию государствам в достижении целей Повестки дня, а также в определении методологических основ международно-правового обеспечения устойчивой конкуренции (достижение должного баланса между приоритетами охраны окружающей среды и потребностями развития, пересмотр ранее принятых соглашений в области охраны среды и соответствующих соглашений по социальным и экономическим вопросам).

Повесткой дня признается, что меры, принимаемые в рамках торговой политики в целях охраны окружающей среды, не должны являться средством проведения произвольной или ничем не обоснованной дискриминационной политики или скрытой ограничительной практики в области международной торговли. Следует избегать односторонних действий по решению задач в области охраны окружающей среды, выходящих за рамки юрисдикции импортирующей страны. Меры по охране окружающей среды, направленные на решение международных экологических проблем, должны, насколько это возможно, основываться на международном консенсусе. Одновременно закреплено, что для обеспечения эффективности национальных мер, направленных на достижение определенных целей в области охраны окружающей среды, могут потребоваться соответствующие торговые меры, которые, однако должны применяться на определенных принципах и правилах, таких как принцип недискриминации; принцип, в соответствии с которым намеченные торговые меры, необходимые для

достижения этих целей, должны быть наименее ограничительными для торговли мерами; обязательство обеспечивать транспарентность в использовании торговых мер, связанных с охраной окружающей среды, и представлять должное уведомление о национальных регламентирующих положениях; и необходимость учитывать особые условия и потребности развития развивающихся стран по мере их продвижения к согласованным на международном уровне экологическим целям.

Одновременно можно отметить положительное влияние принятых документов на развитие процессов экологизации экономики, торговли и конкуренции, а также социальной сферы. С принятием Декларации Рио последующее развитие международного сотрудничества и регулирования в части обеспечения устойчивой конкуренции перешло на новый этап, и торговля стала признаваться в качестве «мощного союзника устойчивого развития» [1]. Соответствующие изменения и дополнения были внесены и право ВТО. Преамбула к Марракешскому соглашению об учреждении ВТО 1994 г. содержит прямые ссылки на цель устойчивого развития и на необходимость защиты и сохранения окружающей среды.

Современный этап развития концепции устойчивого развития соотносится с Повесткой дня в области устойчивого развития до 2030 г. [27], определившей 17 целей устойчивого развития. В настоящее время на официальном сайте ВТО отмечается, что ВТО играет центральную роль в реализации Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года и ее целей в области устойчивого развития. Однако следует признать, что участие ВТО в достижении ЦУР имеет вероятность к приданию переговорам «нового ощущения неотложности», а не в принятии реальных мер по гармонизации и унификации правовых норм в рамках международного торгового и экологического права.

Таким образом, отмечая комплексность концепции устойчивого развития, которая проявляется в том числе в комплексности правового регулирования независимо от отраслей права, роль и значение практики международно-правового регулирования устойчивой конкуренции на современном этапе проявляется в детализации ранее достигнутых соглашений и определении методологических основ дальнейшего развития международного сотрудничества. Устойчивая конкуренция обеспечивается в рамках права ВТО, признающего в качестве цели устойчивое развитие. Дальнейшее развитие устойчивой конкуренции может быть обеспечено за счет гармонизации и унификации правовых норм в рамках международного торгового и экологического права.

Список литературы

1 Sustainable development [Electronic resource] // World Trade Organization. – Mode of access: https://www.wto.org/english/tratop_e/envir_e/sust_dev_e.html. – Data of access: 02.03.2022.

2 Боклан, Д. С. Международное экологическое право и международные экономические отношения: монография / Д. С. Боклан. – М. : Магистр: ИНФРА-М, 2020. – 272 с.

3 Восьмая Конференция Организации Объединенных Наций по рассмотрению всех аспектов Комплекса согласованных на многосторонней основе справедливых принципов и правил для контроля за ограничительной деловой практикой [Электронный ресурс] // Конференция Организации Объединенных Наций по торговле и развитию. – Режим доступа: https://unctad.org/system/files/official-document/tdrbpconf9d3_ru.pdf. – Дата доступа: 15.02.2022

4 Глобальная среда бизнеса : учеб. / под ред. О. А. Ключко. – М. : ИНФРА-М, 2022. – 438 с.

5 Губин, Е. П. Устойчивое развитие рыночной экономики и предпринимательства: вопросы права / Е. П. Губин // Журнал российского права. – 2022. – Т. 26 – №. 1. – С. 36–46.

6 Комментарий к комплексу согласованных на многосторонней основе справедливых принципов и правил для контроля за ограничительной деловой практикой [Электронный ресурс] // Электронный фонд более 25 000 000 актуальных правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1900494>. – Дата доступа: 24.02.2022.

7 Лунева, Е. В. Международное сотрудничество в области рационального природопользования [Электронный ресурс] / Е. В. Лунева // Актуальные проблемы российского права. – 2021. – Т. 16 – №. 7 (128). – С. 192–203.

8 Наше общее будущее: доклад Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию (комиссия Брунтланда), 4 авг. 1987 г. [Электронный ресурс] // Организация Объединённых Наций. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>. – Дата доступа: 02.02.2022

9 Смбалян, А. С. Толкование и применение правил Всемирной торговой организации: монография / А. С. Смбалян. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 448 с.

10 Ячеистова, Н. И. Международная конкуренция: законодательство, регулирование и сотрудничество / Н. И. Ячеистова. – Нью-Йорк – Женева, 2001. – 468 с.

A. N. Arushanyants

**SUSTAINABLE COMPETITION AS A TOOL FOR GREENING THE ECONOMY
AND THE SOCIAL SPHERE IN THE CONTEXT
OF ACHIEVING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS:
INTERNATIONAL LEGAL SUPPORT**

*National Center for Legislation and Legal Research,
Minsk, Republic of Belarus,
vitaminac@mail.ru*

Abstract. An analysis is presented of the universal norms of international law that ensure sustainable competition as a tool for greening the economy and the social sphere in the context of achieving the SDGs. The role and significance of international legal acts for the practice of implementing the concept of sustainable development, as well as sustainable competition of business entities, are revealed.

Keywords: sustainable development, sustainable competition, international instruments, WTO law.

УДК 913 (908)

Д. С. БАТАЛОВ, А. А. ИНЕВАТОВА, И. В. БЕССМЕРТНЫЙ

**СЕМАНТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТОПОНИМОВ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*ФГОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация,
batalov02@bk.ru, inevat.anna@gmail.com, bessmertny74@gmail.com*

В представленном исследовании авторами была предпринята попытка разработать семантическую классификацию сельскохозяйственных топонимов Ростовской области. Были определены языковые группы, к которым принадлежат рассматриваемые топонимы, обозначены ареалы их распространения. По мнению авторов, полученная классификация имеет потенциал для дальнейшего развития и уточнения, а иные представленные материалы могут использоваться для историко-топонимического анализа региона.

Ключевые слова: Ростовская область, сельскохозяйственные топонимы, семантика, классификация топонимов.

Нижний Дон издавна заселялся различными этническими группами, здесь происходило взаимодействие многих культур и языков. Со времени появления древних скифов, на землях современной Ростовской области селились авары, хазары, татары, казаки, русские, украинцы, калмыки и многие другие [3] Сложный и длительный процесс заселения региона закономерно сказался на формировании его топонимической системы. В топонимической системе Нижнего Дона можно выделить три основных топонимических пласта: славянский, тюркский и калмыцкий, при этом основной топонимический фон региона – славянский.

Настоящее исследование посвящено лексико-семантическим особенностям особой группы географических названий – сельскохозяйственным топонимам. Принимая во внимание, тот факт, что оседлая жизнь для рассматриваемой территории Нижнего Дона, как повсеместное явление, стала характерна только начиная с XV века, то есть со времени начала заселения территории казаками, можно с большой долей вероятности утверждать, что сельскохозяйственные топонимы являются одними из самых молодых. Исследования топонимической системы в целом и сельскохозяйственных топонимов в частности, несомненно, полезны для развития смежных географических дисциплин таких как историческая география (развитие сельского хозяйства, его территориальное распределение), география культуры (динамика развития геокультурных ландшафтов) и методика преподавания географии (возможности использования топонимических данных при изучении краеведческого компонента школьного географического образования). Однако, несмотря на очевидную научную и методическую ценность топонимические исследования проводятся в очень ограниченных масштабах, а научные работы, посвященные семантическим особенностям и классификации сельскохозяйственных топонимов Ростовской области за последние годы, вовсе не проводились. Опираясь на вышесказанное следует отметить определенную актуальность проводимого исследования.

Исследование проводилось на основе электронных картографических (Яндекс Карты, 2ГИС, Google Maps) материалов, атласов и архивных краеведческих источников. В ходе работы была сформирована база сельскохозяйственных топонимов области. При помощи этимологического и семантического анализа была разработана классификация исследуемых географических названий, проведена простейшая статическая обработка полученного массива данных, произведено картирование некоторых полученных результатов.

Классификация является универсальным инструментом при работе с анализом топонимов, поскольку представляет своей целью нахождение лучшего способа описания изучаемого материала. Как пишет А. В. Суперанская, «... описание и анализ собственных имен невозможны без определенной классификации, которая либо незримо присутствует в ономастической работе как своеобразная платформа автора, либо специально им вводится для более четкого разграничения явлений». Однако, географические названия, с точки зрения, создания единой классификации, являются достаточно сложным материалом, ввиду своего многообразия и разнородности [2].

Попытки создания классификации географических названий не раз предпринимались специалистами из разных научных сфер. Так достаточно известная классификация разработана и представлена в работе слависта А. М Селищева 1939 года. Селищев устанавливает следующие группы:

- 1) названия от имён и прозвищ людей;
- 2) названия от обозначения профессии, занятия;
- 3) названия по социально-имущественному признаку и положению;
- 4) названия, связанные с администрацией и властью;
- 5) названия, отражающие этнический характер населения;
- 6) названия, указывающие на специфику ландшафта, характерные особенности вида и застройки населённого пункта;
- 7) названия с абстрактным значением [1]

Данная классификация не раз являлась основой для более частных классификаций топонимов различными авторами, что говорит о ее практичности и основательности. В частности, в рамках исследований топонимической системы Нижнего Дона классификация Селищева была использована для разработки семантической классификации гидронимов Ростовской области.

Важной вехой в истории отечественной топонимики стала разработка семантической классификации географических названий В. А. Жучкевичем, который предложил дифференцировать топонимы на несколько крупных категорий, включающих уточняющие подкатегории [2]:

1. Отражающие природные условия и процессы (гидронимические, оронимические, почвенно-грунтовые топонимы, фитотопонимы, зоотопонимы, погодно-климатические топонимы);
2. Связанные с человеком и его деятельностью (антропотопонимы, торгово-транспортные, мемориальные, религиозно-культурные, производственные, этнотопонимы);
3. Топонимы типов поселений;

4. Топонимы-мигранты;
5. Другие, не поддающиеся объяснению или классификации.

Классификация, представленная авторами в настоящем исследовании, ставит перед собой цель обобщить и проанализировать сельскохозяйственные топонимы. Исходя из собранного первичного материала были составлены группы и подгруппы географических названий, отражающие особенности происхождения топонимов. Всего было выделено 8 групп сельскохозяйственных топонимов (таблица 1), при этом для двух групп, а именно: а) топонимы, произошедшие от названия животных и б) топонимы, произошедшие от названия растений подразделены на подгруппы, характеризующие вид растения или животного, от которого произошло географическое наименование (4 и 5 подгрупп соответственно).

Таблица 1 – Семантическая классификация сельскохозяйственных топонимов Ростовской области (составлено авторами)

Топонимическая группа	Топонимическая Подгруппа	Примеры	Количество, % (ед.)
Сельскохозяйственные топонимы, произошедшие от наименований видов фауны	<i>От наименований домашних видов птиц</i>	<i>Лебяжий, Гусиный Гусынка</i>	8,4
	<i>От наименований видов рогатого скота</i>	<i>Козинка</i>	1,1
	<i>От названий предприятий животноводства</i>	<i>25 лет военнконе завода, Коннезавод им. Буденова</i>	2,1
	<i>От наименований прочих видов скота</i>	<i>Конькино, Золотое Руно</i>	3,2
Сельскохозяйственные топонимы, произошедшие от наименований видов флоры	<i>От наименований видов плодово-ягодных деревьев</i>	<i>Грушевка, Яблонная Абрикосовый, Вишневка</i>	13,7
	<i>От наименований видов овощных культур</i>	<i>Арбузовка, Гороховский</i>	3,2
	<i>От наименований видов культивируемых кустарников</i>	<i>Виноградный Боярышниковый Лозовой</i>	6,3
	<i>От наименований видов культивируемых лекарственных и декоративных растений</i>	<i>Чабрецы, Осокино, Тюльпаны</i>	4,2
	<i>От наименований видов зерновых культур</i>	<i>Колос, Зерноград</i>	6,3
Сельскохозяйственные топонимы, произошедшие от названий сельскохозяйственных орудий труда	-	<i>Хомутец, Старый Хомутец, Коса</i>	8,4
Сельскохозяйственные топонимы, характеризующие плодородие	-	<i>Зеленолугский Чалтырь, Плодородное</i>	10,5
Сельскохозяйственные топонимы, демонстрирующие границы наделов	-	<i>Межевой, Междупольный, Полосачи</i>	3,2
Сельскохозяйственные топонимы, произошедшие от наименования угодий	-	<i>Огородное, Садовый Овощной, Огородный Молодой Сад</i>	20
Идеологически окрашенные сельскохозяйственные Топонимы	-	<i>Агропролетарский Советский Дар, Целичный, Красный сад</i>	7,4
Топонимы с неуточненной этимологией и единичные названия	-	<i>Ботановский, Жигули</i>	2,1

Из представленной таблицы можно проследить, что самым многочисленными семантическими группами сельскохозяйственных топонимов Ростовской области закономерно являются названия, произошедшие от наименований видов флоры 33,7 % и фауны 14,8 %, в совокупности, составляющие 48,5 %. Второй по представленности группа топонимов – географические названия, произошедшие от наименований типов сельскохозяйственных угодий, таковых насчитывается 20 %. Примерно одинаково представлены топонимы, характеризующие плодородие 10,5 %, топонимы произошедшие от названий сельскохозяйственных орудий 8,4 % и содержащие в своем составе идеологический компонент 7,4 %. Остальные группы топонимов в совокупности составляют 5,3 % от общего их числа.

Учитывая полиэтническую историю заселения территории нынешней Ростовской области, стоит также рассмотреть пространственное распределение сельскохозяйственных топонимов различного языкового происхождения (**Рисунок 1; Рисунок 2**).

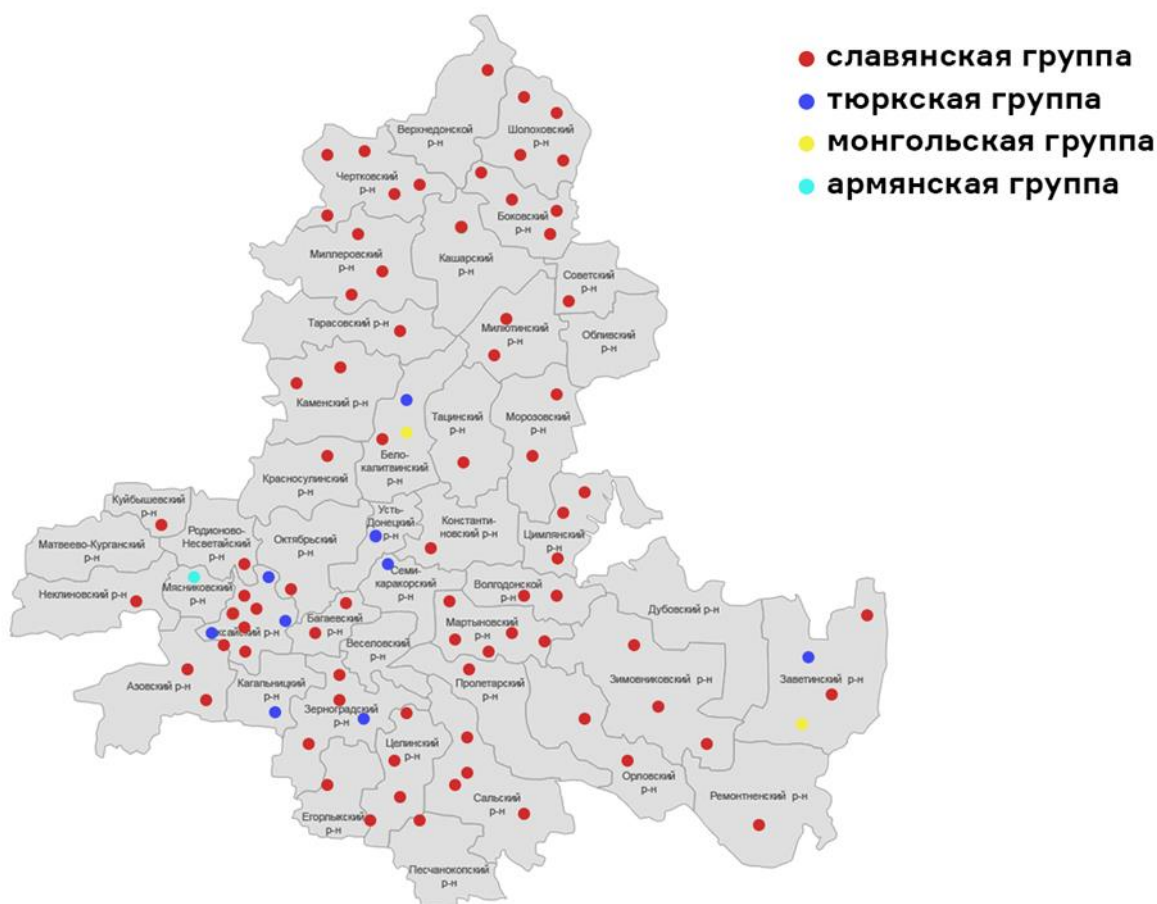


Рисунок 1 – Карта распространения сельскохозяйственных топонимов различных языковых групп (составлено авторами)

Исходя из картосхемы выше, очевидно, что сельскохозяйственные топонимы славянского происхождения получили распространение по всей территории Ростовской области. Кроме того, стоит отметить тот факт, что в северной части региона распространены сельскохозяйственные топонимы исключительно славянского происхождения. На юго-востоке и в центральной части области, в районе административной границы с республикой Калмыкия точно встречаются сельскохозяйственные топонимы монгольского (калмыцкого) происхождения. Эти же районы и в целом характеризуются большим распространением калмыцких топонимов (в частности, гидронимов). Сельскохозяйственные топонимы тюркского происхождения являются как правило производными от более древних географических названий гидрографических и иных объектов. Тюркские топонимы

получили распространение на юго-западе области и точечно в центральной и юго-восточной ее частях. Сельскохозяйственные топонимы армянского происхождения самые малочисленные и присутствуют только в зоне компактного расселения донских армян – в Мясниковском муниципальном районе.

Рассматривая процентное распределение сельскохозяйственных топонимов исходя из их языкового происхождения видно, что наиболее распространёнными являются географические названия, относящиеся к славянской языковой группе, их доля в рассматриваемом топонимическом спектре составляет 87 %, что несомненно подтверждает тезис о славянском топонимическом фоне региона. Следующей по распространённости является тюркская языковая группа, включающая 10 % сельскохозяйственных топонимов, самыми малочисленными группами можно обозначить топонимы монгольского и армянского происхождения, которые насчитывают 2 % и 1 %, соответственно.

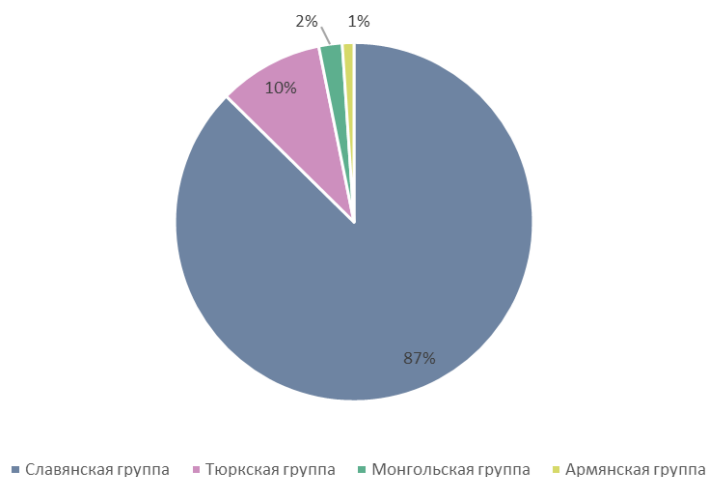


Рисунок 2 – Языковое происхождение сельскохозяйственных топонимов Ростовской области, % (составлено авторами)

Проведенное исследование показало, что сельскохозяйственные топонимы получили достаточно широкое распространение по всей территории региона, всего насчитывается 95 топонимов, относящихся к данной категории. Разработанная классификация сельскохозяйственных наименований представляет собой обобщенный и систематизированный результат работы с массивом географических названий и отображает семантические особенности происхождения топонимов.

Предложенная авторами классификация, дает основания утверждать, что из числа сельскохозяйственных топонимов наиболее распространены названия, произошедшие от наименования флоры. На втором и третьем месте находятся топонимы, образованные от наименований угодий и произошедшие от наименования видов фауны, соответственно. Наименьшей долей от общего числа географических названий принадлежат сельскохозяйственным топонимам, демонстрирующие границы наделов и единичным названиям.

Представленная в работе карта ареалов распространения сельскохозяйственных топонимов демонстрирует географическое положение исследуемых географических названия и их языковую принадлежность. Большинство сельскохозяйственных топонимов принадлежат славянской языковой группе, которая составляет топонимический фон Ростовской области. Кроме того, достаточно обширно представлена тюркская группа. Наименее представлены сельскохозяйственные топонимы монгольского (калмыцкого) и армянского происхождения, ареалы которых находятся в центральной, юго-восточной и юго-западной частях области.

В заключении авторы считают необходимым отметить, что представленная семантическая классификация обладает достаточной гибкостью и может быть адаптирована как для исследования сельскохозяйственных топонимов других регионов, так и дополнена и переработана для уже рассмотренного региона – Ростовской области.

Список литературы

- 1 Бессмертный, И. В. К вопросу о классификации гидронимов Ростовской области / И. В. Бессмертный, Ю. Ю. Меринова, В. В. Петров // Успехи современного естествознания. – 2021. – №. 2. – С. 82–87.
- 2 Евсеева, О. С. Вопрос о классификации топонимов русско-белорусского приграничья / О. С. Евсеева // Вестник МГОУ. Серия «Русская филология». – 2014. – №. 4. – С. 61–65.
- 3 Манджиева, Э. Б. Гидронимы калмыцкого происхождения на Юге России / Э. Б. Манджиева, Н. А. Кичикова // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. Серия: Филологические науки. – 2017. – №. 8 (121). – С. 86–90.

D. S. Batalov, A. A. Inevatova, I. V. Bessmertnyi

SEMANTIC FEATURES OF AGRICULTURAL TOPONYMS IN THE ROSTOV REGION

*Southern Federal University (SFedU),
Rostov-on-Don, Russia,*

batalov02@bk.ru, inevat.anna@gmail.com, bessmertny74@gmail.com

Abstract. In the presented study, the authors tried to develop a semantic classification of agricultural toponyms in the Rostov region. The language groups to which the toponyms under consideration belong were determined, and the areas of their distribution were indicated. According to the authors, the resulting classification has the potential for further development and refinement, and other materials presented can be used for historical and toponymic analysis of the region.

Keywords: Rostov region, agricultural toponyms, semantics, classification of toponyms

УДК 913 (314. 18)

И. В. БЕССМЕРТНЫЙ

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

*ФГОУ ВО «Южный федеральный университет»,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация,
bessmertny74@gmail.com*

В данной статье автор делает обзор современных представлений о понятии пространственное развитие, предлагает авторскую методику оценки сбалансированности пространственного развития, состоящую из шести этапов и включающую в себя пять основных факторов развития: экономический, демографический, природно-ресурсный потенциалы развития, экологическая ситуация и уровень и качество жизни населения.

Ключевые слова: пространственное развитие, региональное развитие, устойчивое развитие, сбалансированное развитие.

На современном этапе развития научного знания такая категория науки как пространственное развитие все еще остается достаточно дискуссионной несмотря на то, что она рассматривается многими исследователями, представляющими различные направления науки начиная от экономики и социологии и заканчивая географией. Если изначально дискуссия в этом направлении начиналась скорее, как теоретическая, то в настоящее время в связи с обострением проблем в экономическом и демографическом развитии, высоким уровнем внутрирегионального социально-экономического

неравенства, неравномерным развитием на региональном уровне, вопросы связанные с рациональным пространственным развитием во-первых, перешли в практическую плоскость и во-вторых, приобрели несомненную актуальность в исследовательском поле общественной географии.

В Российской Федерации для обеспечения пространственного развития страны была принята «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». Между тем для возможности реализации настоящей стратегии и разработки конкретных планов регионального пространственного развития необходимы комплексная оценка современного социально-экономического состояния региона и его пространственного развития, выявление и анализ структурных единиц и пространственной организации региона, разработка предложений по сбалансированному пространственному развитию. Здесь следует отметить, что теоретические и методологические подходы к изучению устойчивого и сбалансированного пространственного развития для территорий разного уровня разработаны недостаточно, нет общепризнанной методики оценки сбалансированности пространственного развития на региональном уровне. При этом известно, что проблематика пространственного развития страны и регионов рассматривается в работах П. Я. Бакланова [3, 4], С. С. Артоболевского и др. [1], Фундаментальные проблемы пространственного развития, [9] и др. Существующие методы изучения развития пространственных природно-антропогенных систем описаны в работах П. Я. Бакланова [3], Б. И. Кочурова [7], А. Д. Хованского [6].

Прежде чем представить разработанную методику оценки пространственного развития следует определиться со значением некоторых используемых в настоящем исследовании понятий.

Сбалансированное устойчивое развитие региона определяется как постоянное развитие экономической, социальной и экологической подсистем с учётом их согласованного взаимодействия, дающего синергетический эффект для обеспечения динамической стабильности региона.

Пространственное развитие – концепт более динамичный, по-разному определяемый различными авторами. По мнению Р. В. Бадараевой под пространственным развитием следует понимать «...комплекс организованных действий по управлению элементами и связями территорий, систему действий и политик, направленных на оптимизацию происходящих пространственных изменений» [2].

Некоторые исследователи, в числе которых выделяются В. Н. Лексин, А. Н. Шевцов, Е. Г. Анимица и В. Н. Лаженцев включают пространственное развитие в состав как им представляется более широкого концепта территориального развития, сводя собственно пространственное развитие к поступательному изменению пространственной структуры производительных сил [8].

П. Я. Бакланов тем временем определяет пространственное развитие как «...количественные и качественные приращения в отдельных социальных и экономических компонентах и их сочетаниях, которые вызывают изменения и их пространственных характеристик».

В Европейской хартии пространственного развития (1985) под «пространственным развитием» понимается «географическое отражение» экономической, социальной, культурной и экологической политики общества, направленной на сбалансированное региональное развитие и организацию пространства в соответствии с определенной стратегией.

В соответствии со Стратегией пространственного развития РФ (2019) пространственное развитие представляет собой усовершенствование системы расселения и пространственной организации народного хозяйства за счет реализации высокоэффективной политики органов государственного управления в области регионального развития.

В свою очередь А. Д. Хованский рассматривает пространственное развитие как устойчивое сбалансированное развитие пяти взаимосвязанных, взаимопроникающих и взаимозависимых компонентов: экономической сферы, социальной сферы, демографической ситуации, экологической обстановки и природных условий и ресурсов с учетом фактора пространственной организации указанных систем.

На основе указанных выше исследований была разработана методика комплексной оценки пространственного развития региона, которая включает следующие разделы:

1. Пространственная дифференциация и территориальная структура региона.

2. Установление и анализ основных факторов пространственного развития региона, оценка природно-ресурсного, экономического, демографического потенциалов, уровня и качества жизни населения, состояния окружающей среды.

3. Оценка социально-экономического и экологического развития территориальных образований региона.

4. Оценка сбалансированности пространственного развития территориальных образований и региона.

5. Анализ пространственного развития региона, выявление проблем и перспектив пространственного развития.

Этап 1. Пространственная дифференциация региона. В предложенной методике территориальными единицами комплексной оценки пространственного развития региона являются административные районы, городские округа, территориальные природно-антропогенные комплексы. Выделение административных районов и городских округов производится по административному делению территорий. Территориальные природно-антропогенные комплексы (ТПАК) устанавливаются по результатам природно-ресурсного зонирования территории и типам природопользования [6]. Определенные сочетания территориальных природно-антропогенных комплексов, типов природопользования и административно-территориальных единиц образуют территориальную структуру региона.

Этап 2. Установление и анализ основных факторов пространственного развития региона. Основные факторы и показатели развития территориальных образований включают в себя: а) демографический потенциал (оценка производится исходя из численности населения региона, естественного и миграционного прироста населения, демографической нагрузки, численности работающих) [5]; б) экономический потенциал (оценка производится исходя из объема промышленной и сельскохозяйственной продукции, оборота розничной торговли, объема реализации платных услуг населению, объема строительных работ, инвестиций в основной капитал); в) уровень и качество жизни населения (оценка производится исходя из денежных доходов населения, площади жилых помещений на одного человека, доли безработных, обеспеченности населения врачами, детской смертности); г) экологическая ситуация (антропогенная нагрузка, уровень загрязнения почв, атмосферы и водных объектов); д) природно-ресурсный потенциал (интегральный показатель из климатического, экологического и ресурсного потенциалов). Количественные значения показателей определяются на основании данных государственной статистики и другой имеющейся информации. Для того чтобы сопоставить между собой разнородные показатели любого фактора развития применяется пятибалльная система, в которой показатели ранжируются с помощью подобранных критериев. Интегральный показатель фактора развития определялся как сумма баллов отдельных показателей.

Этап 3. Оценка социально-экономического и экологического развития территориальных образований производится на основе результатов анализа основных факторов развития территорий как по территориальным природно-антропогенным комплексам, так и по отдельным муниципальным образованиям региона. Интегральным показателем уровня социально-экономического и экологического развития территории является суммарный индекс, определяемый как сумма балльных оценок основных факторов развития.

Этап 4. Оценка сбалансированности пространственного развития территориальных образований и региона. Для оценки сбалансированности развития разных территорий региона предлагается использовать следующие показатели: инвестиции в развитие территорий, объем строительных работ, состояние транспортно-логистической системы, удаленность от регионального административного центра. Исходя из этих показателей и ранее рассчитанных факторов развития можно построить лучевую диаграмму сбалансированности развития.

Этап 5. Анализ пространственного развития региона, выявление проблем и перспектив пространственного развития.

Этап 6. Разработка рекомендаций по сбалансированному пространственному развитию региона. Разработка рекомендаций базируется на результатах, полученных на предыдущих

этапах работы, а также на регулирующих различные сферы нормативно-правовых актах федерального и регионального уровней.

В заключении можно отметить, что представленная в настоящей работе методика оценки пространственного развития была апробирована на примере Ростовской области, по которой был опубликован ряд научных статей. Методика на взгляд автора показала свою эффективность и может быть, что, несомненно, является ее достоинством, с легкостью адаптирована для исследования любого регион или территориального образования иного уровня так как базируется на общедоступных статистических показателях и государственных нормативно-правовых актах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №. 20-35-90094.

Список литературы

- 1 Артоболевский, С. С. Пространство и развитие России: полимасштабный анализ / С. С. Артоболевский, П. Я. Бакланов, А. И. Трейвиш // Вестник РАН. – 2009. – №. 2. – С. 101–112.
- 2 Бадараева, Р. В. Теоретические аспекты концептуальных основ пространственного развития / Р. В. Бадараева // Социально-экономическое развитие России и Монголии: проблемы и перспективы : Материалы IV Международной научно-практической конференции. Т. 2. – Улан-Удэ, 2015. – С. 17–19.
- 3 Бакланов, П. Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении / П. Я. Бакланов. – М. : Наука, 2007. – 239 с.
- 4 Бакланов, П. Я. Подходы и основные принципы структуризации географического пространства / П. Я. Бакланов // Известия РАН. Сер. геогр. – 2013. – №. 5. – С. 7–18.
- 5 Бессмертный, И. В. Возможности определения демографического потенциала региона в контексте оценки сбалансированности его пространственного развития / И. В. Бессмертный // Географические аспекты устойчивого развития регионов : сб. материалов IV Международной научно-практической конференции / редкол. : А. И. Павловский (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины. – 2021. – С. 38–42.
- 6 Природный потенциал ландшафтов Ростовской области / А. М. Иванченко [и др.]. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2019. – №. 4. – С. 62–70.
- 7 Кочуров, Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие : учебное пособие / Б. И. Кочуров. – Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.
- 8 Суворова, А. В. Пространственное развитие: содержание и особенности / А. В. Суворова // Journal of New Economy. – 2019. – Т. 20. – №. 3. – С. 51–64. DOI: 10.29141/2658-5081-201920-3-4
- 9 Фундаментальные проблемы пространственного развития Российской Федерации: междисциплинарный синтез. – М. : Медиа-Пресс, 2013. – 664 с.

I. V. Bessmertnyi

METHODOLOGY FOR COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE SPATIAL DEVELOPMENT OF THE REGION

*Southern Federal University (SFedU),
Rostov-on-Don, Russia,
bessmertny74@gmail.com*

Abstract. In this article, the author makes an overview of modern ideas about the concept of spatial development, offers the author's methodology for assessing the balance of spatial development, consisting of six stages, and including five main development factors: economic, demographic, natural resource development potentials, environmental situation and level and quality the life of the population.

Keywords: spatial development, regional development, sustainable development, balanced development.

СФЕРИФИКАЦИЯ КАК ТЕХНОЛОГИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГАСТРОНОМИИ

¹ Учреждение образования «Национальный Детский Технопарк»,

ГУО «Средняя школа № 2 г. Орши»,

г. Орша, Республика Беларусь,

elizavetabullatova06@gmail.com

² Научно-исследовательский институт физико-химических проблем БГУ,

г. Минск, Республика Беларусь,

grinshpan@bsu.by

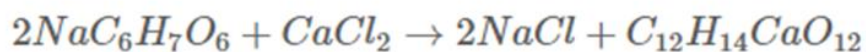
Рассматривается технология прямой и обратной сферификации как метод приготовления блюд молекулярной кухни, принципы которой соответствуют принципам «зеленой» химии. Изучено влияние концентрации альгината натрия, хлорида кальция, хлорида натрия и сахара на скорость образования, форму и прочность сфер. Предложены варианты рецептов блюд из капсулированных жидкостей с использованием технологии сферификации.

Ключевые слова: молекулярная гастрономия, сферификация, альгинат натрия, хлорид кальция, хлорид натрия, сахар, «зеленая» химия.

Молекулярную гастрономию мы сегодня воспринимаем как раздел науки о продуктах питания, который изучает физические и химические превращения ингредиентов, происходящие при приготовлении пищи. Этот термин и направление исследований своим происхождением обязаны физику Николасу Курти и химику Эрве Тису, которые первоначально предложили вариант «молекулярная и физическая гастрономия», поскольку, как сказал однажды Николас Курти: «Беда нашей цивилизации в том, что мы в состоянии измерить температуру атмосферы Венеры, но не представляем, что творится внутри суфле на нашем столе». Со временем, однако сохранился только сокращенный вариант и, он прочно утвердился для обозначения Food science, научного направления на стыке физики, химии и биологии, которое часто называют просто «молекулярной кулинарией» или «молекулярной кухней». В последнем случае имеется в виду современный стиль приготовления пищи, в котором используются различные научные инновации. В 2006 г. современные шеф-повара Хестон Блумменталь, Ферран Адриа и др. выступили против термина «молекулярная кухня» с манифестом «Новая кухня». Однако появившиеся после этого многочисленные термины «модернистская» кухня, «экспериментальная» кухня и т. п. так и не прижились [1].

В нашей стране, это направление и технология приготовления блюд в соответствии с рецептами и приемами молекулярной кухни только начинают складываться. В первую очередь они интересны сторонникам здорового образа жизни и правильного питания. Появились первые рестораны, правда, пока еще только с элементами молекулярной кухни. А тем временем помимо шеф-поваров молекулярной кухней начали заниматься и представители химической науки. В Белорусском государственном университете для участников Учреждения образования «Национальный детский технопарк» по направлению «Зеленая» химия» на каждой смене проводится занятие по молекулярной кухне. Принципы молекулярной кухни соответствуют принципам «зеленой» химии. Например, для приготовления пищи используют более низкие, чем в обычной кулинарии температуры.

Одной из технологий, которая сегодня используется в молекулярной кухне, является сферификация. Она была изобретена более 70 лет назад. Запатентовал её в 1948 году в Великобритании В. Песчардт (W. Peschardt), который работал в фармацевтической компании Унилевер (Unilever). Компания использовала маленькие сферические шарики, которые лопались во рту пациента, для доставки лекарств. С химической точки зрения технология основана на химической реакции между полисахаридом альгинатом натрия и ионами кальция.



В результате реакции между водными растворами альгината натрия и хлорида кальция образуется нерастворимый в воде альгинат кальция, который представляет собой сшитый полимер (рисунок 1).

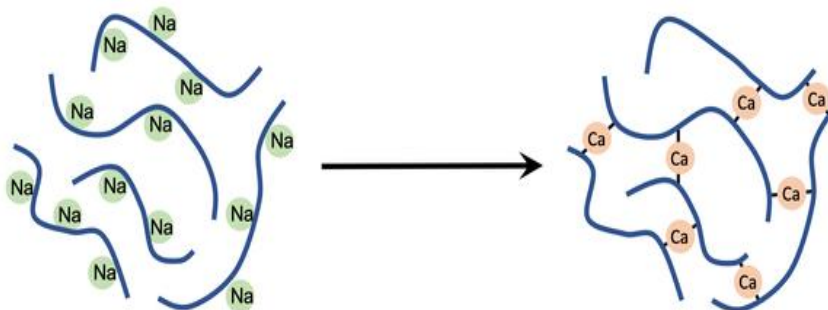


Рисунок 1 – Образование альгината кальция

Таким образом, если капать раствор альгината натрия в раствор хлорида кальция образуются сферы, на поверхности которых пленка, а внутри – жидкость. Эта технология называется «прямой» сферификацией. При обратной сферификации жидкость, содержащая ионы кальция, прикапывается к раствору альгината натрия.

Технику обратной сферификации применили в Испании братья Адриа, Ферран и Альберт, которые владели рестораном *eBulli*. По воспоминаниям А. Адриа, рейтинг ресторана после этого резко взлетел и сейчас он входит в топ-50 самых известных ресторанов мира.

Цель настоящей работы заключалась в изучении влияния концентрации хлорида кальция, хлорида натрия и альгината натрия на процесс сферообразования. Сферификация происходит, когда гидроколлоид, в нашем случае раствор альгината натрия, вводится в раствор, содержащий ионы кальция (мы использовали хлорид кальция, глюконат кальция и лактат кальция). В результате взаимодействия вокруг сферы возникает оболочка, а внутри основа сохраняется жидкой. Необходимо уточнить, что альгинат натрия добавляют во вкусовую основу, которая не должна содержать свободных ионов кальция.

Было установлено, что концентрация раствора хлорида кальция не должна превышать 0,5 %. В этом случае сферы образуются быстро, примерно за 15 секунд, имеют не очень толстую мембрану с жидкостью внутри, консистенция которой такая же, как и в начальном растворе. Сферы упругие и достаточно прочные. При более высокой концентрации, сферы образуются медленнее. При этом они меньше размером, а сама мембрана значительно толще. Наилучший коагулирующий эффект по сравнению с глюконатом и лактатом кальция дает хлорид кальция.

Концентрация соли и сахара также оказывает сильное влияние на процесс сферообразования. Интересно заметить, что чем выше концентрация соли – тем лучше растворяется альгинат, а чем выше содержание сахара – тем хуже. Перед началом опытов необходимо контролировать кислотность раствора полимера. Нужен уровень $\text{pH} > 3,6$. Чаще всего при добавлении сахара или соли pH понижается и приходится добавлять цитрат натрия. При концентрации соли выше 2,5 % в растворе сферообразование не происходит. В случае с сахаром все иначе: даже при отношении раствор:сахар 1:1 сферообразование происходит. Правда, на это требуется на порядок больше времени и образующиеся сферы менее упругие, менее прочные и очень быстро теряют сферическую форму, превращаясь в эллипсы.

Использование технологии сферификации позволило предложить ряд рецептов капсулированных блюд: чайные сферы с вареньем из ягодного сока, кофе со сливочными сферами и др. Преимуществом таких блюд является низкая калорийность и возможность их использования в диетическом питании.

Список литературы

1 Blanck, J. F. Molecular gastronomy: overview of controversial food science discipline / J. F. Blanck // J. Agric. Food Inf. – 2014. – Vol. 8. – № 3. – P. 75–85.

E. V. Bulatova¹, D. D. Grinshpan²

SPHERIFICATION AS A METHOD OF MOLECULAR GASTRONOMY

¹ Educational institution "National Children's Technopark", NDTP,
Minsk, Republic of Belarus,

elizavetabullatova06@gmail.com,

²BSU institution "Research Institute for Physical and Chemical Problems", RIPCPSU,
Minsk, Republic of Belarus,

grinshpan@bsu.by

Abstract. The technology of direct and reverse spherification is considered as a method of cooking molecular cuisine, the principles of which correspond to the principles of "green" chemistry. The influence of the concentration of sodium alginate, calcium chloride, sodium chloride and sugar on the rate of formation, shape and strength of the spheres was studied. Variants of recipes for dishes from encapsulated liquids using spherification technology are proposed.

Keywords: molecular gastronomy, spherification, sodium alginate, calcium chloride, sodium chloride, sugar, green chemistry.

УДК 658. 562

Е. И. ГАЛАЙ, Д. В. КИТАЕВ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧИМОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОАО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ БЕЛАРУСЬ»

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
gaom@mail.ru

Рассмотрен основной элемент системы управления окружающей средой ОАО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ БЕЛАРУСЬ». Изучена и представлена методика определения важнейших экологических аспектов.

Ключевые слова: система экологического менеджмента, экологические аспекты, важность экологических аспектов, образование отходов, выбросы, сбросы.

ОАО «Газпром Трансгаз Беларусь» – дочернее предприятие ПАО «Газпром». Предприятие ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» осуществляет свою деятельность в отрасли газовой промышленности и основными ее задачи является - газоснабжение потребителей Беларуси и транспортировка природного газа, а также обеспечение транзита российского газа по территории Республики Беларусь, и газификация населённых пунктов [1].

Система экологического менеджмента является одной из основной сфер деятельности предприятия. Данной сфера деятельности была сертифицирована на предмет качества международного стандарта ИСО 14001. Из-за чего можно сделать вывод о логичной и продуманной системе экологического менеджмента. Основной чертой оной является использования индивидуального подхода к определению собственно воздействия экологических аспектов (по группам аспектов и отдельным аспектам) и значимости воздействия экологического аспекта [1].

Так, индекс воздействия экологического аспекта (ИВ) рассчитывается по формуле 1:

$$\text{ИВ} = \text{К} * \text{Р} * \text{В}, \quad (1)$$

где К – количество или объем экологического аспекта; Р – распространение воздействия экологического аспекта; В – опасность данного воздействия [2].

Бальная оценка количества или объема экологического аспекта (К) проводится по-разному в зависимости от группы и типа экологического аспекта [2]:

1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, 3 балла при выбросах более 1000 т, 2 балла при выбросах менее или равных 1000 т и равных или большим 100 т, и 1 балл при выбросах менее 100 т.

2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от мобильных источников, 3 балла при выбросах более 2000 т, 2 балла при выбросах менее или равных 2000 т и равных или большим 200 т, и 1 балл при выбросах менее 100 т.

3. Сбросы сточных вод на городские очистные сооружения, 3 балла при сбросах более 10 т, 2 балла при сбросах равных 10 т и большим или равным 1 т, 1 балл при сбросах менее 1 т.

4. Образование отходов, 3 балла при образовании более 100 т, 2 балла при сбросах равных 100 т и большим или равным 10 т, 1 балл при сбросах менее 1 т.

5. Физические факторы воздействия на окружающую среду (шум, вибрации), 3 балла в случае постоянного воздействия (более 300 дней), 2 балла в случае продолжительного воздействия (30–300 дней), 1 балл в случае кратковременного воздействия (менее 30 дней).

6. Потребление водных ресурсов, 2 балла в случае потребления 10000 т, 1 балл, если потребление было меньше.

7. Воздействие на почвы (нарушение почвенного покрова в результате проведения строительных или ремонтных работ), 3 балл в случае нарушения более 50 % почвенного покрова, 2 балла в случае нарушения равным 50 % и большим или равным 10 % почвенного покрова, 1 балл в случае нарушения менее 10 % почвенного покрова.

8. Возникновение аварийных или внештатных ситуации определяется первоначально воздействие на окружающую среду – поступление загрязняющих веществ в окружающую среду (т/год) или поступление метана в окружающую среду (млн м³/год). В случае поступления загрязняющих веществ в окружающую среду, 3 балла при поступлении более 3 т, 2 балла при поступлении объемом равным 3 т и большим и равным 1,5 т, 1 балл при поступлении менее 1,5 т. В случае поступление метана в окружающую среду, 3 балла при поступлении более 6 млн м³/год, 2 балла при поступлении объемом равным 6 млн м³/год и большим или равным 3 млн м³/год, 1 балл при поступлении объёмом менее 3 млн м³/год;

Бальная оценка распространения экологического аспекта (Р), также определяется в зависимости от группы экологического аспекта [2]:

1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников всегда имеют 3 балла.

2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от мобильных источников всегда имеют 3 балла.

3. Сбросы сточных вод на городские очистные сооружения, 3 балла при сбросах загрязненных сточных вод без очистки, 2 балла при сбросах недостаточно очищенных сточных вод, 1 балл при сбросах на поля фильтрации или нормативно-очищенных сточных вод.

4. Образование отходов, 2 балла при захоронении, обезвреживании или хранении отходов, 1 балл при использовании.

5. Физические факторы воздействия на окружающую среду (шум, вибрации), 3 балла при воздействии на водную среду, 2 балл при превышении допустимого уровня воздействия на окружающую среду, 1 балл при отсутствии превышения допустимого уровня воздействия на окружающую среду.

6. Потребление водных ресурсов априори имеет 2 балла

7. Воздействие на почвы (нарушение почвенного покрова в результате проведения строительных или ремонтных работ), 3 балла при удалении всего почвенного профиля или при превышении фоновых концентраций ЗВ в районе размещения объекта, 2 балла при снятии плодородного слоя в соответствии с проектом, 1 балла воздействию только на поверхность почвы.

8. Возникновение аварийных или внештатных ситуации определяется количеством оных за год, 3 балла при 3 и более авариях в год, 2 балла при 2 авариях в год, 1 балл при 1 аварии в год;

Бальная оценка опасности воздействия экологического аспекта (В) также определяется в зависимости от группы и типа экологического аспекта [2]:

1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, 2 балла при выбросе следующих веществ: азот (II) оксид, азот (IV) оксид, метан. 1 балл при выбросе углерод оксида.

2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от мобильных источников, 3 балла в случае выброса загрязняющих веществ 1 класса опасности, 2 балла в случае выброса загрязняющих веществ 2 и 3 класса опасности, 1 балл в случае выброса загрязняющих веществ 4 класса опасности.

3. Сбросы сточных вод на городские очистные сооружения, 2 балла в случае сброса с нефтепродуктами, 1 балл в случае сброса с взвешенными веществами.

4. Образование отходов, 3 балла в случае образовании отходов 1 класса опасности, 2 балла при образовании отходов 2 и 3 класса опасности, 1 балл при образовании отходов 1 класса опасности и «неопасных».

5. Физические факторы воздействия на окружающую среду (шум, вибрации), 2 балла в случае шумового воздействия, 1 балл в случае вибрационного воздействия.

6. Потребление водных ресурсов, 3 балла при использовании поверхностных вод, 2 балла при получении воды из всех других возможных вариантов

7. Воздействие на почвы (нарушение почвенного покрова в результате проведения строительных или ремонтных работ), 3 балла при полной деградации почв или выводе земель из севооборота (для земель с/х назначения), 2 балла при выполнении культивации с отступлением от проектных нормативов или наблюдается снижение плодородия почв, 1 балл при рекультивации с восстановлением плодородия почв.

8. Возникновение аварийных или внештатных ситуации определяется ущербом от оных, 3 балла при размере вреда > 1. 000. 000 рос. руб, 2 балла при размере вреда от 500. 000 до 1. 000. 000 рос. руб, 1 балл при размере вреда менее 500. 000 рос. руб.;

Определение значимости экологических аспектов имеет ещё большую роль и определяется по формуле 2 [2]:

$$\text{ИЗЭА} = \text{ИБ} * K_1 * K_2^1 * K_2^2 * K_2^3 * K_3^1 * K_3^2, \quad (2)$$

где ИЗЭА – индекс значимости экологических аспектов на ОС, при этом учёт важности будет проводится, только если индекс воздействия будет равен больше 6 [2].

K_1 – коэффициент соответствия, установленным нормативами в области охраны окружающей среды. Коэффициент имеет значение 0 при полном соответствии, имеет значение 2 при превышении установленных нормативов;

K_2^1 – коэффициент соответствия нормативам воздействия на ОС. Коэффициент имеет значение 0,8 при отсутствии превышении допустимых выбросов, имеет значение 1 если не превышают временно согласованные выбросы или. норматив не был установлен, имеет значение 2 при превышении установленных значений или при несоблюдении установленной периодичности аналитического контроля;

K_2^2 – коэффициент выполнения предписаний контролирующих органов. Коэффициент имеет значение 1 при отсутствии неустраненных предписаний или срок действия предписаний не истёк, имеет значение 3 при наличии предписания с истекшим сроком;

K_2^3 – коэффициент учёта природоохранных и иных ограничений. Коэффициент имеет значение 1,5 при наличии природоохранных или иных ограничений, имеет значение 1 при отсутствии каких-либо ограничений;

K_3^1 – коэффициент экологических факторов. Коэффициент имеет значение 1. 2 при осуществлении выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов, имеет значение 1 при отсутствии оного;

K_3^2 – коэффициент учёта общественного мнения (жалобы, негативные публикации). Коэффициент имеет значение 1 при отсутствии обращений, имеет значение 2 при наличии единичных обращений (1–5 штук), имеет значение 3 при регулярных обращениях (более 5 штук).

Определение важности экологического аспекта происходит непосредственно по результатам расчёта индекса значимости экологических аспектов (ИЗЭА). Балл от 0 до 5,9 свидетельствует о незначительной важности аспекта, балл от 6 до 11,9 свидетельствует о повышенной важности экологического аспекта, балл от 12 до 29,9 свидетельствует о высокой значимости экологического аспекта, балл выше 30 говорит о чрезвычайной важности экологического аспекта [2].

Данная система помогает более подробно определить в сторону каких экологических аспектов стоит обратить внимание и предпринять соответствующие меры. Так как основными участками, которые участвуют в воздействии на ОС являются структурные подразделения, отвечающие за буровые и связанные с бурением скважин и обслуживанием их: ППТО г. Молодечно (№. 1, №. 2, №. 3), Прибугский участок по ремонту скважин, Осиповичский участок по ремонту скважин, Мозырский участок буровых работ, то и следует измерять воздействие на ОС именно на этих участках [2].

Непосредственное воздействие на ОС равно (на последний отчётный год – 2020 г.): выброс ЗВ в атмосферу из стационарных источников – 0,355 тонн, выброс ЗВ в атмосферу из мобильных источников – 63,181 тонн, образовавшихся отходов – 1164,858 тонн, потреблённых водных ресурсов – 5291 м³, сброс сочных вод – 0,102 тонны [2]. Всего число учтённых экологических аспектов составляет составляет 152 экологических аспектов. При этом значимыми является 29 экологических аспектов. Из них 4 экологических аспекта имеют повышенную значимость, а 25 – незначительную.

Список литературы

- 1 Официальный сайт ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://belarus-tr.gazprom.ru/>. – Дата доступа: 04. 04. 2022.
2. Фондовые материалы ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

E. I. Galai, D. V. Kitaev

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE SIGNIFICANCE OF ENVIRONMENTAL ASPECTS OF JSC GAZPROM TRANSGAZ BELARUS ACTIVITIES

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
gaom@mail.ru*

Abstract. Exclusion of the main element of the turnover management system of JSC GAZPROM TRANSGAZ BELARUS. Studied and proposed a methodology for determining environmental environmental aspects.

Keywords: system-environmental management, environmental aspects, excessive environmental aspects, waste generation, emissions.

ENERGY EFFICIENCY OF WASTE-TO-ENERGY POWER PLANTS

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
oldmanjoseph365@gmail.com, myshlion@mail.ru*

The economic development of the most industrialized countries has entailed a gradual increase in waste production. Growing environmental and public health concerns, combined with the possibility of using these byproducts of ordinary life as a valuable energy resource, have led to a search for alternative methods of final disposal of waste.

Key words: waste to energy, municipal solid waste, power plant, incineration, recycling, efficiency.

Every year millions ton of waste is being thrown into landfills, that causes many environmental and human health problems. The Waste-To-Energy (WTE) incineration power plant could decrease significant amount of waste accumulation and reduce disease spread. In addition to that, it could also generate energy from multiple ways. Like generating electricity through turbines or using hot water produced during the process in communal services, like heating houses. During the incineration process biogas, biofuel or many other different syngas formulas could be generated in addition to electricity, and communal benefits. This is very cheap way to reduce waste accumulation process with getting significant amount of energy. This could help many industrialized countries with waste disposal problems.

The most industrialized countries' economic prosperity has resulted in a gradual increase in garbage output. Growing environmental and public health concerns, as well as the possibility of utilising these waste byproducts as a valuable energy resource, have prompted a quest for new trash disposal solutions. The advantages of incineration over landfilling include energy recovery and large reductions in waste mass and toxicity. Municipal solid waste (MSW) energy conversion in Waste-To-Energy (WTE) power plants is one of the key means of combined waste management in this environment; its potential is rising around the world, both in terms of the number of plants and the capacity expanded by government rules. Direct combustion on a moving grate to produce superheated steam that feeds a steam turbine in the Hirn's cycle is the primary technology for extracting energy from MSW. The total amount of energy recovered from MSW combustion varies based on the composition, mass flow rate, and lower calorific value of the MSW fed to the boiler, combustion technology and thermodynamic cycle parameters. A WTE power plant's thermodynamic efficiency is primarily governed by the following factors:

- 1) maximum steam cycle temperature, which is limited by well-known corrosion problems mainly affecting the high-temperature section;
- 2) due to the temperature limitations of superheated steam, a low evaporation pressure is needed to avoid a high liquid fraction at the steam turbine outlet;
- 3) typical modest capacity and mass flow rate of VTE power plants imply low isentropic efficiency of the steam turbine. Therefore, the thermodynamic efficiency of VTE power plants usually fluctuates in the range of 25 % ÷ 30 %.

Landfilling was the cheapest and easiest technique of final waste treatment among all MSW processing methods. Increasing environmental and public health concerns, as well as the potential to utilise these remnants of everyday life as a valuable energy resource, have prompted the quest for alternate final waste disposal techniques. In most Eu states, landfill is still the most common waste management option, with only a few exceptions (such as the Netherlands, Denmark, and Sweden) having a diverse range of final waste disposal options. Incineration as a waste management strategy varies widely by nation; the percentage of garbage burnt ranges from zero (in eastern countries) to nearly 50 %, with an average of 20 % in 2009. In comparison, nine states discard more than 80 % of their total MSW production. Germany, Austria, the Netherlands, Sweden, Denmark, and Belgium landfill less than 10% of their domestic waste.

Organic garbage, which is biodegradable and comes from plants or animals, such as food and kitchen waste, is separated from green waste, such as cut branches, and inorganic waste, which includes plastic, paper, glass, and metals. However, in terms of WtE incineration, MSW can be classified as "combustible" or "non-combustible." Combustible garbage includes organic waste as well as other combustible waste such as paper, plastic, and textiles that have not been sorted as recyclable materials on-site. Ceramic dishes (cups, plates, flower pots, etc.), metals, glass (bottles, flower vases, mirrors, etc.), ashes, and other materials are examples of non-combustible garbage. Such non-combustible garbage must be separated from the waste to be burned at the source).

In general, a WtE power plant may include the following processes and sections:

- receiving incoming waste;
- storage of waste and raw materials;
- waste pretreatment (on-site or off-site if necessary);
- loading waste into the technological process;
- thermal treatment of waste;
- energy regeneration (e. g., in a boiler) and conversion;
- flue gas cleaning;
- flue gas cleaning residue management (from flue gas cleaning);
- flue gas venting;
- emissions monitoring and control;
- wastewater control and treatment (e. g., from site drainage, flue gas treatment, storage);
- disposal and treatment of ash/ash (generated at the combustion stage);
- residue dumping/removal of solid residue.

Waste collection and storage A garbage delivery area is where vehicles, trains, or containers arrive to deposit rubbish into a bin, generally after visual inspection and weighing.

Waste incineration is the oxidation of combustible elements found in waste. Waste is a very heterogeneous substance that mostly consists of organic stuff, minerals, metals, and water. Organic combustibles ignite after reaching the requisite ignition temperature and being exposed to oxygen. If the calorific value of the waste and the oxygen supply are sufficient, the combustion process occurs in the gas phase in a fraction of a second and energy is released at the same time. This has the potential to cause a thermal chain reaction and self-sustaining combustion. Other fuels are not required.

The flue gases must be subjected to a temperature of at least 850 °C for at least 2 seconds following the last injection of secondary air, according to modern requirements. As a result, the furnace must feature a combustion chamber or afterburning chamber that is elevated above the grate. The ultimate burning of the flue gases occurs in this chamber, and secondary combustion air is injected in the needed quantity and in such a way as to achieve maximum velocity.

When constructing a WtE incinerator, it is critical to evaluate the environmental impact of various air pollutants, particularly in terms of public knowledge and acceptability. Dust, acid gases, NO, dioxins, and mercury are examples of air pollutants that must be regulated. Filtration is used to remove air contaminants from flue gas using bag filters. Before the flue gas goes through the bag filter, an alkaline agent, such as lime powder or powdered activated carbon, is injected into it. Filtration removes the dust. Acidic gases like hydrochloric acid and sulfur dioxide are eliminated when they react with an alkaline substance. Dioxins and mercury are adsorbed and removed by powdered activated carbon. It is required to regularly measure the concentration of flue gases, dust, hydrochloric acid, and sulfur dioxide in order to manage them.

WtE plants generate around 14 million MWh of energy every year. Per metric ton of MSW, approximately 0.55 MWh. The most recent WtE plants are much more energy efficient, with the AEB Amsterdam WtE producing more than 0.7 MWh for metric ton. On average, the new WtE plants are expected to produce 0.6 MWh per ton. As an example, a WtE plant processing 300,000 tons per year would generate 180,000 MWh. If the plant is built in or near a city with or plans to create a district heating system, the WtE can provide an additional 180,000 MWh of heat, if not more. This second benefit of WtE is extensively utilized in Denmark, where 28 WtE plants service a population of 5.5 million. These facilities, which are nearly invariably located in or near residential areas, supply 30% of the country's district heating.

WTE plants use the least amount of coal, oil, natural gas, and other fossil fuels to generate electricity. One WTE facility in Huntsville, Alabama, for example, reduces the consumption of 200,000 barrels of oil each year. The mass burning of one ton of municipal solid trash saves one barrel or 0.25 tons of coal. This guarantees that contaminants are released into the environment as little as possible. It also solves the problem of solid waste disposal and landfill, reducing the demand for more land. WTE plays an essential role in reducing landfill methane and CO₂ emissions, hence postponing the problem of global warming.

To examine the economic and environmental implications of MSW, a case study was undertaken at the Taman Beringin Landfill in Malaysia, evaluating alternative processes such as incineration, landfill gas recovery, and anaerobic digestion. The results demonstrated that incineration could provide 1,430 MWh/day of heat and 480 MWh/day of electricity from 1,000 tons of MSW per day.

List of literature

1 Levae, M. S. Waste to Energy: Conventional and Plasma Gasification Experimental and Model Studies / M. S. Levae. – Ontario : University of Waterloo, 2013. – С. 5–29.

Ю. А. Гаррыев, Т. А. Тимофеева

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ОТХОДЫ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
oldmanjoseph365@gmail.com, myshlion@mail.ru*

Экономическое развитие большинства промышленно развитых стран повлекло за собой постепенное увеличение производства отходов. Растущая забота об окружающей среде и здоровье населения в сочетании с возможностью использования этих побочных продуктов обычной жизни в качестве ценного энергетического ресурса привели к поиску альтернативных методов окончательного удаления отходов.

Ключевые слова: отходы в энергию, твердые бытовые отходы, электростанция, сжигание, переработка, эффективность.

УДК 631.85:631.83

С. В. ГЕРАСИМЕНКО, Т. А. ТИМОФЕЕВА

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АДАПТАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
serxio.gerasimencko2017@yandex.by, myshlion@mail.ru*

Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме влияния изменения климата на здоровье населения и даны рекомендации по адаптации населения к изменению климата. Довольно сложно определить точный ущерб, который наносит изменение климата здоровью человека и определить все факторы, негативно влияющие на его физическое состояние. В первую очередь, из-за изменения климата ухудшается качество окружающей среды.

Ключевые слова: здоровье населения, изменения климата, организм, вода, температура, заболеваемость, окружающая среда.

При изучении воздействия изменений климата на социальные сферы много внимания следует уделять воздействию изменения климата на здоровье населения.

В связи с прогнозируемым изменением климата можно выделить несколько основных факторов, которые влияют на здоровье населения:

- увеличение количества чрезвычайных ситуаций (ураганы, наводнения, лесные пожары, скважины и т. д.);
- увеличение продолжительности «горячего» периода (аномальная жара);
- увеличение количества острых кишечных инфекций;
- увеличение количества вредителей и патогенных организмов;
- ухудшение качества воды и пищи;
- повышенная нагрузка на организм, которая вызывает стресс.

Частыми природными явлениями в Республике Беларусь являются наводнения, которые затрагивают не только здоровье людей, но и влияют на их материальное благополучие. В результате крупных наводнений гибнет урожай, растет социальная напряженность, связанная с посттравматическим стрессом, ухудшается благополучие людей. Кроме того, благодаря продолжительности наводнений, значительно возрастает риск острых и хронических заболеваний, передаваемых различными типами инфекций с водой и продуктами питания, а также ухудшение качества и нехватки питьевой воды из-за химических загрязнителей, попадающий в источники водоснабжения.

Ухудшение качества воды из-за увеличения микробной нагрузки приводит к увеличению заболеваемости острыми кишечными инфекциями. Каждый год в нашей стране регистрируется около 10 – 16 тыс. случаев острых кишечных инфекций.

Также, увеличение количества лесных пожаров отрицательно влияет на здоровье населения, поскольку пожары, особенно длительные, значительно изменяют состав атмосферного воздуха, наносят вред органам дыхания и системе кровообращения [1].

Неблагоприятные погодные явления влекут за собой и косвенные последствия, вследствие чего увеличивается количество различных насекомых (комаров и мошек, активизирующих клещей) в результате наводнения территорий, увеличивается период их потенциальной инфекционной опасности. Так же возможны нарушения водоснабжения и работы канализации. В результате рост кишечной инфекционной заболеваемости увеличивается.

Еще один важный фактор изменения климата, оказывающий негативное влияние на здоровье человека, представляют собой длительные периоды аномального тепла (тепловые волны). Поскольку глубина и скорость дыхания, поставка в клетки и ткани кислорода, характер образования крови, скорость кровообращения также зависят от температуры окружающей среды, даже краткосрочное повышение температуры может привести к повышенной смертности. Кроме того, многие виды лекарств могут напрямую влиять на центральные и периферические механизмы терморегуляции или увеличивать нагрузку на сердце и, следовательно, теплообмен. Сильное тепло может увеличить токсичность лекарственных средств или снизить их действие.

Повышенная влажность воздуха так же влияет на состояние здоровья населения. Территория Республики Беларусь характеризуется высокой влажностью в течение всего года, что наряду с увеличением температуры воздуха в отдельные периоды, негативно сказывается на здоровье. Так же к негативным последствиям изменения климата относится интенсивность погодных изменений. Острые падения атмосферного давления влекут за собой нарушение дыхательного процесса, увеличение риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Рекомендации по адаптации населения к изменению климата. Изменение климата, и, в частности, увеличение вероятности и частоты неблагоприятных погодных явлений, оказывает негативное влияние на здоровье и уровень жизни населения. Поэтому одним из ключевых моментов государственной социальной политики в области адаптации населения к изменению климата является раннее информирование населения о неблагоприятных погодных условиях и рисках, а также о защите населения в чрезвычайных ситуациях природного характера.

Чаще всего на практике принимаются следующие меры для снижения последствий природных чрезвычайных ситуаций и защите населения:

- долгосрочные мероприятия, проводимые задолго до начала чрезвычайной ситуации, чтобы предотвратить и уменьшить последствия;
- мероприятия, проводимые непосредственно перед природной чрезвычайной ситуацией и во время её, чтобы защитить жизнь и собственность людей;
- предварительные меры, направленные на улучшение эффективности чрезвычайных реактивных действий;
- деятельность, проводимая после стихийного бедствия, и включает в себя восстановительные работы.

Чтобы уменьшить последствия природных чрезвычайных ситуаций и обеспечить защиту населения в Беларуси, необходимо:

- внедрение передовых технологий мониторинга и технологий неотложной помощи;
- дальнейшее совершенствование государственной системы для предотвращения и устранения чрезвычайных ситуаций, для обеспечения эффективной защиты населения и территорий от природных чрезвычайных ситуаций;
- формирование рынка экологических услуг, внедрение экологического аудита и страхования;
- дальнейшее развитие национальной системы мониторинга окружающей среды;
- улучшение нормативно-правовой базы для охраны окружающей среды;
- включение климатических рисков в учебные программы медицинских учреждений;
- повышение осведомленности медицинских работников о рисках изменения климата для здоровья населения;
- улучшение грамотности населения по вопросам безопасности и правилам поведения в чрезвычайных ситуациях.

В частности, одним из наиболее распространенных способов снижения смертности, является введение медицинских систем профилактической работы с населением о правилах поведения при сильной жаре.

В то же время в каждом городе должна быть создана система, основанная на конкретных данных многолетних метеонаблюдений, с учетом инфраструктуры города для разработки профилактических мероприятий для населения.

В этом направлении правила строительства играют значительную роль, а именно, должны быть учтены факторы изменения климата при разработке строительных стандартов при проектировании зданий и сооружений.

С изменением климата должно быть учтено такое важное направление, как мероприятия по снижению концентрации загрязняющих веществ в атмосфере и улучшению качества воздуха [2].

Так же, из-за изменения климата повышается риск увеличения числа пожаров в лесах и на торфяниках, которые ухудшают качество окружающей среды. Здесь необходимо реализовать набор мер по предотвращению пожаров, а также по снижению негативных последствий пожаров.

Важным направлением в адаптации к изменениям климата должно быть снижение сброса загрязняющих веществ в водоемы, повышение эффективности очистки воды, а также ужесточение контроля за охраной водозаборных сооружений. Кроме того, важно вести образовательную работу с населением, информировать о методах очистки воды дома, а также соблюдению гигиенических правил, в частности для сельского населения.

Список литературы

1 Волчека, А. А. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А. А. Волчека, В. Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 239 с.

2 Методы оценки чувствительности здоровья человека и адаптации общественного здравоохранения к изменению климата // Всемирная организация здравоохранения, – Минск, 2005. – 133 с.

В. Н. ГУБИН

**АНАЛИЗ АКТИВНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЗОН ДЛЯ ОЦЕНКИ
УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
vngubin@mail.ru*

На основе комплексной интерпретации данных дистанционного зондирования Земли из космоса и геолого-геофизической информации достигается возможность выявления активных геодинамических зон земной коры с целью оценки устойчивости геологической среды при инженерных изысканиях, освоении месторождений полезных ископаемых и мелиорации земель.

Ключевые слова: активные геодинамические зоны, устойчивость геологической среды, космическая информация, геолого-геофизические данные, линеаменты, разломы земной коры.

Геологическая среда (ГС) является многокомпонентной динамической системой верхней части литосферы, устойчивость которой определяется геологическим строением, развитием эндогенных, экзогенных и техногенных процессов. Изменения, происходящие в отдельных компонентах ГС: в горных породах, почвах, подземных водах и в рельефе земной поверхности под воздействием природных и техногенных факторов, часто снижают ее устойчивость. Особую актуальность для оценки устойчивости ГС приобретает анализ активных геодинамических зон земной коры, сформировавшихся под воздействием тектонических напряжений, обусловленных внутренними силами Земли.

Геодинамические зоны представляют собой системы разломов, прямолинейные в плане участки повышенной трещиноватости горных пород и узлы пересечения разнонаправленных разрывных нарушений платформенного чехла и консолидированной части земной коры, активные на новейшем этапе (около 30 млн. лет) геологического развития. Методические приемы изучения геодинамических зон в связи с оценкой устойчивости ГС базируются на теоретической концепции новейшей активизации дизъюнктивных дислокаций слоистой структуры Земли, рассматриваемой в неотектонике и геодинамике [4, 6], космической геологии [1, 2] инженерной геодинамике [3, 5, 7] и в других направлениях динамической геологии.

Закономерности пространственной организации активных геодинамических зон земной коры устанавливаются на основе комплексной интерпретации космогеологических и геолого-геофизических данных. Инновации в геодинамических исследованиях на территории Беларуси связаны с дистанционным зондированием Земли Белорусским космическим аппаратом. Оптико-электронная съемочная система спутника позволяет в панхроматическом режиме получать космические снимки (КС) в спектральном интервале 0,54–0,86 мкм с разрешением объектов на земной поверхности около 2 м, а в мультиспектральном – в четырех спектральных каналах от 0,46 до 0,84 мкм с пространственным разрешением 10 м. Космическая информация с отечественного спутника в комплексе с геолого-геофизическими данными способствует решению первоочередных задач в изучении геодинамических зон и степени их воздействия на устойчивость ГС. Активные геодинамические зоны земной коры дешифрируются на КС в виде систем линеаментов, выраженных в рельефе земной поверхности и литолого-генетических комплексах четвертичных отложений. Индикаторами геодинамических зон являются линейно ориентированные фрагменты речных долин (рисунок 1), их резкая асимметрия, сгущенная параллельная ориентировка в плане русел рек, прямолинейные очертания тыловых швов террас, приуроченность озерно-болотных низин и котловин, ледниковых ложбин, гляциодислокаций складчато-чешуйчатого типа к определенным линиям, смена интенсивности

экзогенных процессов, линейная конфигурация геологических границ и изменения мощности различных горизонтов покровных отложений. Значительная протяженность дешифрируемых линеаментов и их отражение в различных сочетаниях геоиндикаторов свидетельствует о достоверности выделенных на КС геодинамических зон земной коры.



- 1 – линеаментная зона Малыньско-Туровского разлома;
2 – дугообразный линеамент Полесской кольцевой структуры

Рисунок 1 – Выраженность на космическом снимке геодинамической зоны, отражающей новейшую активизацию Малыньско-Туровского глубинного разлома

Геолого-геофизические данные позволяют определить соотношение активных геодинамических зон с особенностями разломной тектоники и их положение в пределах основных структурных подразделений платформенного чехла и консолидированной части земной коры. Геодинамические зоны подчеркиваются сгущением изолиний по поверхности кристаллического фундамента и маркирующим горизонтам чехла, системами коленообразных изгибов изолиний по этим горизонтам, расположенностью к участкам с аномальными мощностями осадочных образований. При комплексной интерпретации материалов магнито-, грави- и сейсморазведки обращается внимание на приуроченность геодинамических зон к осям линейных аномалий и резким закономерным сдвигам физических полей, что позволяет отождествить их с разрывными нарушениями. В активных геодинамических зонах отмечаются высокие значения и контрастность современных вертикальных движений земной коры, а также проявления сейсмических процессов. Важную роль играет изучение активных геодинамических зон в связи с оценкой устойчивости ГС при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. Геодинамические зоны оказывают влияние на инженерно-геологическую обстановку. Способствуют интенсивному развитию водной эрозии, карстовых и суффозионных явлений, образованию оползней и иных экзогенных геологических процессов. В геодинамических зонах активизируются также техногенные процессы, вызванные смещением массивов горных пород при освоении месторождений полезных ископаемых, нарушением естественного режима гидросферы в результате отбора подземных вод групповыми водозаборами и проведения мелиорации земель. и т. п.

Следует отметить, что при инженерных изысканиях в геодинамически устойчивых платформенных регионах наибольшее внимание уделяется особенностям проявления в рельефе земной поверхности экзогенных процессов и в меньшей степени – эндогенных. Вместе с тем, инженерно-геологическое обоснование устойчивости ГС и разработка комплекса рекомендаций по оптимизации проектных решений для строительства инженерных объектов должны базироваться на всестороннем анализе геодинамической обстановки планируемых площадей.

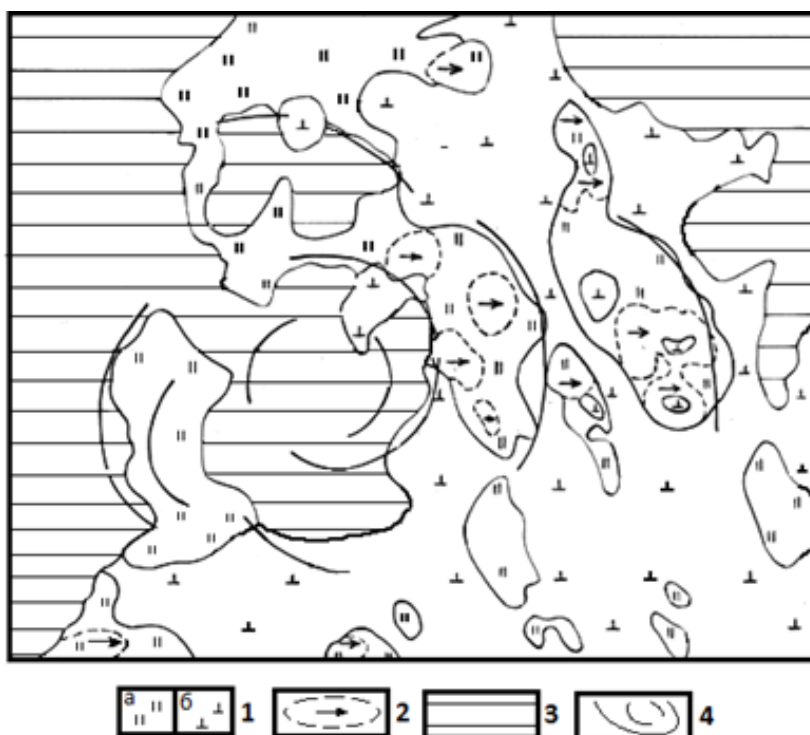
При оценке устойчивости ГС в связи с проведением инженерных изысканий следует обратить внимание, прежде всего, на активные геодинамические зоны, обнаруживающие связь с локальными разломами платформенного чехла и консолидированной части земной коры. Такие зоны имеют ширину 0,5–2 км и протяженность от нескольких до первых десятков километров. Преобладающее их простирание – диагональное и ортогональное. При этом на новейшем этапе геологического развития заметно активизировались геодинамические зоны с азимутом простирания 62–332°, 34–304°, 45–315° и 0–270. Высокой активностью отличаются узлы пересечения геодинамических зон. На таких участках происходит раскрытие многочисленных трещин и образование проницаемых зон земной коры, что создает условия для интенсивной циркуляции подземных вод и высокой обводненности верхних горизонтов платформенного чехла.

Активизация геодинамических зон, вызванная тектоническими напряжениями особенно в местах пересечения активных разломов, оказывает неблагоприятное воздействие на инженерно-геологические условия. При этом возникают деформации инженерных сооружений, происходят нарушения асфальтового полотна автомобильных дорог в виде его пучения и искривления, отмечаются аварии магистральных трубопроводов и другие негативные явления. В связи с проектированием, строительством и эксплуатацией различных инженерных объектов следует обратить внимание на пространственное распределение активных геодинамических зон, их влияние на развитие экзогенных геологических процессов и устойчивость породных массивов. В пределах таких участков необходимо с наибольшей степенью детальности проводить геофизические исследования, осуществлять бурение скважин и отбор проб горных пород для определения их физико-механических свойств.

Особую актуальность приобретает анализ активных геодинамических зон на территории Старобинского месторождения калийных солей. Такие зоны контролируют развитие техногенных сейсмических процессов и газодинамических явлений, формирование мульд сдвижения горных пород, вызванных эксплуатацией продуктивных горизонтов в достаточно ограниченном подземном пространстве шахтных полей четырех рудников. В пределах месторождения калийных солей и Старобинской центриклинали Припятского прогиба в целом очаги землетрясений техногенной и естественной корово-мантийной природы с интенсивностью сотрясаемости земной поверхности до 3-5 баллов (по шкале MSK–64) тяготеют к узлам пересечения активных геодинамических зон с азимутом простирания 287 и 45. Причем, среди сейсмогенерирующих линейных структур особо следует выделить Старобинскую геодинамическую зону, установленную по космогеологическим и геолого-геофизическим данным.

При оценке устойчивости ГС в южной части Беларуси необходимо обратить внимание на проявления новейшей активизации разломной тектоники Припятского прогиба. Геодинамические зоны в этом регионе отражают разрывные нарушения сбросово-сдвигового типа, предопределившие в условиях растяжения повышенную трещиноватость горных пород в верхней части платформенного чехла. В этих геодинамических условиях наблюдается усиление циркуляции подземных вод, повышается гидравлическая связь грунтовых вод с напорными нижележащих водоносных горизонтов. Высокая проницаемость пород чехла, в том числе покровных образований, приводит к избыточному увлажнению участков проявления сбросово-сдвиговых дизъюнктивов. Это обстоятельство явилось, возможно, одной из причин высокой обводненности массивов горных пород и развития процессов заболачивания в пределах Припятского Полесья вдоль линий активных геодинамических зон.

В геодинамических зонах отмечаются перепады значений поля силы тяжести литосферного пространства. Кроме того, современные вертикальные тектонические движения при средних значениях на территории Беларуси 1-2 мм/год над приподнятыми крыльями активных дизъюнктивов платформенного чехла Припятского прогиба достигают до 25-35 мм/год. Потенциальная энергетика экзодинамических процессов отражается резкими перепадами относительных высот рельефа земной поверхности, особенно в зонах разломов сбросового типа. По линиям раздела гравитационных аномалий заметно активизируются процессы водной и ветровой эрозии. С динамическими напряжениями воздымающихся в голоценовую эпоху неотектонических блоков связана активизация процессов дефляции мелиорируемых почв (рисунок 2).



1 – болотные природные комплексы с участками активного (а) и менее активного (б) осушения; 2 – очаги дефляции почв; 3 – аллювиальный террасированный ландшафт; 4 – пликативные ландшафтные аномалии, связанные с проявлением положительных современных вертикальных тектонических движений

Рисунок 2 – Развитие процессов дефляции мелиорируемых почв в пределах неотектонического поднятия по космогеологическим данным:

Таким образом, в результате комплексной интерпретации космогеологических и геолого-геофизических данных достигается возможность выявления активных геодинамических зон земной коры с целью оценки устойчивости ГС. Закономерности пространственного распределения геодинамических зон целесообразно учитывать при инженерных изысканиях, освоении месторождений полезных ископаемых и проведении природоохранных мероприятий в связи с мелиорацией земель.

Список литературы

1 Гридин, В. И. Системно-аэрокосмическое изучение нефтегазоносных территорий / В. И. Гридин, А. Н. Дмитриевский. – М. : Наука, 1994. – 285 с.

2 Губин, В. Н. Геодинамика новейшего этапа развития земной коры территории Беларуси по космогеологическим данным / В. Н. Губин // Палеогеодинамика нефтегазоносных бассейнов Восточно-Европейской платформы. – Минск, 1994. – С. 88–99.

3 Современные активные зоны нарушения сплошности верхней части земной коры на территории Екатеринбурга / А. Н. Гуляев [и др.] // Инженерная геология. – 2008. – №. 1. – С. 13–16.

4 Карабанов, А. К. Неотектоника и неогеогеодинамика запада Восточно-Европейской платформы / А. К. Карабанов, Р. Г. Гарецкий, Р. Е. Айзберг. – Минск : Беларус. навука, 2009. –183 с.

5 Копылов, И. С. К разработке теории о геодинамических активных зонах и эколого-геодинамическая оценка трасс линейных сооружений / И. С. Копылов // Академический журнал Западной Сибири. Тюмень. – 2013. – Т. 9. – №. 4. – С. 17.

6 Николаев, Н. И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы / Н. И. Николаев. – М. : Недра, 1988. – 491 с.

7 Ревзон, А. Л. Аэрокосмические методы оценки опасности зон тектонических разломов при создании и эксплуатации транспортных сооружений / А. Л. Ревзон // Транспортное строительство. – 1998. – №. 11. – С. 8–10.

V. N. Gubin

ANALYSIS OF ACTIVE GEODYNAMIC ZONES FOR ASSESSING THE STABILITY OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
vngubin@mail.ru*

Abstract. On the basis of a comprehensive interpretation of the data of remote probe of the Earth from space and geological and geophysical information, the possibility of identifying the active geodynamic zones of the earth's crust is achieved in order to assess the stability of the geological environment during engineering surveys, the development of mineral deposits and land reclamation.

Keywords: on active geodynamic zones, the stability of the geological environment, cosmic information, geological and geophysical data, lines, faults of the earth's crust.

УДК 568+569+7. 046. 1

К. А. ГУСЕВА¹, А. П. ГУСЕВ²

АНАЛИЗ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОТОТИПОВ МИФОЛОГИЧЕСКИХ ЖИВОТНЫХ

¹ГУО «Средняя школа № 26 г. Гомеля»,

²Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь

Предложена методика оценки соответствия палеонтологических прототипов мифологических животных. Приведены и рассмотрены результаты анализа палеонтологических прототипов популярных мифологических животных.

Ключевые слова: мифологические животные, палеонтология, палеонтологическая летопись, вымершие животные.

Являются ли мифологические животные плодом человеческого воображения или имеются некие вымершие прототипы этих животных? Если таковые прототипы существовали, то

можно оценить, насколько они могут соответствовать мифологическим животным. Палеонтологическая летопись, несмотря на свою неполноту, включает значительное количество сравнительно хорошо описанных и изученных вымерших животных, населявших планету в мезозойскую и кайнозойскую эры.

Была разработана следующая методика исследования. Для оценки соответствия палеонтологического прототипа мифологическому персонажу (животному) использовались следующие показатели:

- 1) соответствие морфологии (схожесть по морфологическим и анатомическим характеристикам);
- 2) соответствие функционала (схожесть по типу питания, образу жизни);
- 3) пересечение географического ареала с ареалом существования человека разумного (соответствие ареалов);

4) пересечение временного интервала существования с временным интервалом существования человека разумного (временное соответствие).

Каждый показатель оценивался в баллах по 3-бальной шкале: 1 балл – не соответствует; 2 балла – соответствует частично; 3 – соответствует. Общая оценка формируется суммой всех баллов. Чем выше суммарный балл, тем больше соответствие прототипа.

Прототипы выбирались из реально существовавших животных, остатки которых обнаружены и описаны палеонтологами, а среда обитания и экологическая ниша сравнительно хорошо реконструированы. В ходе анализа использовались литературные источники. Результаты приведены в таблице 1.

Тип почвы	Глубина слоя, см		
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²⁴¹ Am
Гидроморфные	8,50 – 11,49	13,74 – 18,67	6,79 – 7,02
Полугидроморфные	7,86	9,72	6,57
Автоморфные	6,30 – 6,99	8,00 – 8,50	6,26 – 6,33

Людоед – человекоподобный, но гигантского роста и чудовищной силы; поедает людей; живет в пещере (хижине). Возможные прототипы: гигантопитек (*Gigantopithecus*) и неандерталец (*Homo neanderthalensis*). Гигантопитек имел рост до 3 м, а вес 300-500 кг. Растительноядный. Географический ареал обитания – Китай, Индия, Таиланд, Вьетнам. Временной интервал – от 9-6 млн до 300-100 тысяч лет назад. Неандерталец имел рост 1,6-1,7 м. Всеядный. Географический ареал обитания – Европа. Временной интервал существования – 200-40 тысяч лет назад [1]. Морфологически на роль людоеда подходит гигантопитек. Но гигантопитек был мирным и растительноядным (питался бамбуком), а с современным человеком не пересекался и не контактировал. Несмотря на то, что неандерталец не был гигантом и, вероятно, не питался людьми (имеются данные, что все было наоборот), но он имеет относительно «людоедский» облик, главное пересекался во времени и пространстве с современным человеком (предполагается, что конкуренция за пищевые ресурсы и местообитания между эти двумя подвидами *Homo sapiens* носила очень острый характер).

Василиск – в средневековых источниках изображался в виде петуха со змеиным хвостом или петуха с крыльями дракона и хвостом ящерица. В наибольшей степени среди вымерших животных на роль прототипа подходят мезозойские рептилии – птеродактиль (из птерозавров, т. е. летающих ящеров) и ютараптор (из дромеозавров, относящихся к ящеротазовым динозаврам). Птеродактили (*Pterodactylus*) – плотоядные птерозавры с крыльями, образованными кожно-мышечной мембраной, которая снаружи поддерживалась кератиновыми гребнями. Представители подотряда *Pterodactyloidea* обитали почти на всех нынешних континентах, широко представлены в палеонтологической летописи. Ютараптор (*Utahraptor*) – плотоядный динозавр из семейства дромеозаврид, живших в меловом периоде. Ютараптор достигал размера 5-7 м, имел на втором пальце задних лап огромный серповидный коготь, был покрыт перьями. Оба претендента вымерли задолго до появления человека [2].

Таблица 1 – Результаты анализа палеонтологических прототипов

Мифологическое животное	Прототип	Критерии				Общая оценка
		1	2	3	4	
Людоед	Гигантопитек (<i>Gigantopithecus</i>)	3	1	1	1	6
	Неандерталец (<i>Homo neanderthalensis</i>)	2	1	3	3	9
Василиск	Птеродактиль (<i>Pterodactyloidae</i>)	2	1	1	1	5
	Ютараптор (<i>Utahraptor</i>)	3	1	1	1	6
Гигантский орел	Орел Хааста (<i>Harpagornis moorei</i>)	2	2	2	2	8
	Аргентавис (<i>Argentavis magnificens</i>)	3	2	1	1	7
Птица Рух	Диатрима (<i>Diatryma</i>)	2	2	1	1	6
	Моа (<i>Dinornis</i>)	2	1	2	2	7
Дракон	Тираннозавр (<i>Tyrannosaurus</i>)	2	2	1	1	6
	Птеранодон (<i>Pteranodon</i>)	2	2	1	1	6
	Мегалания (<i>Varanus priscus</i>)	1	1	2	2	6
Саблезубый тигр	Смилодон (<i>Smilodon</i>)	3	3	2	2	10
	Тилакосмил (<i>Thylacosmilus</i>)	2	2	2	2	8

Примечание. 1 – соответствие морфологии; 2 – соответствие функционала; 3 – соответствие географических ареалов; 4 – временное соответствие.

На роль мифологического гигантского орла могут претендовать несколько вымерших крупных птиц: орел Хааста (*Harpagornis moorei*) и аргентавис (*Argentavis magnificens*). Орел Хааста имел размах крыльев до 2,6 м, обитал в Новой Зеландии, вымер вскоре после заселения островов людьми. Аргентавис имел размах крыльев до 7 м, обитал в Южной Америке в миоцене (около 5-8 млн лет назад), т. е. задолго до появления человека.

Птица Рух или птица-слон – птица огромных размеров, способная пожирать слонов, из арабской и персидской мифологии. В индуистской мифологии – Гаруда (царь птиц, ездовая птица бога Вишну). Гаруда и птица Рух в качестве палеонтологического прототипа может иметь таких вымерших гигантских птиц, как диатрима и моа. Диатрима (*Diatryma*) достигала в высоту 2 м, весила до 100 кг, являлась хищником или падальщиком, умела хорошо бегать на двух ногах, обитала в эоцене. Кроме диатримы, хищные нелетающие птицы в палеонтологической летописи представлены семейством фороракосовых (*Phorusrhacidae*), представители (14 родов и 18 видов) которого обитали в Южной Америке долгое время (от 62 до 0,1 млн лет назад). Они достигали 3 м в высоту. Ископаемые остатки этих птиц относительно редки. Моа (*Dinornis*) – нелетающая бескилевая птица, достигала в высоту 3,6 м, веса до 250 кг, являлась растительноядной, обитала в Новой Зеландии, вымерла в историческое время [3, 4].

Прототипом дракона могут с большим допущением (так как ни одно из существовавших животных не способно дышать огнем) являться различные вымершие животные. Среди нелетающих рептилий прототипом дракона могут быть различные тероподы (ящеротазовые динозавры), ископаемые остатки которых могли попадаться людям, например, на территории древнего Китая. Среди теропод в медийном пространстве наиболее популярен тираннозавр (*Tyrannosaurus*), живший на территории современной Северной Америке в конце позднемиоценовой эпохи. Среди летающих рептилий – представители гигантских птерозавров. Например, птеранодоны (*Pteranodon*), имеющие размах крыльев 7 м, жившие в Северной Америке в позднемиоценовую эпоху, хорошо представлены в палеонтологической летописи [2]. Из более близких по времени к времени существования человечества можно выделить гигантскую ящерицу мегаланию (*Varanus priscus*), достигавшую 5-9 м в длину и массы до 2 т. Обитала мегалания в Австралии с 1,6 млн до 40 тысяч лет назад. Вымерла мегалания почти сразу после заселения Австралии человеком.

Прототипами саблезубого тигра служат смилодон (*Smilodon*) и тилакосмил (*Thylacosmilus*). Смилодон – это вымершие представители подсемейства саблезубых кошек

(*Machairodontinae*) семейства кошачьих (*Felidae*). Смилодоны жили с 2,5 млн до 10 тысяч лет назад. Были размером со льва или тигра, но характеризовались более крепким сложением и весом от 160-280 до 400 кг. Верхние клыки имели длину до 28 см. Широко представлены в палеонтологической летописи. Обитали в Северной Америке [5]. Тилакосмил или сумчатый саблезубый тигр – это вымершие представители семейства *Thylacosmilidae*. Обитал в Южной Америке в неогеновом периоде, вымер около 3 млн лет назад. Кроме, упомянутых смилодона и тилакосмила саблезубость имела место у более древних креодонтов (отряд *Creodonta*) – хищных млекопитающих, живших в палеогене (около 55-35 млн. лет назад). Ископаемые остатки креодонтов обнаружены в Евразии, Северной Америке и Африке.

Список литературы

- 1 Вишняцкий, Л. Б. Неандертальцы: история несостоявшегося человечества / Л. Б. Вишняцкий. – М. : Нестор-История, 2010. – 345 с.
- 2 Нэйш, Д. Динозавры. 150000000 лет господства на Земле / Д. Нэйш, П. Барретт. – М. : Альпина нон-фикшн, 2018. – 286 с.
- 3 Еськов, К. Ю. Удивительная палеонтология: история Земли и жизни на ней / К. Ю. Еськов. – М. : ЭНАС, 2008. – 312 с.
- 4 Резько, И. В. История птиц / И. В. Резько. – М. : АСТ, 2014. – 240 с.
- 5 Быстров, А. П. Саблезубые тигры / А. П. Быстров // Природа. – 1950. – №. 12. – С. 30–37.

К. А. Guseva¹, А. Р. Gusev²

ANALYSIS OF PALEONTOLOGICAL PROTOTYPES OF MYTHOLOGICAL ANIMALS

¹*State Educational Institution «School № 26 of Gomel»,*

²*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus*

Abstract. A method for assessing the correspondence of paleontological prototypes of mythological animals is proposed. The results of the analysis of paleontological prototypes of popular mythological animals are presented and considered.

Keywords: mythological animals, paleontology, fossil record, extinct animals.

УДК 574. 5 (476)

Е. П. ДУКО, В. Н. ЗУЕВ

РОДНИКИ КАК ИСТОКИ РЕКИ И РУЧЬЕВ (НА ПРИМЕРЕ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА)

*Барановичский государственный университет,
г. Барановичи, Республика Беларусь,
wald_k@rambler.ru*

В статье подводятся итоги изучения родников Барановичского района как истоков рек и ручьев. Изучено 42 родника, показан их вклад в формирование водного стока рек и ручьев. Ключевые слова: родники, Барановичский район, река, ручей, исток, гидрология.

Родники – естественный выход на земную поверхность подземной воды. Родники являются важными компонентами природных комплексов: они участвуют в формировании речного стока, часто являются истоком ручья или реки. Родники часто являются и как источниками питьевой воды [2].

Таблица 1 – Роль родников в формировании водного стока рек и ручьев

Название родника	Исток реки/ручья	Дополнение речного стока
Басины	Безымянный ручей	Река Басинка
Басины-Лесной	Безымянный ручей	Река Басинка
Вершок	Река Исса	
Гать	Безымянный ручей	Река Лохозва
Гирмантовцы	Безымянный ручей	Ручей Гирмантовка
Горельянка	Река Горельянка	Река Лохозва
Городищанка	Ручей Городищанка	Река Сервечь
Едунова	Безымянный ручей	Река Сервечь
Емельяновичи-1	Безымянный ручей	Река Своротва
Емельяновичи-2,3	Безымянный ручей	Река Своротва
Емельяновичи-4	Безымянный ручей	Река Своротва
Козловичи-1	Безымянный ручей	Ручей Доброполька
Козловичи-2	Безымянный ручей	Ручей Доброполька
Кочерыжка	Безымянный ручей	Ручей Кочерыжка
Кузевичи-Придорожный	Безымянный ручей	Река Молчадь
Кузевичи-Ярошево	Река Голынка	Река Молчадь
Кузевичи-Ярошево 2	Река Голынка	Река Молчадь
Лявоनावы крыницы	Ручей Маргач	Река Лохозва
Молчадь-Мурованка-1	Ручей Мурованка	Река Молчадь
Молчадь-Мурованка-2	Ручей Мурованка	Река Молчадь
Молчадь-Мельница	Ручей Мурованка	Река Молчадь
Молчадь-Сунгловщина	Ручей Сунгловщина	Река Молчадь
Павлиново	Ручей Кочерыжка	Река Деревянка
Пенчин	Безымянный ручей	Река Сервечь
Под дамбой	Река Деревянка	Река Лохозва
Подлозяны	Ручей Подлозяны	Река Молчадь
Постаринье	Безымянный ручей	Река Замошанка
Поручин	Безымянный ручей	Река Сервечь
Рабковичи	Безымянный ручей	Река Змейка
Рогозница	Безымянный ручей	Река Мышанка
Рогозница-Хутор	Безымянный ручей	Река Мышанка
Росаш	Ручей Росаш	Река Змейка
Рудаши	Безымянный ручей	Река Сервечь
Торчицы (Панский ключок)	Безымянный ручей	Река Щара
Тартаки	Ручей Тхоровка	Река Лохозва
Тартаки-Катихин	Безымянный ручей	Река Деревянка
Тиунцы	Безымянный ручей	Река Жеребилровка
Трацевичи	Безымянный ручей	Река Сервечь
Хатки-1	Река Лохозва	Река Щара
Хатки-2	Река Лохозва	Река Щара
Хатки-3	Река Лохозва	Река Щара
Ясенец (Кипяток)	Безымянный ручей	Река Сервечь

В данной статье на основании инвентаризации родников Барановичского района Брестской области, проведенной нами в 2018-2022 гг. в рамках реализации Водной Программы Коалиции Чистая Балтика в Беларуси [3], обобщаются результаты полевого изучения родников и определения их роли как истока ручьев или рек.

Барановичский район находится в границах Новогрудской возвышенности и Барановичской водно-ледниковой равнины, в бассейне Немана. Согласно гидрогеологическому районированию территория района соответствует Припятскому артезианскому бассейну. Условия формирования, закономерности распространения, питания и дренирования подземных вод обусловлены особенностями геологического строения рельефом поверхности и климатическими факторами. Области питания водоносных горизонтов приурочены к водораздельным территориям, а области разгрузки – к долине р. Щара [1].

По количеству родников Барановичский район находится на первом месте среди административных районов Брестской области. Всего нами на основании письменных и устных источников, проверки в ходе полевых исследований состояния установлено наличие (на 1.03.2021) 59 родников. Эти родники различаются по дебиту, который имеет также закономерности изменения по сезонам года. Постоянными по дебиту является 42 родника.

Результаты работы, а именно какой водоток первого порядка формирует родник и какой водоток он дополняет, показаны в таблице 1.

Таким образом, 24 родника имеют водный сток по безымянным ручьям, которые, скорее всего, из-за небольшой протяженности не имеют собственного названия. Тем не менее постоянство дебита родников придают устойчивость этому водотоку.

Непосредственными истоками рек и ручьев являются родники Горельянка, Городищанка, Лявоनावы крыницы, Молчадь-Мурованка-1, Молчадь-Мурованка-2, Молчадь-Сунгловщина, Павлиново, Тартаки, Тартаки-Катихин. Это, в свою очередь, влияет на усиление внимания к этим родникам и необходимость постоянной расчистки выходов воды.

Список литературы

1 Водные объекты Барановичского района [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://barturizm.by/obshchie-svedeniya-ekologiya/vodnye-ob-ekty>

2 Водный кодекс Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://kodeksy.by/vodnyu-kodeks> (дата обращения 12. 01. 2021)

3 Зуев, В. Н. Родники Барановичского района: результаты инвентаризации 2018–2020 гг. / В. Н. Зуев, Е. П. Дуко // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках : материалы междунар. науч. -практ. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. ун-та, 60-летию каф. физ. географии и образоват. технологий, 100-летию со дня рождения проф. О. Ф. Якушко, Минск, 24–26 марта 2021 г. – Минск : БГУ, 2021. – С. 374–380.

E. P. Duko, U. N. Zuyeu

SPRINGS AS SOURCES OF RIVER AND STREAMS (USING OF BARANAVICHY DISTRICT)

*Baranovich State University,
Baranovich, Republic of Belarus,
wald_k@rambler.ru*

The article summarizes the study of the springs of the Baranavichy district as the sources of rivers and streams. 42 springs were studied, their contribution to the formation of water flow of rivers and streams is shown.

Key words: springs, Baranovich region, river, stream, source, hydrology.

Я. І. ЗАВАЦКІ

**ПАЛІТЫКА Ў СФЕРЫ ЗАБРУДЖВАННЯ АТМАСФЕРНАГА ПАВЕТРА БССР
ТРАНСПАРТНЫМІ СРОДКАМІ Ў ПЕРЫЯД ПЕРАБУДОВЫ
(НА ПРЫКЛАДЗЕ АСІПОВІЦКАГА РАЁНА МАГІЛЁўСКОЙ ВОБЛАСЦІ)**

*Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт,
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь,
zawadzki1996jauhien@mail.ru*

У Асіповіцкім раёне БССР на момант сярэдзіны 1980-х гг. значныя тэмпы выкарыстання транспарту сталі адным з галоўных фактараў забруджвання атмасферы. Падчас перабудовы істотнай крыніцай забруджвання ў раёне з'яўляліся выкіды адпрацаваных газаў аўтамабіляў і трактароў. Для барацьбы з выкідамі акцэнт рабіўся на ажыццяўленні кантролю над іх нармаваным трапленнем у паветраны басейн.

Ключавыя словы: атмасфернае паветра, выкіды, аўтатранспарт, Асіповіцкі раён, перабудова.

Імклівыя тэмпы аўтамабілізацыі, павелічэнне інтэнсіўнасці эксплуатацыі транспарту ў апошнія дзесяцігоддзі існавання БССР прывялі да росту забруджвання атмасферы [1, с. 3]. На долю аўтамабільнага транспарту прыходзілася больш за 60 працэнтаў усіх выкідаў, якія траплялі ў паветра [2, с. 7]. Адпрацаваныя аўтамабільныя газы, якія ўяўляюць сабой шматкампанентную сумесь (амаль 200 рэчываў), трапляюць у ніжні слой атмасферы, ствараючы значныя канцэнтрацыі шкодных рэчываў [1, с. 10]. У колькасных адносінах асноўнымі забруджвальнікамі атмасфернага паветра на транспарце з'яўляюцца вуглевадароды, вокіс вугляроду, вокіслы азоту [3, с. 14].

Паводле стану на 1989 г., у Асіповіцкім раёне – адным з буйнейшых прамысловых цэнтраў Магілёўскай вобласці – колькасць адыходзячых газаў ад усіх крыніц забруджвання паветра перавышала 23,6 тысячы тон у год. З усёй сумы колькасць газаў ад больш за 11 тысяч аўтатранспартных сродкаў складала прыблізна 6,1 тысячы. 26 працэнтаў ад усёй сукупнасці выкідаў у паветраны басейн прыпадала на аўтатранспарт. Пры гэтым лічба не ўключала іншагародні транспарт [4, с. 3].

У чэрвені 1989 г. у горадзе і раёне была праведзена аперацыя «Чыстае паветра», мэтай якой з'яўлялася зніжэнне забруджвання паветранага басейна адпрацаванымі газамі транспартных сродкаў. Падчас месяца на аўтадарогах і прадпрыемствах было праведзена 257 аўтамабіляў, у т. л. 67 прыватных машын. Праверка паказала, што 110 аўтамабіляў (42,8 % ад агульнай колькасці) эксплуатаваліся з перавышэннем нарматыўнага ўтрымання вокісу вугляроду ў адпрацаваных газах. Гэта парушала артыкул 14 Закона Беларускай ССР «Аб ахове атмасфернага паветра» [5, с. 3]. Аднак, як паведамляў дзяржінспектар па ахове прыроды У. Пчалінцаў, нягледзячы на нездавальняючыя вынікі праверкі, на працягу ўсяго года работнікі дзяржаўтаінспекцыі не склалі ніводнага пратакола за перавышэнне дапушчальных норм утрымання чаднага газу ў адпрацаваных газах [4, с. 3].

Патрэбна адзначыць, што пад праверкай апынуліся толькі аўтамабілі з бензінавымі рухавікамі, паколькі ў раёне ўвогуле адсутнічалі кантрольна-вымяральныя прыборы (дымамеры) для праверкі ступені забруджвання атмасферы адпрацаванымі газамі ад тэхнікі з дызельнымі рухавікамі. Пры гэтым амаль палову ўсёй транспартнай тэхнікі ў раёне складаў транспарт з дызельнымі рухавікамі.

Таксама варты ўвагі той факт, што толькі чатыры прадпрыемствы раёна мелі прыборы для праверкі таксічнасці адпрацаваных газаў аўтамабіляў з бензінавымі рухавікамі: кардонна-руберайдавы завод імя XXV з'езда КПСС, завод аўтамабільных агрэгатаў, аўтапарк № 19

і станцыя тэхнічнага абслугоўвання аўтамабіляў № 7. Прыборы для праверкі таксічнасці выхлапных газаў транспартных газаў меліся і ў аддзяленні дзяржаўтаінспекцыі Асіповіцкага ГРАУС, аднак імі нельга было карыстацца, паколькі ў бягучым годзе гэтыя прыборы не праходзілі праверку Дзяржаўнага агульнасаюзага стандарту.

Нягледзячы на наяўнасць на кардонна-руберайдавым заводзе і заводзе аўтамабільных агрэгатаў прыбораў кантролю, праца па скарачэнні выкідаў адпрацаваных газаў аўтамабіляў ажыццяўлялася незадавальняюча. Так, не было прад'яўлена загадаў аб прызначэнні асоб, якія неслі адказнасць за кантроль таксічнасці выхлапных газаў. Прыборы кантролю знаходзіліся не ў транспартных цэхах, а ў іншых вытворчых падраздзяленнях. Па гэтай прычыне агляды тэхнікі праводзіліся непастаянна, аб чым сведчылі і запісы ў журналах. За два гады на кардонна-руберайдавым заводзе былі выстаўлены толькі дзве адзнакі, але фіктыўныя. Да таго ж там адсутнічаў Дзяржстандарт. Аўтамабілі да агляду не рыхтаваліся, нягледзячы на папярэдняе паведамленне аб гэтым..

Трохі лепш была наладжана праца на станцыі тэхнічнага абслугоўвання аўтамабіляў № 7 і ў аўтапарку № 19. На астатніх з-за адсутнасці вымяральных прыбораў кантроль над таксічнасцю адпрацаваных газаў не ажыццяўляўся. Гэта ішло насуперак артыкулу 12 Закона Беларускай ССР «Аб ахове навакольнага паветра», паводле якога кіраўнікі прадпрыемстваў, устаноў і арганізацый, дзейнасць якіх тычылася выкідаў шкодных рэчываў у атмасферу, абавязаны былі ажыццяўляць адпаведныя гаспадарчыя, тэхнічныя і іншыя мерапрыемствы [5, с. 3].

Восенню 1990 г. на трэцяй сесіі раённага Савета народных дэпутатаў XXI склікання было разгледжана пытанне аб выкананні на Асіповіччыне прыродаахоўнага заканадаўства і паляпшэнні экалагічнай сітуацыі. З дакладам па дадзеным пытанні выступіў сакратар пастаяннай камісіі па экалогіі і ліквідацыі вынікаў чарнобыльскай аварыі А. Мірашнічэнка.

Як паведаміў выступоўца, у пытанні аб змяншэнні забруджвання атмасферы адпрацаванымі аўтамабільнымі газамі сесія гарсавета прыняла шэраг рашэнняў, але карэнным чынам гэта не мяняла справу. Праблема заключалася не толькі ў адсутнасці кантрольна-вымяральной тэхнікі. Прыродаахоўная камісія раёна на працягу трох паседжанняў займалася адзначаным пытаннем, запрашала кіраўнікоў і спецыялістаў. Пасля гэтага яна зацвердзіла адпаведнае рашэнне, якое ў далейшым разаслала ва ўсе арганізацыі і гаспадаркі. Аднак у шэрагу гаспадарках да прапаноў камісіі аднесліся так неахайна, што камісія і да гэтага часу не атрымала адказу. А ў РАПА ўвогуле згубілі дакументы, адпраўленыя кіраўніцтву. «Тады навошта патрэбна такая камісія, якую ігнаруюць кіраўнікі прадпрыемстваў і гаспадарак», – запытваўся А. Мірашнічэнка [6, с. 2–3].

У перыяд з 1 чэрвеня па 1 ліпеня 1991 г. у Асіповіцкім раёне разам з грамадскімі інспектарамі была праведзена аперацыя «Чыстае паветра», падчас якой праводзіўся кантроль над выкідамі шкодных рэчываў ад аўтамабіляў. Праверка ажыццяўлялася на шасці прадпрыемствах: заводзе аўтамабільных агрэгатаў, кардонна-руберайдавым заводзе, міжгаспадарчым прадпрыемстве па камунальным абслугоўванні сельскага насельніцтва, сельгастэхніцы, сельгасхіміі, аўтапарку № 19 і на аўтадарогах. Пад праверкай аказаліся толькі аўтамабілі з бензінавымі рухавікамі. Аўтамабільны транспарт з дызельнымі рухавікамі не правяраўся, паколькі ў раёне меўся толькі адзін дымамер ДОА-1 (на заводзе аўтамабільных агрэгатаў), які ў дзень праверкі не быў падрыхтаваны да працы.

У гаспадарках было праверана не менш за 50 працэнтаў аўтамашын з бензінавымі рухавікамі ад усёй колькасці. Усяго было праверана 228 аўтамабіляў, уключаючы 140 у гаспадарках і 88 на аўтадарогах. Было ўстаноўлена, што 49 аўтамабіляў эксплуатаваліся з перавышэннем нарматыўнага ўтрымання вокісу вугляроду ў адпрацаваных газах. З правераных 52 аўтамашын, якія належалі прыватным асобам, 27 працавалі з павышанай таксічнасцю адпрацаваных газаў.

Незадавальняючай аказалася дзейнасць па кантролі за таксічнасцю адпрацаваных газаў на кардонна-руберайдавым заводзе, праверкі на якім праводзіліся не непастаянна і не эфектыўна. Хаця абставіны складваліся на карысць дзейснай прыродаахоўнай працы: на прадпрыемстве меліся правераны дзяржстандартам прыбор ГАІ-1 і загад аб прызначэнні адказнай асобы

адносна праверкі аўтатранспарта. Акрамя гэтага, прысутнічаў абсталяваны кантрольна-рэгуліровачны пункт і вёўся журнал. У журнале былі выстаўлены адзнакі аб праверцы ўсяго аўтатранспарту ў студзені і красавіку. За астатні час на працягу першай паловы года было праверана толькі 3 аўтамабілі. У выніку праверкі было выяўлена, што з 14 правераных 5 мелі перавышэнне норм утрымання вокісу вугляроду ў адпрацаваных газах. То бок 35 працэнтаў транспарту функцыянавала з парушэннем экалагічнага заканадаўства. Апроч за тое, праверка паказала, што на кардонна-руберайдавым заводзе, як і на заводзе аўтаагрэгатаў, не ажыццяўляўся перавод аўтамабіляў на прыродны газ, а таксама наладжванне працы ўстановак зімовага перапусковага падагравання рухавікоў [7, с. 3].

Змяншэнню забруджвання атмасфернага паветра аўтатранспартам у горадзе і раёне спрыяла правядзенне сацыялістычнага спаборніцтва па ахове прыроды і рацыянальным выкарыстанні прыродных рэсурсаў. Паводле вынікаў спаборніцтва за 1989 г., сярод прадпрыемстваў і арганізацый горада пераможцам быў аб'яўлены калектыў аўтапарка № 19. Там рэгулярна праводзіўся кантроль аўтатранспарту на ўтрыманне забруджвальных рэчываў у адпрацаваных газах, а таксама быў арганізаваны пост кантролю, укамплектаваны «Інфраліт–1100» [8, с. 3].

Аб выніках ажыццяўлення спаборніцтва за 1990 г. паведаміў начальнік гаррайінспекцыі па ахове прыроды А. Разуваеў на супольным паседжанні гарадскога і раённага экалагічных саветаў, якое прайшло напачатку 1991 г. Ён заявіў прысутным, што сярод прамысловых прадпрыемстваў, арганізацый і ўстаноў горада пераможцам спаборніцтва зноў стаў калектыў аўтапарка № 19. На тэрыторыі аўтапарка аўтамабілі пры выпуску на лінію пастаянна правяраліся на ўтрыманне забруджвальных рэчываў у адпрацаваных газах. Больш за тое, 28 аўтамабіляў аўтапарка былі пераведзены на газ, што дазволіла зменшыць выкіды шкодных рэчываў у атмасфернае паветра. Да таго ж з гэтай аховы паветранага басейна ад забруджвання на прадпрыемстве былі адкрыты дзве лініі зімовага перапусковага падагравання рухавікоў [9, с. 3].

Прыклад Асіповіцкага раёна сведчыць аб тым, што падчас перабудовы галоўнай прычынай забруджвання атмасфернага паветра транспартнымі сродкамі з'яўлялася недасканаласць аўтамабільных тэхналогій, якія дапускалі вялікія выкіды. Акрамя гэтага, на рост забруджванняў уплывалі адсутнасць ачышчальных збудаванняў і невыкананне тэхналагічнай дысцыпліны пры іх эксплуатацыі [3, с. 12]. Таксама неабходна пакрэсліць, што на той час аўтатранспарт як крыніца забруджвання атмасфернага паветра параўнальна нядаўна прыцягнуў да сябе ўвагу. Па гэтай прычыне адсутнічалі дастаткова эфектыўныя спосабы змяншэння таксічнасці яго выкідаў, якія забяспечылі б здавальняючую ступень чысціні паветранага басейна [1, с. 10].

Нягледзячы на тое, што вырашыць дадзеную праблему цалкам было надзвычайна складана, праца па зніжэнні выкідаў у атмасферу выхляпных газаў на той момант актыўна вялася: паляпшаліся ўладкаванне нейтралізатараў і дажыгацеляў газаў, канструкцыі і рэгуліроўка рухавікоў; удасканалвалася якасць паліва і прымешак да яго; вяліся пошукі новых крыніц паліва; узмацняўся кантроль над эксплуатацыяй транспарту і г. д. [3, с. 26] У разглядаемы перыяд у многіх краінах свету распрацоўваліся новыя рухавікі для аўтамабіляў – газатурбінныя, паравыя, ротарныя. Інавацыйныя рухавікі ўяўлялі вялікі інтарэс з п. гл. аховы атмасфернага паветра, аднак яны не знайшлі пакуль што шырокага прымянення [1, с. 15]. Такім чынам, нягледзячы на пэўныя поспехі ў барацьбе з выкідамі аўтатранспарту, у гэтай сферы мелася яшчэ шмат хібаў і недахопаў [10, с. 53].

Спіс літаратуры

1 Парцеф, Д. П. Охрана атмосферного воздуха от загрязнения выбросами автотранспорта / Д. П. Парцеф, М. В. Сандлер. – Москва : ЦНИИСП, 1979. – 39 с.

2 Убайдуллаев, Р. У. Охрана атмосферного воздуха и здоровье населения / Р. У. Убайдуллаев, И. И. Ильинский. – Ташкент : Общество «Знание» УзССР, 1979. – 16 с.

- 3 Персикова, З. И. Охрана атмосферного воздуха / З. И. Персикова, С. А. Паршенков. – Москва : Общество «Знание» РСФСР, 1982. – 40 с.
- 4 Пчалинцэў, У. Атрута з паветра / У. Пчалинцэў // Запаветы Леніна. – 1989. – 16 лістапада. – С. 3.
- 5 Разуваеў, А. Чым дыхаем, людзі? / А. Разуваеў // Запаветы Леніна. – 1989. – 15 ліпеня. – С. 3.
- 6 Аб'яднаць намаганні // Запаветы Леніна. – 1990. – 18 кастрычніка. – С. 2–3.
- 7 Разуваеў, А. За чыстае паветра / А. Разуваеў // Запаветы Леніна. – 1991. – 31 ліпеня. – С. 3.
- 8 Аб выніках сацыялістычнага спаборніцтва па ахове прыроды і рацыянальнаму выкарыстанню прыродных рэсурсаў у Асіповіцкім раёне і горадзе Асіповічы за 1989 год // Запаветы Леніна. – 1990. – 3 лютага. – С. 3.
- 9 Цімінскі, А. Як запрагаем, так і... / А. Цімінскі // Запаветы Леніна. – 1991. – 31 студзеня. – С. 3.
- 10 Елманов, В. И. Охрана атмосферного воздуха / В. И. Елманов, Г.Г. Терновая. – Москва : Юридическая литература, 1984. – 112 с.

Ya. I. Zavatski

POLICY IN THE FIELD OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION OF THE BSSR BY VEHICLES DURING THE PERIOD OF PERESTROIKA (ON THE EXAMPLE OF THE ASIPOWICZY DISTRICT OF THE MAHILIOU REGION)

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
zawadzki1996jauhien@mail.ru*

In the Asipowicz district of the BSSR at the time of the mid-1980s, significant rates of transport use became one of the main factors of atmospheric pollution. During perestroika, exhaust gas emissions from cars and tractors were a significant source of pollution in the area. To combat emissions, emphasis was placed on controlling their normalized entry into the air basin.

Keywords: atmospheric air, emissions, motor transport, the Asipowicz district, perestroika.

УДК 378

Ю. П. ИВАНОВ¹, М. Л. ГИЛЁВ², И. А. ПЛЮСНИНА¹

СИСТЕМА ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ШКОЛЬНОГО КУРСА ГЕОГРАФИИ И ЕЁ РОЛЬ В МОДЕРНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

¹*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 81 им. Е. И. Стародуба»,
г. Новокузнецк, Российская Федерация,
palich1960@ya.ru, kapustaplus@mail.ru*

²*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Лицей № 104»,
г. Новокузнецк, Российская Федерация,
m. proksimus@mail.ru*

В статье анализируется современное состояние географического образования в школах России. Утверждается огромное значение практической части школьного курса географии, особенно в условиях продолжающегося общественного кризиса. Авторы предлагают взять в школьной географии все положительные стороны в формировании умений, которые отличали советскую школу методики географии.

Ключевые слова. Глобальный общественный кризис, географическое образование, школьный курс географии, система практических работ, географические умения, методика обучения географии, краеведческий принцип обучения, своя местность («малая родина»).

В настоящее время, в условиях обостряющегося глобального цивилизационного кризиса, позиции географической науки постоянно укрепляются. География может и должна помочь обществу преодолеть основные проблемы развития современной цивилизации. «Эпоха ренессанса» в географии, о которой говорил ещё В. П. Максаковский, в большинстве стран мира всё активнее в последние годы пробивает себе дорогу в обществе [3].

Широкомасштабное исследование российских учёных в сотрудничестве с коллегами многих стран явно показало, что общественный статус географии во многом определяется качеством школьного географического образования [4]. Качество и объём преподавания географии стал всё острее сказываться на экономическом и социальном развитии государств.

Вместе с этим, географами МГУ им. М. В. Ломоносова было установлено, что для дальнейшего совершенствования географической науки в России «необходимо изменение всей системы географического образования, начиная со школьной его ступени, а также существенное принципиально иное позиционирование значения географической культуры и экологического мышления в обществе» [4, с. 268].

Школьный курс географии в силу своей практической направленности обладает огромным образовательно-воспитательным потенциалом. Изучая географию, учащиеся через разнообразную практико-ориентированную деятельность могут применить знания в повседневной жизни, познать красоту окружающей природы (в том числе – своей «малой родины»), открыть новые горизонты познания, научиться любить свою Отчизну.

В традициях советской школы Государственные программы играли роль Государственного стандарта – в них отражалась полное содержание курса по классам и темам, указывалось точное количество учебных часов, давались методические указания по организации обучения, проведению экскурсий, практических работ и проч. Программа избавляла учителя от непосильной для него сложной методической работы – ведь известно, создавать авторские, действительно профессиональные методические разработки могут лишь единицы, да зачем этого вообще было надо?

Главное – Программа чётко ставила цели и задачи каждого курса, чётко ориентируя учителя, к какому результату надо прийти к концу учебного года. Возьмём в качестве примера начальный курс географии:

«Курс призван осуществить переход от природоведения к систематическим курсам географии и одновременно послужить основой для них. Задачи курса – ознакомить учащихся с географией как наукой и её языком; дать общее представление о природе, сферах и населении Земли, географических процессах и явлениях; сформировать первичные географические знания и умения преимущественно на краеведческой основе» [1, с. 3].

Программа, утверждённая Государственным комитетом СССР и бесплатно распространяемая по всем образовательным учреждениям страны, содержала чётко обозначенные требования к знаниям и умениям по каждой крупной теме курса, а также систему практических работ, включённых в содержание каждой темы.

Для удобства пользования все нормативные документы сводились в особые сборники и дополнительно распространялись в торговой сети по чрезвычайно низкой цене (всего 50 копеек) [2]. Надо отметить, что издательство «Просвещение» выпускало ежегодно новые методические книги в серии «Библиотека учителя географии», что также имело положительное влияние на уровень методической грамотности учителей географии.

В сборнике нормативных документов «География в школе», в частности, имелись чёткие рекомендации по оценке знаний и умений учащихся. Причём, отдельно существовали нормативы по умению работать с картой и другими источниками географических знаний, а также – проводить наблюдения в природе и на производстве. Это позволяло справедливо и бесконфликтно выставлять учащимся отметки от «1» (полное неумение проводить наблюдения и использовать карту, а также другие источники знаний) до отметки «5» (правильное и полное

владение картой и другими источниками знаний, самостоятельное выполнение и формулировка выводов, а также аккуратное оформление результатов своей работы) [2, с. 64–65].

Следует отметить, что в каждом сельском или городском районе существовали методические кабинеты, где могли любому начинающему педагогу оказать профессиональную помощь опытные методисты из числа наиболее авторитетных учителей данного района. Добавим к этому ещё и научно-методическую работу региональных педагогических вузов и региональных отделов Географического общества Союза ССР. Это помогало вывести практическую деятельность школьников и их руководителей (как работников вузов, так и учителей) на уровень серьёзных научных исследований.

«Разгул демократии» (выражение академика В. П. Максаковского), наступивший в 90-е годы, привёл к почти полному развалу всей методической системы в школьном географическом образовании. Были ликвидированы районные методические кабинеты, появилось множество программ и учебников, уровень которых оставлял желать лучшего. Структура школьного курса географии была сохранена, но в содержательном плане произошли довольно крупные перемены. Причём, в худшую сторону. Уменьшилось количество учебных часов, отводимых на географию, фактически исчезли экскурсии и практические работы на местности, учебное оборудование, которое в обязательном порядке должно быть в каждой школе и было особо закреплено в сборнике нормативных документов, теперь не упоминается вообще. Откуда теперь возьмётся в школе компас Андрианова или комплект учебных топографических карт? Студия «Диафильм», выпускающая для школы учебные диафильмы и комплекты диапозитивов (слайдов) была просто ликвидирована! Казалось, в эпоху экранной культуры значение таких производств (безусловно, на цифровой основе!) должно было только возрасти, но, в условиях «дикого рынка», о господдержке учебных студий никто не вспомнил.

Очень важно, чтобы краеведение находилось в органичной связи со всем курсом географии, создавало бы естественный «трамплин» для успешного познания учеником окружающего мира, а также помогало бы в эмоционально-психическом плане развития личности.

Краеведение, которое было краеугольным камнем географических представлений, в «лихие» 90-е фактически было выброшено из школьной географии. Напомним, что формирование первичных географических знаний начального курса географии в советской школе шло «преимущественно на краеведческой основе» [1, с. 3]. Таким образом, краеведческий принцип обучения являлся в советской школе наиважнейшим при изучении начального курса географии.

За прошедшие три десятилетия положение краеведения в российских школах значительно ухудшилось. Катастрофически не хватает карт, методической литературы, оборудования для проведения практических работ. Например, в настоящее время приобрести в магазине учебную карту своей области чаще всего, просто невозможно. Например, в Московской области последний раз издавали учебную карту для нужд школы только в 50-е годы XX века. Ещё хуже положение с учебными атласами для школьников. Учебные краеведческие атласы по географии для основной школы во многих регионах России вообще никогда не издавались, например в Кузбассе, в регионе, где, казалось, есть чем гордиться и экономически развитым.

Некоторые авторы учебников и программ краеведческий материал либо не включают совсем, либо – приводят в сильно сокращённом виде, в результате, его влияние на учебный процесс совсем ничтожно. Провозглашая на словах приоритетность краеведения в географическом образовании, мы ещё раз сталкиваемся с «воздушными замками», так как материальной основы для её изучения в школьном курсе географии просто не существует. Как и раньше, в эпоху Дениса Ивановича Фонвизина и его бессмертной комедии «Недоросль», география в государственном масштабе до сих пор остаётся «за бортом», поскольку «ямщики и так куда надо доvezут».

Особо отметим важность для географического образования системы школьного туристско-краеведческого движения. Славные традиции Всероссийской туристско-краеведческой экспедиции «Моя Родина – СССР» в настоящее время полностью забыты. Не существуют ставки туристских организаторов в школах, нет государственного финансирования на многодневные туристские походы школьников, забыты нормативы по туристскому снаряжению, которые должны были выполняться в каждой школе. Согласно «Типовому перечню туристского снаряжения Образовательного учреждения» (Приложение 4 к Приказу Министерства образования

России от 28. 04. 1995 №. 223) в каждой школе должно быть, в частности: 10 туристских палаток, 30 рюкзаков, 30 штормовых костюмов и 30 спальных мешков. Таким образом, каждая школа могла одновременно отправить в поход 2-3 туристские группы. Организация школьной экспедиции сейчас стала просто неподъёмной для большинства родителей, да и для самих учителей – тоже... Выполнение данного Приказа для миллионов школьников мог бы обернуться интересными открытиями родной страны, полноценным отдыхом, настоящей, лучшей школой патриотизма... В трудные предвоенные годы в нашей стране очень много внимания отводили туристско-краеведческой работе, почему сейчас не возродить эту замечательную традицию?

Катастрофичные последствия такой недалёковидной политики сейчас хорошо видны на всём постсоветском пространстве.

Рассмотрим систему практических работ на примере начального курса географии, который закладывает основы базового курса. Ниже мы приводим её, исходя из требований Государственной программы по географии 1990 года (с корректировкой на содержание сегодняшнего дня) [1].

Система практических работ начального курса географии, составленная с учётом советской школы методики преподавания географии.

Введение

1. Наблюдения за погодой, высотой Солнца над горизонтом, сезонными изменениями состояния растительности и водоёмов.

2. Изучение форм рельефа, залегания горных пород, ознакомление с водами своей местности, их использованием и охраной.

Тема. План местности

3. Ориентирование на местности.

4. Глазомерная съёмка небольшого участка местности.

Тема. Географическая карта

5. Определение расстояний, направлений и географических координат на глобусе, карте полушарий и карте России. Обозначение их на контурной карте.

6. Обозначение на контурной карте России границ своей области (края, республики) и своего населённого пункта по географическим координатам.

Тема. Литосфера

7. Определение по карте положения и высоты гор и равнин, географические координаты и высоты отдельных вершин.

8. Обозначение на контурной карте России названий гор, равнин и вулканов.

Тема. Гидросфера

9. Определение по карте России расстояния от своего населённого пункта до ближайших морей.

10. Выявление изменений глубин океанов вдоль одной из параллелей (по выбору учащихся, заочное путешествие по карте).

11. Обозначение и подписывание на контурной карте России морей, проливов, заливов, островов, полуостровов, рек, каналов и озёр, названных в теме.

Тема. Атмосфера

12. Наблюдение погоды и обработка собранных материалов: составление графика температуры воздуха, диаграмм облачности и осадков, «розы ветров», описание погоды за день и месяц.

Тема. Биосфера

13. Ознакомление с компонентами природы своей местности, проявлением взаимосвязи между ними. Составление на местности описания небольшого природного комплекса.

Тема. Государства на политической карте мира

14. Определение положения государств на материке; нанесение на контурную карту границ государств, названных в теме, столиц и определение их географических координат.

Тема. Природа и население своей местности

15. Ориентирование по карте своей местности, измерение расстояний, составление описаний объектов на карте.

Опытные учителя, стараются включить в учебный процесс как можно больше творческих работ, с нестандартными подходами к организации занятий. Например:

1. Как люди открывали Землю. Нанесение на контурную карту маршрутов важнейших путешествий.

2. Описание маршрута одного из великих путешествий (географическое сочинение, по выбору учащихся).

3. Заочное путешествие по материками. Самое-самое удивительное.

4. Путешествие Капельки воды (географическая сказка).

5. О чём бы мог рассказать ледниковый валун (научная фантастика).

В период глобальных потрясений, которая нам грозит потерей государственности, мы подлжны, невзирая на политические пристрастия, возродить в системе географического образования все те лучшие традиции, которыми всегда славилась советская методическая школа. Практическая значимость школьной географии очевидна. Она сегодня для нашего общества становится «наукой выживания». Первым делом, необходимо вернуть (в обновлённом виде) Государственную программу по географии. Завтра уже может быть поздно.

Список литературы

1 Программы средней общеобразовательной школы. География / Государственный комитет СССР по народному образованию (Гособразование СССР). – Москва : Просвещение, 1990. – 48 с.

2 География в школе: сб. нормат. документов / Сост. Л. И. Елховская. – Москва : Просвещение, 1988. – 189 с.

3 Максаковский, В. П. Преподавание географии в зарубежной школе. – Москва : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 368 с.

4 Университетская география в современном мире / под. ред. А. С. Наумова. – Москва : ООО «Буки Веди», 2016. – 282 с.

Yu. P. Ivanov¹, M. L. Gilev², I. A. Plyusnina¹

THE SYSTEM OF PRACTICAL WORK OF THE SCHOOL GEOGRAPHY COURSE AND ITS ROLE IN MODERNIZATION OF MODERN GEOGRAPHICAL EDUCATION

¹Municipal autonomous educational institution

"Secondary secondary school No. 81 named after Evgeny Ivanovich Starodub",

Novokuznetsk, Russian Federation,

palich1960@ya.ru, kapustaplus@mail.ru,

²Municipal budgetary educational institution "Lyceum No. 104",

Novokuznetsk, Russian Federation,

m. proksimus@mail.ru

Abstract. The article analyzes the current state of geographical education in Russian schools. The great importance of the practical part of the school geography course is asserted, especially in the conditions of the ongoing social crisis. The authors propose to take into school geography all the positive aspects in the formation of skills that distinguished the Soviet school of geography methodology.

Keywords. Global social crisis, geographical education, school geography course, system of practical work, geographical skills, methods of teaching geography, local history principle of teaching, own locality ("small homeland").

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*МАОУ «Лицей № 110 им. Л. К. Гришиной»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация,
alenakozhemyak2806@gmail.com*

На основе визуального обследования дана оценка современному экологическому состоянию особо охраняемых природных территорий регионального значения Свердловской области. Предложены меры по снижению антропогенного воздействия.

Ключевые слова: ООПТ, природный парк, памятник природы, антропогенное воздействие, экологическое состояние.

В Свердловской области насчитывается более ста особо охраняемых природных территорий (ООПТ), созданных с целью сохранения уникальных природных объектов, генофонда растений и животных, обеспечение оптимальных условий для воспроизводства природных ресурсов. Так, приоритетными задачами создания ООПТ регионального значения является создание условий для отдыха (в том числе массового) и сохранение рекреационных ресурсов, а также поддержание экологического баланса в условиях рекреационного использования [1].

В связи с ростом посещаемости ООПТ регионального значения невозможно избежать негативного антропогенного воздействия на состояние охраняемых природных комплексов, которое в отдельных случаях может привести к нанесению значительного ущерба. В связи с этим возникает проблема сочетания двух взаимоисключающих направлений деятельности: сохранение природных объектов, генофонда растений и неизбежное антропогенное воздействие на природную территорию в связи с выполнением рекреационной функции на ООПТ. Для решения проблемы необходимо обозначить современное экологическое состояние ООПТ регионального значения и выявить меры по снижению антропогенного воздействия.

Среди ООПТ Свердловской области существуют 4 природных парка областного значения. Среди них природный парк «Оленьи ручьи», расположенный в юго-западной части Свердловской области. Основной целью деятельности парка является сохранение ландшафтных комплексов. На территории парка находятся 22 природных памятника областного значения, в их числе участки степной и таежной растительности [1].

Природный парк расположен в крайней западной части горной полосы Среднего Урала. Ящикообразная долина реки Серги глубоко врезана, по берегам поднимаются отвесные скалы, сложенные известняками. Вулканоогенно-осадочные породы выходят на поверхность. Широко развит карст. В парке насчитывается около 60 пещер [3]. Парк расположен в подзоне южной тайги, близко к границе с лесостепью, что определяет уникальность и разнообразие растительного и животного мира [5]. На территории природного парка чрезвычайно богатый видовой состав флоры и фауны учеными ИЭРиЖ УрО РАН было выявлено наличие около 800 видов высших сосудистых растений, 20 из которых являются эндемиками и реликтами [4].

Благодаря разнообразию и специфичности природных условий природный парк «Оленьи ручьи» стал излюбленным местом отдыха многих любителей природы. Ежегодно его посещает более семидесяти тысяч человек, как из Свердловской области, так и из других регионов страны. В настоящее время основной поток туристов парка приходится на выходные и праздничные дни. Наибольшая рекреационная нагрузка ложится на центральную часть парка, по сравнению с южной и северной частью, где посещение сезонно, только на период сплавов по реке Серга. Это повышает антропогенную нагрузку на основные маршруты парка.

Явным индикатором изменений экосистем под влиянием рекреационной деятельности является растительность напочвенного яруса [6]. Передвижение по парку, в основном, происходит по грунтовым тропам и вытоптаным тропинкам. Механическое воздействие на напочвенный ярус растительности – вытаптывание, приводит к дигрессии растительного покрова и уменьшению его разнообразия, уплотнению почвы. При визуальном осмотре были выявлены обнажение корней деревьев на вытоптаных тропках, на полянках произрастает большое количество луговых растений. Все перечисленное свидетельствует о 2 стадии дигрессии лесной среды [2]. Несмотря на наличие урн в парке, туристы оставляют после себя мусор, что говорит об отсутствии экологической грамотности посетителей.

Для того чтобы люди могли посещать территорию природы, не нанося ей вред, необходимо создание в природном парке «Оленьи ручьи» благоустроенных троп в виде деревянного настила, а также более значительное регулирование рекреации.

«Чертово городище» – гряда гранитных башен-останцев на вершине одноименной горы. Основная часть башен тесно смыкаются друг с другом, образуя каменную стену. Наибольшую относительную высоту имеют каменные башни, образующие центральную часть стены. К краям высоты их постепенно снижаются. Скалы находятся в 20 километрах от города Екатеринбург. Гряда гранитных скал вытянута с юго-востока на северо-запад, их высота превышает 20 метров. Скальный массив расположен в подзоне южной тайги и окружен сосновым лесом [3]. В настоящий момент скальный массив «Чертово городище» – геоморфологический, ботанический и археологический памятник природы областного значения [1].

Скалы «Чертово городище» посещают более ста лет. Из-за развитой транспортной доступности к местонахождению скального массива с каждым годом увеличивается массовость посещения природного объекта, что сказывается на экологическом состоянии скал. В первую очередь, это заметно при визуальном наблюдении. Массовое посещение туристов сказывается на почвенно-растительном покрове прилегающей к скалам территории.

К скалам ведут несколько вытоптаных троп на северном и южном склонах горы. На тропках есть следы проезда по ним автотранспорта – колеи. Сами тропы неблагоустроены, местами на них очень сильно обнажены корни деревьев, по границам троп произрастает много сорных растений, местами, вблизи троп, заметно угнетение травяно-кустарничкового яруса. Наблюдается большое уплотнение почвы, есть заболоченные участки на тропках. Сосновый лес, который окружает скальный массив, отличается нарушенной сомкнутостью в небольшой степени, при этом подлесок развит плохо или практически отсутствует, особенно на южном склоне горы. Крутой южный склон летом сильно прогревается. Из-за этого растительный покров склона длительное время иссушен и при антропогенном воздействии на иссушенные участки происходит угнетение и гибель травяной, древесной растительности, нарушение почвенного покрова. Можно говорить о том, что на прилегающей территории к памятнику природы наблюдается 3–4 стадия дигрессии лесной среды [2]. Кроме того, были обнаружены в нескольких местах вблизи скал неорганизованные костровища, большое количество мусора и места его скопления. Большим подспорьем в решении такой проблемы являются проводимые местными экологическими организациями субботники.

Сами скальные выходы практически по всей своей площади покрыты надписями. Круглый год скалы «Чертово городище» используются в качестве места для проведения тренировок по скалолазанию, что крайне негативно сказывается на состоянии памятника природы и портит его внешний природный вид.

Для уменьшения антропогенной нагрузки на скалы «Чертово городище» необходимо запретить проезд автомобильного транспорта к подножьям горы, создать лестницу на южном склоне, обустроить тропы из деревянного настила, запретить розжиг костров на прилегающей территории, строго регламентировать рекреацию. Так же необходимо бороться с вандализмом через повышение экологической культуры населения.

В Свердловской области создана большая сеть ООПТ: это и биосферные резерваты, заповедники, природные парки, заказники, лесные парки, памятники природы и т. д. [1]. Территории природных парков и памятников природы открыты для туристов. К сожалению, не все посетители

соблюдают правила нахождения на данной территории. Доведение информации о состоянии и деятельности ООПТ до населения, создание обустроенных троп на территории ООПТ, регламентированная рекреационная деятельность, повышение экологической грамотности населения способны постепенно решать обозначенную ранее проблему и способствовать сохранению уникальных природных территорий. Особо важно отметить необходимость усиления поддержания экологического баланса в условиях рекреационного использования на ООПТ.

Список литературы

1 Об утверждении перечней особо охраняемых природных территорий областного значения, расположенных в Свердловской области, и установлении режима особой охраны особо охраняемой природной территории областного значения категории «лесной парк»: постановление Правительства Свердловской области от 17 января 2001 г. №. 41–ПП // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/801104370>. – Дата доступа: 20. 04. 2022.

2 О внесении изменений в Лесохозяйственный регламент Нижне-Сергинского лесничества Свердловской области, утвержденный приказом Департамента лесного хозяйства Свердловской области от 01. 02. 2018 №. 54 «Об утверждении Лесохозяйственного регламента Нижне-Сергинского лесничества Свердловской области»: Приказ Департамента лесного хозяйства Свердловской области от 22 ноября 2018 г. N 1190 // Официальный интернет-портал правовой информации Свердловской области. – Режим доступа <http://www.pravo.gov66.ru/19510>. – Дата доступа: 20. 04. 2022.

3 Архипова, Н. П. Окрестности Свердловска / Н. П. Архипова – Свердловск : Средн. Урал. кн. изд-во. – 1981. – 122 с.

4 Мониторинг на особо охраняемых природных территориях Свердловской области / И. А. Кузнецова [и др.]; отв. ред. И. А. Кузнецова; Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. – 106 с.

5 Прокаев, В. И. Физико-географическая характеристика юго-западной части Среднего Урала и некоторые вопросы охраны природы этой территории / В. И. Прокаев. – Свердловск : АН СССР Уральский филиал, 1963. – 185 с.

6 Сибгатулина, М. Ш. Рекреационная дигрессия растительного покрова на территории заказника «Голубые озера» / М. Ш. Сибгатулина // Российский журнал прикладной экологии. – 2015. – № 2 (2). – С. 15–19.

A. S. Kozhemyak

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF REGIONAL SIGNIFICANCE OF THE SVERDLOVSK REGION

*MAOU "Lyceum No. 110 named after L. K. Grishina",
Yekaterinburg, Russia,
alenakozhemyak2806@gmail.com*

Abstract. On the basis of a visual survey, an assessment of the current ecological state of specially protected natural territories of regional significance of the Sverdlovsk region is given. Measures to reduce anthropogenic impact are proposed.

Keywords: protected areas, natural park, natural monument, anthropogenic impact, ecological condition.

Д. Г. КОРОГОДА, В. Н. ЗУЕВ

МЕСТА ВОЕННЫХ СРАЖЕНИЙ В БАРАНОВИЧСКОМ РАЙОНЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКСКУРСИОННЫХ МАРШРУТОВ

*Барановичский государственный университет,
г. Барановичи, Республика Беларусь,
wald_k@rambler.ru, korogoda.david@mail.ru*

В статье рассматриваются использование таких объектов «темного» туризма как мест военных сражений в экскурсионном туризме. В Барановичском районе нами выделено шесть локализаций военных сражений, отмеченных мемориальными знаками. Оценено их использование для построения экскурсионных маршрутов.

Ключевые слова: Барановичский район, темный туризм, места сражений, экскурсии.

Темный туризм – это направление в туризме, связанное с посещением туристических мест, связанных со смертью, катастрофами, человеческими страданиями и способных вызвать у туристов определенные эмоции [1].

«Темный» туризм хоть и является новым трендом современной туристской среды, но его элементы были популярными и раньше. Во многих экскурсионных маршрутах как во времена СССР (в соответствии с существовавшей тогда идеологией), так и в нынешнее время для посещений используются туристические объекты, которые в настоящее время определяют как объекты «темного» туризма. Например, в военно-исторических экскурсиях, связанных с событиями Великой Отечественной войны 1941 –1945 гг. объектами посещения являются концлагеря в Малом Тростенце, мемориальные комплексы «Хатынь», «Курган славы», «Брестская крепость», имеющие статус национальных мемориальных объектов.

Нами в настоящей работе рассмотрено использование в экскурсионных маршрутах мест военных битв, сражений на территории Барановичского района Брестской области. В соответствии с классификацией Ф. Стоуна они относятся к категории «Dark Conflict sites» – посещение мест военных конфликтов, сражений [1].

Барановичский район является староосвоенным районом –первые поселения здесь появились в VIII-IX вв. В XIII веке земли Барановичского края вошли в состав Великого княжества Литовского. И практически все войны княжества и позднее Речи Посполитой так или иначе затронули территорию нынешнего района.

Около деревни Полонка Барановичского района находится мемориальный знак, свидетельствующий о битве 28 июня 1660 года во время тринадцатилетней войны между Московским государством и Речью Посполитой 1654 –1667 гг. Польско-литовское войско, возглавляемое Стефаном Чарнецким, нанесло серьёзное поражение русской армии Ивана Хованского, после того как та попала в засаду гусар.

11-тысячное войско Речи Посполитой, возглавляемое великим гетманом Литовским Павлом Яном Сапегой и воеводой Русским (глава Русского воеводства в Королевстве Польском) Стефаном Чарнецким разгромило 20-ти тысячную московскую армию [2].

С большого русского войска погибло более 13 тысяч человек, многие попали в плен. Победителям достался обоз, в котором находилось значительное количество оружия, в том числе 60 пушек. В результате победы была снята осада Ляховичского замка, освобождены Слонимский и Новогрудский поветы и началось массовое изгнание врагов с белорусской земли.

В битве под Полонкой принимал участие легендарный шляхтич Оршанский – Самуил Кмитич, «генеральный полковник» дивизии Сапеги, послуживший прообразом главного героя романа Г. Сенкевича «Потоп» [2].

В 1994 году на месте битвы был установлен мемориальный знак (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мемориальный знак на месте битвы под Полонкой

В настоящее время посещение мемориального знака предусмотрено в ходе экскурсии «Между Мышанкой и Иссой. Старинные местечки Барановичского края» [3].

Небольшое белорусское местечко Столовичи, расположенное в Брестской области, хранит память о событии, произошедшем два с половиной столетия назад. 13 сентября 1771 года здесь произошло сражение между войсками Михаила Казимира Огинского и Александра Суворова.

На установленном в центре местечка камне выбито: «12 IX 1771 тут адбылася бітва канфедэратаў гетмана М. К. Агінскага з войскамі А. Суворова. Рокој іch дуззом» (рисунок 2).

Конфедераты гетмана Огинского стремились не допустить русского господства над Речью Посполитой. Под началом Огинского было собрано несколько тысяч боеспособных солдат, преимущественно из состава мелкой и средней шляхты.

Войска конфедератов состояли из около 4000 человек пехоты и легкой кавалерии, 8 орудий. Противостоявшие им русские имели 700 пехотинцев и 200 кавалеристов.

Суворов применил в Столовичах тактику ночного боя, преодолев подступающее к Столовичам болото.

К 11 часам утра 12 сентября 1771 года ожесточенный бой при Столовичах завершился. Русские заплатили за военный успех жизнями 8 убитых солдат. 38 чинов в отряде Суворова было ранено. Конфедераты Литвы потеряли в бою при Столовичах 300 солдат и офицеров убитыми, 400 попали в плен к русским. Суворову досталась и вся артиллерия Огинского [2].

Это событие послужило началом для первого раздела Речи Посполитой.



Рисунок 2 – Мемориальный знак в Столовичах

В настоящее время посещение Столович и ознакомление в виде путевой информации предусмотрено в ходе экскурсий «Жемчужины Барановичской земли» [3], «По земле, вдохновлявшей Адама Мицкевича», «По местам Барановичской славы» [4] и другим, проходящим по автодороге Барановичи-Новогрудок.

Миловидская битва – одна из крупнейших на территории Беларуси во время январского восстания 1863 года под руководством К. Калиновского. На ее месте в 1,5 км к западу от деревни Миловиды Барановичского района у Слуцкого шоссе установлены три памятника: мемориальная часовня, выполненная в стиле неоклассицизма (1930–1933 гг.), обелиск с православным крестом (1913 г.) и камень-валун с памятной доской, установленный в честь 130-летия миловидской битвы (1993 г.) (рисунок 3).



Рисунок 3 – Мемориальные объекты около д. Миловиды

Историческая битва между повстанцами к. Калиновского и царскими войсками произошла у д. Миловиды 22 мая 1863 года (3 июня по старому стилю). Возле почтовой станции Миловиды сконцентрировались значительные силы повстанцев – около 800 человек. 20 мая 1863 г. сюда на некоторое время прибывает предводитель восстания Кастусь Калиновский. А через два дня у Миловид повстанцы под командованием Александра Ленкевича вступили в бой с войсками российской армии.

И хотя повстанцы имели преимущество и по сути разгромили царские подразделения, они ночью скрытно снялись с лесного лагеря и ушли. Отступившие в другие регионы страны косиньеры продолжили партизанскую войну. Но безуспешно, национально-освободительное восстание 1863–1864 гг. было в конечном итоге жестоко подавлено царскими войсками [2].

В настоящее время посещение места битвы не отражено в существующих экскурсиях, но возможно в ходе индивидуальных посещений.

Первая мировая война в Барановичском крае оставила после себя множество военных кладбищ и бетонных дотов. В 1916 году под Барановичами проходило одно из самых кровопролитных сражений во время Первой мировой войны – Скробово-Городищенская операция, в ходе которой применялось и газовое оружие. В той войне немцы после любого удачного наступления сразу начинали строить оборонительные укрепления на вновь занятых рубежах. В районе города кайзеровские войска с осени 1915-го по лето 1916 года также успели возвести множество оборонительных сооружений, которые должны были остановить контрнаступление царской армии. Уже после войны реконструкцией и укреплением этой линии обороны продолжили заниматься польские военные.

Мемориальные знаки, посвященные событиям этой войны, установлены около бетонного дота у автомагистрали М1/Е30 в районе д. Малая Колпеница (рисунок 4) и около д. Скробово (рисунок 5).



Рисунок 4 – Мемориальный знак, посвященный событиям Первой мировой войны около д. Малая Колпеница



Рисунок 5 – Мемориальный знак, посвященный событиям Первой мировой войны, около д. Скорово

О событиях Первой мировой войны рассказывается в путевой информации во многих экскурсиях, проходящих по дороге Барановичи-Новогрудок и автомагистрали М1/Е30. В 2016 году около мемориального знака вблизи автомагистрали была организована военно-историческая реконструкция, привлекавшей множество туристов.

Между деревнями Березовка и Тартаки стоит одинокий каменный крест. На основании каменного креста можно прочесть надпись на польском языке «Poległym 78 Śluczkiego P. P. 19 lipca 1920. Koledzy» (Погибшим 78-го Слуцкого пехотного полка. 19 июля 1920 года. Товарищи) (рисунок 6).



Рисунок 6 – Мемориальный знак, посвященный событиям советско-польской войны около д. Березовка

Именно здесь, между Тартаками и Березовкой произошел 18-19 июля 1920 года бой между отступающими польскими войсками и частями Красной Армии. В своих мемуарах один из красноармейцев пишет про героизм польских солдат, которые на протяжении полутора суток удерживали стратегически важное шоссе на Слоним, отражая атаки превосходящих по численности красноармейцев.

В 1930-х годах в память о погибших и был поставлен этот мемориальный крест. Архивные материалы музея Войска Польского в Варшаве свидетельствуют, что в составе Слуцкого пехотного полка были призывники с территории «Кресов Усходних», т. е. нынешней Беларуси.

В настоящее время посещение места битвы не отражено в существующих экскурсиях, но возможно в ходе индивидуальных посещений.

Таким образом, в Барановичском районе представлены объекты «темного» туризма, относящиеся к категории мест, связанных с военными конфликтами, сражениями XVI-XX вв. Только некоторые из них уже используются в экскурсиях. Это говорит о большом потенциале «тёмного» туризма в Барановичском районе.

Список литературы

1 Stone, P. Dark Tourism Consumption – A call for research / P. Stone // E-Review of Tourism Research. – 2005. – №. 2. – Pp. 109–117.

2 Памяць: гіст.-дакум. хроніка г. Баранавічы і Баранавіцкага р-на. – Минск : БЕЛТА, 2000. – 736 с.

3 Новые экскурсионные маршруты Барановичского района: методические рекомендации / Сост. : В. Н. Зуев [и др.]; под общ. ред. В. Н. Зуева. – Барановичи, 2015. – 72 с.

4 Горизонт-тур: экскурсии. – Режим доступа: https://gorizonttour.by/travels/excursions-in-belarus/?PAGEN_1=5. – Дата доступа: 20. 04. 2022.

D. G. Korogoda, V. N. Zuev

MILITARY BATTLE SITES IN BARANOVICHY DISTRICT AS AN ELEMENT OF SIGHTSEEING ROUTES

*Baranavichy State University,
Baranavichy, Republic of Belarus,
wald_k@rambler.ru, korogoda.david@mail.ru*

Abstract. The article considers the use of such "dark" tourism facilities as places of military battles in excursion tourism. In the Baranavichy district, we have identified six localizations of military battles marked with memorial signs. Their use for the construction of sightseeing routes has been assessed.

Key words: Baranavichy district, dark tourism, battle sites, excursions.

УДК 502. 17:330. 34

М. В. КОРШАК

СУЩНОСТЬ И РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВЕСТКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
mkorsh245@gmail.com*

В статье рассмотрены основные тенденции развития экологической проблематики в современном мире. Проведен анализ такого явления как «экологический алармизм», рассмотрены его положительные и отрицательные стороны, роль в формировании общественного

сознания. Выявлена степень его проникновения в сферы жизни общества. Отмечено преувеличение роли человека в глобальных изменениях природы.

Ключевые слова: экологическая повестка, экологический алармизм, экологические проблемы, экологизация, современное общество.

Введение. Природа и ее ресурсы являются необходимыми условиями жизнедеятельности всех живых существ на Земле, в том числе и человека. Люди всегда нуждались и пользовались дарами природы и, так или иначе, преобразовывали ее, и эти изменения отражались на их жизни. На протяжении всей известной нам истории человечество развивалось, и вместе с ним расширялись его понятия об окружающем мире. Впоследствии люди поняли, что природными дарами нужно пользоваться разумно, не разрушая естественный баланс между человеком и природой. Именно поэтому тема взаимоотношений человека с окружающим миром была одной из самых востребованных в истории общественной мысли и никогда не теряла актуальности от самой зари человечества и вплоть до наших дней. Так, еще во времена Древней Греции античные философы размышляли о влиянии человека на окружающую природу. В эпоху Средневековья, где была высока роль религии в образе жизни и мышления, эта тема также волновала людей.

Даже в самых примитивных обществах существовали ограничения и запреты, связанные с использованием природных ресурсов. Священные места, рощи, озера, родники охранялись как участки подлинной заповедности в разных местах нашей планеты, которые имели ритуальное значение. Коренные народы и племена Африки, Северной Америки, Австралии создавали некие подобия сезонных заказников, которые имели уже охотхозяйственное значение.

По мере развития общественных отношений менялось и отношение к охране природы – в Европе, царской России создавались территории, предназначенные для охоты. Задолго до промышленной революции древесина была одним из важнейших ресурсов, особенно для морских держав. Так постепенно стали появляться лесоохранные практики.

В середине XIX в. с приходом машинного производства и постепенного повышения качества жизни увеличилась и нагрузка на природные комплексы. Появилась необходимость в формировании научного течения, которое помогло бы регулировать взаимоотношения человека и природы, и так зародилась экология.

Со второй половины XX в. человечество начало сталкиваться с экологическими угрозами и, ввиду увеличивающейся взаимозависимости и глобализации мира, стала происходить постепенная экологизация общества. На сегодняшний день экологическая повестка нашла свое отражение во многих сферах жизни, и уже трудно представить нынешнее общество без сортировки мусора или экологической маркировки товаров. Мировое сообщество осознает важность экологии в современном мире. И если раньше природоохранные мероприятия носили больше практическое значение, то сегодня высока степень понимания и оценки последствий взаимоотношений с природой.

Современная цивилизация удивляет (в хорошем смысле слова) своим уровнем научно-технического прогресса, но и тем самым поражает масштабами воздействия на природу. Это, в свою очередь, порождает опасение за будущее человечества на Земле. На сегодняшний день в общественном сознании плотно укоренилась, казалось бы, справедливая мысль о том, что человек – главный ответственный за все беды, связанные с природными изменениями. Сформировался в некотором роде экологический алармизм, имеющий немалое влияние на образ жизни современного человека.

Несомненно, антропогенный фактор оказывает влияние на окружающую природу, но насколько оно велико, и насколько вообще велика экологическая опасность для дальнейшего существования человечества? И если эта угроза действительно столь огромна, неужели человек – единственно виновный в глобальном потеплении, разрушении озонового слоя, таянии ледников? Полагать такое будет весьма опрометчиво, учитывая общую изменчивость и цикличность природы. Тогда встает вопрос: а не используется ли кем-то экологическая повестка в своих целях? Не используют ли в XXI в., в эпоху глобализации, крупные корпорации экологию для отстаивания своих интересов?

Целью данной статьи является обобщение сведений о сущности современной экологической повестки, а также анализ экологической проблематики, явления экологического алармизма и их влияния на формирование общественного сознания и политики государств.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что экология глубоко проникла в жизнь людей и во многом определяет дальнейшее развитие общества на многих уровнях.

Материалы и методы исследования. В данной работе был проведен анализ ряда научных публикаций, освещающих роль и значение экологии в современном мире, а также значение и сущность такого явления как «экологический алармизм».

Результаты и их обсуждение. Первоначально был проанализирован экологический алармизм как фактор формирования общественного сознания, поскольку это явление довольно распространено в наши дни, и оно имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Экологический алармизм – это представление о катастрофичности последствий человеческой деятельности на природу. Оно гласит о необходимости принятия скорейших мер по регулированию таких проблем как потепление климата, перенаселение планеты, потеря биоразнообразия, истощение ресурсов и тому подобное, а также называет человека самым главным источником глобальных экологических проблем. Стоит разобрать каждый аспект данного явления.

Само понятие «экологический алармизм» вошло в обиход во второй половине XX в. Основным толчком к его продвижению стал доклад Римскому клубу «Пределы роста», в котором прогнозировалось, что если человечество не сократит темпы своего роста и уровень потребления, то уже в течение XXI в. его ждет катастрофа. Мировое сообщество прислушалось и приняло меры: теперь у нас действует международная система ООПТ, разработаны международные конвенции и соглашения, разрабатываются экологические инновации в производстве [1]. Также повышается уровень осведомленности населения об экологических проблемах и особое внимание уделяется приобщению к экологической культуре [2].

Однако степень встревоженности не перестает падать в наши дни, а даже, наоборот, возрастает. В современной повестке дня огромное внимание уделяется таким проблемам как перенаселение, глобальное потепление, таяние ледников. Остановившись на каждой из них подробнее, можно выяснить, что роль человека здесь не столь велика, как принято полагать. Если говорить о проблеме лишнего населения на планете, то такой вопрос поднимался еще в XVIII в. английским священником и ученым Томасом Мальтусом. Он считал, что Земля не сможет обеспечить продовольствием всерастущее население планеты. Однако, им не был учтен тот факт, что хоть в течение своего развития численность населения человека увеличивается, возрастает также и уровень развития науки и технического прогресса, что ведет к повышению производительности труда и, как следствие, к росту количества доступного продовольствия. И хотя учение Т. Мальтуса подвергалось критике современников, оно, в той или иной форме, легло в основу политики Британской империи XIX в. Это привело в свое время к голоду в Ирландии и Индии.

Ошибочность идеи Т. Мальтуса была доказана на конкретных примерах в наши дни. Так, например, в Китае производство зерна выросло почти в 6 раз с 1947 г. по 2017 г. (с 113 млн т до 620 млн т), а к 2010 году Китай выращивал около четверти мирового зерна, при этом, население страны также увеличивалось [2, 3]. Но несмотря на это, в наши дни многие люди бьют тревогу по поводу того, что человечество занимает уж слишком много места на планете.

Тема глобального потепления на сегодняшний день стоит в первых рядах по степени значимости и обеспокоенности как для простых людей, так и для целых государств. Здесь почему-то принято считать, что антропогенный фактор является решающим. Однако, множество фактов говорит о том, что доля человеческого влияния крайне мала. Исследования указывают на то, что существенные изменения климата на Земле происходят медленно, и их последствия несхожи в разных частях планеты. Изменение климата, как и многие другие природные процессы, является циклическим процессом, и на протяжении известной истории Земли наблюдались как периоды потепления, так и похолодания. Существует мнение, что потепление климата связано с 60-летним и 200-летним циклами. Также среди ученых ведутся споры о том, что, возможно, мы еще живем в эпоху ледникового периода [1, 4].

Вопрос о роли парниковых газов в формировании парникового эффекта также весьма спорный. Эти газы удерживают тепло в атмосфере, а без тепла жизнь на планете не могла бы существовать. Сам же парниковый эффект в среднем на 78 % создан водяным паром и лишь на 22 % – углекислым газом. Значение человека в увеличении количества парниковых газов, в частности углекислого газа, также является дискуссионным вопросом. Например, исследования показывают, что большое количество CO₂ находится в растворенном виде в Мировом океане, и что увеличение его содержания в атмосфере вызвано выделением из вод Мирового океана [2, 5].

Более того, ряд ученых говорит об определяющей роли солнечного излучения на климат. Этим объясняется таяние ледников, которое, исходя из исследований, началось задолго до активного использования человеком углеводов и выброса парниковых газов.

Экологическая повестка оказывает большое влияние и на принятие решений в политике и экономике. Экологические и климатические вопросы обсуждаются ведущими странами, и под давлением экологического алармизма вводятся меры, которые должны обеспечить переход к «зеленой» экономике [2, 6]. Среди таких мер и переход на возобновляемые источники энергии, и введение углеродного налога в Европе. Однако, переход экономики на «зеленые» рельсы имеет негативные последствия: реализация потенциала альтернативной энергетики очень затратна, требует огромных инвестиций, а также ведет к непомерному увеличению стоимости электроэнергии. Так провалилась политика энергетической трансформации (Energiewende) в Германии [2].

Можно уследить интерес глобальных корпораций и производителей, которые под прикрытием экологии внедряют свой товар на рынки сбыта или вовсе пытаются их изменить. Ярким примером является уничтожение торфяных тропических лесов в Индонезии для развития автомобильного биотоплива в США и снижения выбросов CO₂ автотранспортом. Так, в 2007 г. в США осуществлялась инициатива по сокращению потребления нефти и предполагалось делать топливо из сои. В условиях глобализации произошла такая ситуация, что сои стало не хватать для использования в пищевых целях. Тогда заменителем стало пальмовое масло, 90 % производства которого в мире приходится на Индонезию и Малайзию. Было решено увеличить объем производства пальмового масла в несколько раз, и тропические леса подверглись массовой вырубке под плантации [2].

Заключение. Таким образом, исходя из анализа современной экологической проблематики, можно сказать, что современной экологической повестке присущ алармизм, который имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Роль человека в появлении глобальных экологических проблем неоспорима, однако сильно преувеличена, и вопросы о его влиянии на окружающую среду являются дискуссионными. Однако, ввиду глобализации мирового сообщества, экологическая повестка может быть использована как прикрытия для отстаивания корпоративных интересов.

В связи с этим, очень важно не допустить превращение экологии из науки в инструмент рынка и глобальных корпораций. Поскольку экология глубоко вошла в жизнь людей, важно также понимать, что успешное решение экологических проблем требует всестороннего изучения их причин, и что оно должно базироваться на достоверном знании, а не на эмоциях.

Список литературы

- 1 Снакин, В. В. Экологический алармизм: вред или польза? / В. В. Снакин // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2021. – №. 3 (167). – С. 110–115.
- 2 Гафуров, С. Боевая экология. Как Greenpeace, WWF и другие международные экологические организации подрывают развитие России / С. Гафуров, Д. Митина. – СПб. : Питер, 2021. – 320 с.
- 3 Снакин, В. В. Глобальные экологические процессы: ресурсный и эволюционный аспекты / В. В. Снакин // Жизнь Земли. – 2010. – Т. 32 – С. 190–200.
- 4 Снакин, В. В. Глобальные изменения климата: прогнозы и реальность / В. В. Снакин // Жизнь Земли. – 2019. – Т. 41. – №. 2 – С. 148–164.
- 5 Замолодчиков, Д. Г. Естественная и антропогенная концепции современного потепления климата / Д. Г. Замолодчиков // Вестник Российской академии наук. – 2013. – Т. 83, №. 3. – С. 227–235.

M. V. Korshak

THE ESSENCE AND ROLE OF THE ENVIRONMENTAL AGENDA IN THE MODERN WORLD

*Francisk Skorina Gomel State University
Gomel, Republic of Belarus,
mkorsh245@gmail.com*

Abstract. The article discusses the main trends in the development of environmental issues in the modern world. The analysis of such a phenomenon as environmental alarmism is carried out, its positive and negative sides, its role in the formation of public consciousness are considered. The degree of its penetration into the spheres of society's life is revealed. The exaggeration of the role of man in global changes in nature is noted.

Keywords: environmental agenda, environmental alarmism, environmental problems, ecologization, modern society.

УДК 613. 644

Е. Ф. КУДИНА^{1,2}, И. В. ПРИХОДЬКО¹, П. А. КУРИЦЫН¹

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЮ ПРОИЗВОДСТВА

¹*Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь,
iv_prihodko@mail.ru*

²*ГНУ «Институт механики металлополимерных
систем им. В. А. Белого НАН Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
kudina_mpri@tut.by*

В работе рассмотрено влияние вибрации на экологическую обстановку производства, а также на надежную и безотказную работу оборудования. Приведены наиболее часто встречающиеся источники вибрации, представлены методы ее измерения и критерии оценки. Показана необходимость учета вибрационного воздействия с целью снижения влияния патогенного фактора и продления профессионального долголетия.

Ключевые слова: вибрация, экология производства, надежность, безопасность, профессиональное заболевание.

Производство современной техники и оборудования неразрывно связано с учетом виброакустических факторов, оказывающих значительное влияние на персонал, задействованный в технологическом процессе, а также на долговечность и безопасность работы эксплуатируемой техники. Наиболее опасной является вибрация, которая оказывает длительное и систематическое воздействие, вследствие чего неблагоприятно влияет на организм человека, а также приводит к разрушению технических устройств и оборудования [1]. Поэтому технические

средства перед внедрением в производственный процесс подвергаются процедуре подтверждения соответствия определенным требованиям и стандартам посредством проведения испытаний (предварительных, приемочных, квалификационных, периодических, сертификационных), среди которых одним из обязательных является оценка собственной вибрации. Наиболее часто встречающимися источниками повышенной вибрации являются электрические машины (тяговые электродвигатели, генераторы, вспомогательные электрические машины и др.), компрессоры и компрессорные агрегаты, а также ряд других устройств, используемых в рамках производства. Последствиями воздействия вибрации являются снижение надежности и долговечности машин и механизмов, внеплановые ремонты, создание аварийных ситуаций, нарушение технологического режима и развитие профессиональных патологий.

Вибрационный процесс в реальных условиях определяется многими факторами, вследствие чего возможность математического описания затруднена. Нормируемое значение вибрации электрических машин в значительной степени зависит от способа эксплуатации и установки, поэтому при испытаниях проводят измерение вибрации в условиях, близких к реальным условиям эксплуатации [2]. Оценка величины вибрации испытываемой электрической машины проводится методом жесткого крепления или допускается ее подвешивание на пружине, а в случае невозможности реализации подвешивания осуществляется установка на упругой опоре (резине) в соответствии с ГОСТ 60034-14-2014 [3]. Точки для измерения и оценки данного показателя выбираются вблизи наиболее уязвимых элементов, а именно в непосредственной близости подшипникового узла (рисунок 1). При этом, необходимо наличие функций измерительного оборудования, позволяющих измерить уровень вибрации на горизонтальном участке амплитудно-частотной характеристики в заданном диапазоне частот.

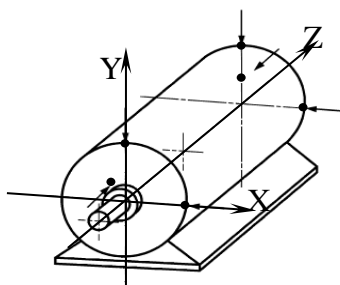


Рисунок 1 – Места установки датчиков

Критериями, принятыми для оценки вибрации, являются среднеквадратичные значения вибросмещения, выраженные в микронах, скорости (мм/с) и ускорения (м/с^2), измеренные в широком диапазоне частот (рисунок 2).



Рисунок 2 – Измерение параметров вибрации

В качестве нормируемого среднеквадратичного значения вибрации машины принимают наибольшее из всех значений, измеренных в месте крепления измерительного вибродатчика. Для ряда оборудования, жестко связанного с основанием, оценку вибрации осуществляют

в местах его крепления. Однако, как и в случае с подшипниковым узлом электрических машин измерения осуществляются также в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Это делается с целью предотвращения передачи высоких уровней вибрации основанию, возникновения отрыва оборудования, что может привести к травмированию или возникновению ситуаций, связанных с риском для жизни.

Общая вибрационная надежность любого оборудования является важнейшей её эксплуатационной характеристикой. Но измеренное значение носит всего лишь оценочный характер и не позволяет совершить более глубокий анализ. С этой целью используют оборудование, функциональные возможности которого позволяют получать спектры колебательных процессов (рисунок 3). Анализ спектральных характеристик дает возможность диагностировать дефекты, возникающие в испытываемом оборудовании. Низкий и стабильный уровень вибрации, отсутствие резонансных и автоколебательных явлений во всем диапазоне рабочих режимов гарантирует требуемые показатели надежности и долговечности [3], а также снижает риски профессиональных заболеваний. Таким образом, показатель вибрации это комплексное понятие, требующее рассмотрения в контексте не только его применимости к технике, но и в области возможной угрозы здоровью.

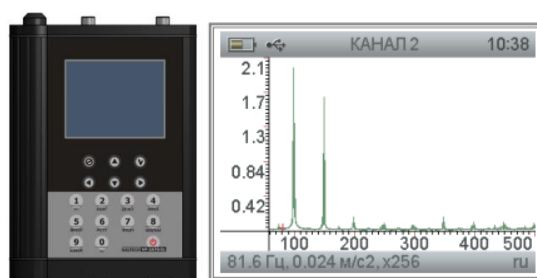


Рисунок 3 – Внешний вид спектрометра и пример амплитудно-частотного спектра

Вследствие отмеченных выше факторов на производстве необходимо контролировать уровни вибрации, ограничивать продолжительность работы во вредных условиях, а также соблюдать рациональное сочетание времени труда и отдыха. Персонал, выполняющий свои должностные обязанности в условиях вибрационного воздействия, являющегося вредным или опасным, должен обязательно проходить медицинскую комиссию с привлечением врачей соответствующего профиля [4].

Список литературы

- 1 Семенов, И. П. Производственная вибрация : учебно-методическое пособие / И. П. Семёнов, И. А. Кураш. – Минск : БГМУ, 2018. – 52 с.
- 2 Приходько, И. В. Влияние вибрации на надежность и безопасность подвижного состава / И. В. Приходько, С. А. Коринчук // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч. -практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 187–189.
- 3 Машины электрические вращающиеся. Часть 14. Механическая вибрация некоторых видов машин с высотами вала 56 мм и более. Измерения, оценка и пределы жесткости вибраций: ГОСТ ИЕС 60034-14-2014. – Введ. 01. 05. 2014. – М. : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Стандартиформ, 2015. – 16 с.
- 4 Кудина, Е. Ф. Влияние виброакустических факторов на экологическую безопасность производства / Е. Ф. Кудина, И. В. Приходько // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды: материалы V Междунар. науч. -практ. конф. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2020. – С. 456–460.

H. F. Kudina^{1,2}, I. V. Prihodzko¹, P. A. Kuritsyn¹

VIBRATION ASSESSMENT FOR EQUIPMENT SAFETY AND PRODUCTION ECOLOGY

¹Belarusian State University of Transport,
Gomel, Republic of Belarus,
iv_prixodko@mail.ru,

²V. A. Belyi Institute of Mechanics of Metal-Polymer Systems of the NAS of Belarus,
Gomel, Republic of Belarus,
kudina_mpri@tut.by

Abstract. The work considers the impact of vibration on the environmental environment of production, as well as on the reliable and trouble-free operation of the equipment. The most common sources of vibration are given, as well as methods of its measurement and evaluation criteria are described. The probability of the risk of occupational diseases from working conditions associated with vibration exposure and the possibility of reducing the pathogenic factor in order to extend professional longevity are shown.

Keywords: vibration, production ecology, reliability, safety, occupational disease.

УДК 330. 15

А. П. КУЛАКОВ¹, О. Б. НАПОЛОВ²

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ФЕДЕРАЛЬНОМ УРОВНЕ

¹Институт геоэкологии РАН им. Е. М. Сергеева,
г. Москва, Российская Федерация,
bomberos@inbox.ru

²ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
г. Москва, Российская Федерация,
onapolov@list.ru

В научной работе выполнен эколого-экономический расчет восстановления особо охраняемой природной территории (ООПТ) федерального уровня. Рассмотрен эколого-экономический расчет выполнения природоохранных работ на ООПТ. Проанализированы финансовые, экономические и трудовые ресурсы, а также инфраструктурные особенности территории с учетом логистических потоков. Проведенная работа имеет значимость для планирования восстановления биологических ресурсов ООПТ и обеспечения устойчивого развития региона на перспективу.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории (ООПТ), эколого-экономическая оценка, восстановление природно-ресурсного потенциала территории.

В настоящее время в общественных кругах и на государственном уровне растет понимание необходимости принятия срочных мер по сохранению и восстановлению особо охраняемых природных территорий (ООПТ) федеральных уровней с использованием различных методов, в том числе и экономической оценки [2], [3], [4].

Актуальность экономической оценки восстановления природных геоэкосистем ООПТ является одним из важнейших направлений природоохранной политики Российской Федерации

на современном этапе её развития. В процессе её выполнения рассчитываются экономические показатели отдельных трудозатрат, включающие затраты на прямое и косвенное восстановление биоресурсов, затраты на выполнение наземных и дистанционных исследований состояния биоценозов, проведение мониторинговых работ. Кроме собственно прямых и косвенных экономических показателей восстановления биоресурсов ООПТ существуют ещё экономические затраты на целый ряд экосистемных услуг населению (рекреация, экологический туризм, образовательные программы, духовно-нравственное развитие человека).

В основу проведения экономической оценки легли базовые принципы эколого-экономического учета, сформулированные в основополагающих документах ООН по выполнению экономической оценки природных ресурсов и экосистемных услуг на основе теории полной экономической ценности природно-ресурсного потенциала территории [4]. Природно-ресурсный потенциал включает эколого-экономическую ценность биологических, рекреационных ресурсов на территории ООПТ. Экосистемные услуги включают прямой и косвенный вклад природных экосистем в благосостояние людей и их духовно-нравственному развитию. Экономические затраты включают: капитальные вложения и эксплуатационные расходы (ОРЕХ). К *капитальным вложениям (CAPEX)* относятся: техническое сопровождение экологических пунктов контроля загрязнения компонентов окружающей среды; проведение полевых мониторинговых работ на территории ООПТ; приобретение технических приборов и специальной техники для проведения природоохранных мероприятий. К *эксплуатационным расходам (ОРЕХ)* относятся: заработная плата за выполненные работы в рамках проведения экологического мониторинга; оплата услуг экспертов; оплату работ в рамках проведения опроса и анкетирования населения и государственных чиновников; оплата сторонних услуг; амортизационные отчисления; ремонт и техническое сопровождение работы специальной техники в рамках проведения экологического мониторинга. Кроме того, большое значение при эколого-экономической оценке уделяется ряду основных факторов: степени застройки территории; количества обора проб почв, грунтовых вод, поверхностных вод, растительности; периодичности проведения мониторинговых работ; квалификации персонала [1]. Пример рассчитан для 3 вариантов: 1) полностью застроенная территория; 2) частично застроенная территория; 3) практически незастроенная территория. Экономический расчет произведен исходя из размера заработной платы: 62 574 руб. /мес. 1 научного работника (данные за 2019 г.) [5].

Примеры экономического расчета показаны в таблицах 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Вариант №. 1. Практически не застроенная территория.

Таблица 1 – Обоснование трудозатрат по работам/услугам

№	Наименование работ/услуг	Сроки выполнения одной работы/услуги, кол-во дней	Кол-во чел.	Трудо-затраты, чел. /дней	Трудозатраты, чел. /мес. (разные категории работников)
1	Сбор необходимой информации	10	1	10	0,24
2	Проведение статистического анализа полученной информации	20	1	20	0,49
3	Проведение мониторинговых исследований	34	1	34	1,65
4	Обработка полученных результатов в процессе проведения мониторинга	20	1	20	0,97
5	Экономический расчет	20	1	20	0,97
Итого трудозатраты:		84,00	4,00	84,00	4,32

Таблица 2 – Расчет цены по работам/услугам

№	Наименование	Формула	Результат
1	Трудоемкость выполнения работы/услуги, чел. /мес.		4,08
2	Средняя заработная плата 1 работника в месяц, руб.		62 574
3	Фонд оплаты труда (ФОТ), руб.	п. 1 * п. 2	270 319,68
4	Страховые взносы во внебюджетные фонды и отчисления на обязательное социальное страхование от несчастных случаев, руб.		746 206,21
5	Затраты на командировки		444 168,00
6	Накладные расходы (79,8% от п. 3), руб.		2 299 335,72
7	Себестоимость, руб.	п. 3+п. 4+п. 5+п. 6	3 760 029,61
8	Прибыль (5 % от п. 7), руб.	% от п. 7	294 155,74
9	Цена работ/услуг (без учета НДС), руб.	п. 7+п. 8	4 054 185,35
10	НДС, руб.	20 % п. 9	810 837,07
Итого стоимость работ/услуг (с учетом НДС), руб.		п. 9+п. 10	4 865 022,42

Экономическая стоимость восстановления 1 га ООПТ на практически незастроенной территории стоит 4 865,02 тыс. руб. (с учетом НДС).

Вариант №. 2. Частично застроенная территория.

Таблица 3 – Обоснование трудозатрат по работам/услугам

№	Наименование работ/услуг	Сроки выполнения одной работы/услуги, кол-во дней	Кол-во чел.	Трудо-затраты, чел. /дней	Трудозатраты, чел. /мес. (разные категории работников)
1	Сбор необходимой информации	5	1	5	0,24
2	Проведение статистического анализа полученной информации	3	1	3	0,49
3	Проведение мониторинговых исследований				0,97
4	Обработка полученных результатов в процессе проведения мониторинга	41	1	41	1,99
5	Дешифрирование аэрокосмических снимков и другой информации	34	1	34	1,65
6	Обработка полученных данных	20	1	20	0,97
7	Экономический расчет	20	1	20	0,97
Итого трудозатраты:		150,00	7,00	150,00	7,28

Таблица 4 – Расчет цены по работам/услугам

№	Наименование	Формула	Результат
1	Трудоемкость выполнения работы/услуги, чел. /мес.		7,28
2	Средняя заработная плата 1 работника в месяц, руб.		62 574,00.
3	Фонд оплаты труда (ФОТ), руб.	п. 1 * п. 2	455 538,72.
4	Страховые взносы во внебюджетные фонды и отчисления на обязательное социальное страхование от несчастных случаев, руб.		746 206,21.
5	Затраты на командировки		444 168,00.
6	Накладные расходы (79,8% от п. 3), руб.		2 299 335,72.
7	Себестоимость, руб.	п. 3+п. 4+п. 5+п. 6	3 945 248,65.
8	Прибыль (5 % от п. 7), руб.	% от п. 7	294 155,74.
9	Цена работ/услуг (без учета НДС), руб.	п. 7+п. 8	4 239 404,39.
10	НДС, руб.	20 % п. 9	847 880,88.
Итого стоимость работ/услуг (с учетом НДС), руб.		п. 9+п. 10	5 087 285,27.

Экономическая стоимость восстановления 1 га ООПТ на частично застроенной территории стоит 5 млн. 087,3 тыс. руб. (с учетом НДС).

Вариант №. 3. Полностью застроенная территория.

Таблица 5 – Обоснование трудозатрат по работам/услугам

№	Наименование работ/услуг	Сроки выполнения одной работы/ услуги, дней	Кол-во чел.	Трудо-затраты, чел. /дней	Трудозатраты, чел. /мес. (разные категории работников)
1	2	3	4	5	6
1	Сбор необходимой информации	10	1	10	1,49
2	Проведение статистического анализа полученной информации	20	1	20	2,97
3	Проведение наземных исследований	41	1	41	1,99
4	Проведение мониторинговых исследований	34	1	34	1,65
5	Обработка полученной информации в процессе наземных исследований	20	1	20	3,97
6	Обработка полученной информации в процессе мониторинговых исследований	20	1	20	0,97
7	Дешифрирование аэрокосмических снимков и другой информации	5	1	5	0,24
8	Составление Баз данных по полученной информации	10	1	10	0,49
9	Статистическая обработка полученной информации	20	1	20	0,97
10	Составление графической информации	41	1	41	1,99
11	Составление блоков картографической информации	34	1	34	1,65
12	Подготовка данных для экономического расчета	20	1	20	0,97
13	Экономический расчет	20	1	20	0,97
Итого трудозатраты:		300,00	14,00	300,00	21,56

Таблица 6 – Расчет цены по работам/услугам

№	Наименование	Формула	Результат
1	Трудоемкость выполнения работы/услуги, чел. /мес.		21,56
2	Средняя заработная плата 1 работника в месяц, руб.		62 574,00
3	Фонд оплаты труда (ФОТ), руб.	п. 1 * п. 2	1 349 095,44
4	Страховые взносы во внебюджетные фонды и отчисления на обязательное социальное страхование от несчастных случаев, руб.		746 206,21
5	Затраты на командировки		444 168,00
6	Накладные расходы (79,8% от п. 3), руб.		2 299 335,72
7	Себестоимость, руб.	п. 3+п. 4+п. 5+п. 6	4 838 805,37
8	Прибыль (5 % от п. 7), руб.	% от п. 7	294 155,74
9	Цена работ/услуг (без учета НДС), руб.	п. 7+п. 8	5 132 961,11
10	НДС, руб.	20 % п. 9	1 026 592,22
Итого стоимость работ/услуг (с учетом НДС), руб.		п. 9+п. 10	6 159 553,33

Экономическая стоимость восстановления 1 га ООПТ на полностью застроенной территории стоит 6 млн. 159,5 тыс. руб. (с учётом НДС).

Заключение. В результате выполнения эколого-экономического расчета восстановления природных экосистем ООПТ были получены актуальные данные для различных трудозатрат при выполнении восстановления. Эти расчеты могут войти в перечень конкретных природоохранных мероприятий на территории Московского промышленного региона на перспективу. В перспективе эти работы позволят обеспечить устойчивое развитие Московского региона с приданием ему значения, как ведущего в Российской Федерации *Московского инновационного научно-промышленного кластера* с большим комплексом экосистемных услуг мирового значения.

Список литературы

1 Комплексный экологический и экономический учет. Практическое руководство. Отдел статистики Департамента экономических и социальных отношений ООН. Серия F №. 78. 2000.

2 Лелькова, А. К. Методы поддержания и сохранения экосистем и их компонентов / А. К. Лелькова, А. А. Пакина // Экосистемы: экология и динамика. – 2020. – Т. 4. – №. 3. – С. 166–179.

3 Официальный сайт национального парка «Лосиный остров» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://losinyiostrov.ru>. – Дата доступа: 20. 04. 2022.

4 Информационно-аналитическая система «Особо охраняемые природные территории России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oort.aari.ru>. – Дата доступа: 20. 04. 2022.

5 Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/labour_costs3. – Дата доступа: 20. 04. 2022.

А. Р. Kulakov¹, О. В. Napolov²

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE RESTORATION OF PROTECTED AREAS AT THE FEDERAL LEVEL

¹*Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS,
Moscow, Russia,*

bomberos@inbox.ru

²*Gazprom VNIIGAZ LLC,*

Moscow, Russia,

onapolov@list.ru

Abstract. In the scientific work, the ecological and economic calculation of the restoration of a specially protected natural area of the federal level was carried out. The ecological and economic calculation of the implementation of environmental protection works in protected areas is considered. Financial, economic and labor resources, as well as infrastructural features of the territory, taking into account logistics flows, are analyzed. The work carried out is important for planning the restoration of biological resources of protected areas and ensuring sustainable development of the region in the future.

Keywords: specially protected natural territories (protected areas), ecological and economic assessment, restoration of the natural resource potential of the territory.

В. В. КУЛЬНЕВ¹, А. Н. КИЗЕЕВ²

МЕТЕОИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОВДОРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

¹Центрально-Чернозёмное межрегиональное управление
Федеральной службы по надзору в сфере природопользования,
г. Воронеж, Российская Федерация,
kulnev@rpn36.ru

²Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
aleksei.kizeev@mail.ru

Приведена интерпретация пространственно-временных сведений о химическом составе метеорных осадков в зоне влияния Ковдорского горно-обогатительного комбината. Показано, что по мере удаления от промплощадки происходит изменение водородного показателя и химического состава атмосферных осадков. Отмечена роль кислой реакции среды в изменении концентрации поллютантов, определяемой при сноухимической съёмке.

Ключевые слова: атмосферные осадки, источник загрязнения атмосферы, ключевая площадка, метеоиндикация, поллютанты, хвостохранилище.

Мурманская область относится к высокоиндустриальным регионам России. Сочетание предприятий горнодобывающей отрасли, металлургического производства, ядерной энергетики являются объектами негативного техногенного воздействия на компоненты окружающей природной среды. Низкий саморегулирующий потенциал природной среды, обусловленный сравнительно низкой продуктивностью северных ценозов, усиливает канцерогенное воздействие техногенных выбросов в компоненты природной среды региона [2].

АО ЕВРОХИМ «Ковдорский ГОК» – единственное в мире предприятие по производству бадделеитового концентрата. Здесь также происходит выпуск железорудного и апатитового концентратов [4, 18]. Загрязнение атмосферы влияет на территорию районного центра – города Ковдора, другие населенные пункты района и на окружающие комбинат таежные ландшафты. Результатом деятельности Ковдорского горно-обогатительного комбината по данным геоэкологического мониторинга является образование техногенных пустошей в виде хвостохранилища, терриконов и деградация компонентов природной среды.

Исследованиям качества атмосферного воздуха техногенно нагруженных территорий посвящены работы отечественных и зарубежных специалистов. Так, в работах [14, 16] описывается применение фрактального анализа при лихеноиндикации техногенного воздействия. Моделирование динамики и прогноза экологических состояний воздушной среды селитебных территорий отражено в научной статье А. Н. Насонова и соавторов [15]. Применение фрактального анализа для оценки экологического состояния внутриконтинентальных орогенов, описано в работе [13].

В исследовании китайских специалистов [19] показано, что в пилотных районах с высоким уровнем экологического развития основным элементом являются развивающиеся отрасли экономики, поскольку они обеспечивают более высокий уровень экономического производства без ухудшения состояния атмосферного воздуха, связанного с традиционными отраслями промышленности, такими как, например, металлургия.

Результатом исследования ученых из Эквадора является модель, интегрирующая и объясняющая социально-экологические городские отношения латиноамериканского города с учетом трех подходов высокого уровня: лесного хозяйства, географии и психологии. Модель дала

количественную оценку социально-экологическим отношениям, возникающим в результате сочетания различных факторов городских социально-экологических систем, предложив преимущества этого метода для получения знаний, необходимых для планирования и управления латиноамериканскими городами.

Авторы научной работы из Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова для выявления состояния геоэкологической обстановки в центральной части Мурманской области провели исследования снежного покрова и воды. Гидрохимический анализ проб снега и воды, отобранных на ключевых участках, показал, что в настоящее время в районе исследования наблюдается значительное загрязнение природной среды тяжёлыми металлами, особенно в районе Мончегорска. Также прослеживается площадное загрязнение аэротехногенными поллютантами на расстоянии на 80 и более километров на северо-запад от источника загрязнения (комбината «Североникель»). Другим районом с неблагоприятной геоэкологической обстановкой, согласно проведённым исследованиям, является Кировско-Апатитский в зоне влияния горнодобывающего и горно-обогачительного производства [3].

В исследовании специалистов из Санкт-Петербургского государственного горного университета показано, что в результате сброса сточных вод в озеро Ковдоро рН воды повысился до 8, а кислотные соединения, выбрасываемые в атмосферу и выпадающие на территории водосбора озера Куропта, вызвали тенденцию к закислению воды озера, значение рН понизилось до величины менее 6 [17].

Исследованиям экологического состояния природных вод и почвенного покрова на территории деятельности АО ЕВРОХИМ «Ковдорский горно-обогачительный комбинат» посвящены работы [5–13].

Целью настоящего исследования является метеоиндикационная оценка пространственно-временной динамики состояния еловых и сосновых лесов, расположенных на различном удалении от комбината в границах Ковдорского рудного района и за его пределами в купе со спонхимической съёмкой.

Ковдорский рудный район находится на юго-западе Мурманской области, в 20 км к востоку от границы с Финляндией [18].

Ковдорский массив является наиболее изученным и одним из самых крупных щелочно-ультраосновных плутонов Кольского полуострова. Массив представляет собой интрузию концентрически-зонального строения. В плане массив имеет овальную форму, несколько вытянутую в меридиональном направлении. В геолого-структурном плане Ковдорский массив находится в пределах крупной тектонической зоны северо-восточного простирания, протягивающейся от массива Сокли в Финляндии через Маврагубский, Хибинский, Ловозерский, Кургинский, Контозерский массивы до побережья Баренцева моря в районе губы Ивановской - зоны развития палеозойского щелочного магматизма на северо-востоке Балтийского щита. Ковдорский массив приурочен к узлу пересечения трех линейных разломов субмеридионального, северо-восточного и северо-западного простирания [18].

С 1995 г. апатит-бадделеитовая фабрика АО ЕВРОХИМ «Ковдорский ГОК» перерабатывает не только текущие хвосты мокрой магнитной сепарации, но и лежалые. При обогащении апатит-штаффелитовых руд получают апатитовый и магнетитовый концентраты. Фосфатный концентрат используется для химической переработки на удобрения. Магнетитовый концентрат используется как сырьё для производства чугуна и сталей, бадделеитовый – для производства огнеупоров и представляет собой сырьё для извлечения циркония [18].

В районе добычи формируются горные выработки открытого типа, снижающие качество компонентов окружающей среды. После окончания разработки месторождения необходимо проведение полномасштабной рекультивации или санации с учетом зональных особенностей территории [1].

Совместными источником негативного воздействия на депонирующие среды (природные воды, почвы) в пределах горнодобывающих районов являются хвостохранилища и терриконы [5–7].

В процессе эксплуатации объектов негативного воздействия на окружающую среду юридическим лицом – АО ЕВРОХИМ «Ковдорский ГОК» посредством источников загрязнения атмосферы (ИЗА) происходят выбросы атмосферных поллютантов. Состав этих выбросов

наследует специфические геохимические черты добываемых бадделеит-апатит-магнетитовых, маложелезистых апатитовых и штаффелит-апатитовых руд, а именно высокое содержание щелочей, алюминия, сернистого ангидрида и фосфора.

К настоящему времени накоплены данные о возможном экологическом эффекте при загрязнении природной среды названными компонентами, но остается практически неизученным вопрос о закономерностях их поступления в экосистемы воздушным путем [11].

С целью решения указанной природоохранной задачи нами был осуществлен анализ сведений о химическом составе метеорных осадков, собранных в летний и зимний период на открытых и залесенных ключевых участках в период с 2015 по 2019 годы. Следует отметить, что сбор атмосферных осадков в виде дождя и снега в точках наблюдения, расположенных в пределах лесных массивов, осуществлялся на открытых пространствах, и под кронами деревьев с помощью специальных осадкоприемников. Это было сделано для определения влияния кроны деревьев на изменение химического состава метеорных осадков, и, следовательно, и определения доли участия древесных растений в очищении атмосферного воздуха. Сбор атмосферных осадков в течение вегетационного периода (июнь-сентябрь) производился ежемесячно, тогда, как сноухимическая съемка проводилась однократно – в конце апреля – в период максимального накопления снежных масс. Отбор проб снега осуществлялся с помощью снегоотборного стакана на глубину снежного покрова. При пробоотборе снега старались исключить возможность загрязнения пробы почвенными частицами и растительными остатками [12].

Точки наблюдения были заложены по розе ветров, согласно которой на исследуемой территории преобладают ветры северо-восточного направления на различном удалении от ИЗА. Первая ключевая площадка была заложена на расстоянии пяти километров в западном направлении от промплощадки и характеризует «теневую» зону ИЗА Ковдорского горно-обогатительного комбината. Вторая ключевая площадка (фоновая) была разбита на территории созданного в 2014 году государственного природного комплексного заказника регионального значения «Кайта», и расположена на расстоянии около 50 км в южном направлении. Последняя ключевая площадка была организована на расстоянии 30 км в восточном направлении от комбината, вблизи поселка Ёна Ковдорского муниципального района Мурманской области.

В ходе пятилетнего периода исследований было проведено определение химического состава дождевых и талых снежных вод, а именно пробы в соответствии с утвержденными методиками анализировались на содержание фосфора, сернистого ангидрида и тяжелых металлов, а также определялся водородный показатель.

Показано, что атмосферные осадки, собранные под кронами деревьев имеют значение водородного показателя около 3,7, что характеризует среду как кислую. В тоже время метеорные осадки, собранные на открытых пространствах, имеют слабокислую реакцию ($pH = 4,5$). Данный факт обусловлен тем, что крона деревьев является своеобразным накопителем, в том числе, редкоземельных элементов, которые при выпадении осадков смываются с поверхности хвои. Отмечено, что в зимний период данный процесс выражен, но не так явно, как в теплое время года, что связано с характером атмосферных осадков.

При пространственном анализе влияния горно-обогатительного комбината показано, что степень кислотности атмосферных осадков снижается по мере удаления от источника негативного воздействия. Также установлено, что относительно высокое содержание редкоземельных металлов в атмосферных осадках под кроной в «теневой» зоне комбината обусловлено разрушением кутикулы хвои и вымыванием указанных элементов из растительных тканей. На ключевых площадках характеризующих заказник «Кайта» и район расположения поселка Ёна Ковдорского муниципального района Мурманской области данное явление не установлено.

Временной анализ показал, что общая тенденция сокращения выбросов загрязняющих веществ сохраняется при изучении результатов определения химического состава атмосферных осадков.

Таким образом, для решения геоэкологических проблем необходимо разрабатывать современную экологическую политику региона с учетом новейших мировых экологических стандартов. Усовершенствовать систему экологического мониторинга и структуру природопользования.

*Статья посвящается памяти «просто геолога» Сергея Леонидовича Кузнецова
(14. 06. 1965 – 22. 01. 2020)*

Список литературы

- 1 Геоэкологическая рекультивация и санация территорий карьеров по добыче строительных материалов / Г. А. Бортникова [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2018. – №. 6. – С. 40–45.
- 2 Геоэкологические исследования снега и поверхностных вод в зимний период в центральной части Кольского полуострова / Е. Л. Воробьевская [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – №. 1. – С. 64–70. – DOI: 10. 25750/1995-4301-2020-1-064-070.
- 3 Экогеосистемы горнодобывающего класса Северо-Запада Восточно-Европейской платформы (Мурманская область) / А. Н. Кизеев [и др.] // Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика): монография / Под ред. проф. И. И. Косиновой. – Воронеж : ОАО «Воронежская областная типография». – 2015. – С. 282–326.
- 4 Кульнев, В. В. Геоэкологические модели депонирующих сред территории горнодобывающих предприятий : автореф. дисс. ... канд. геогр. наук; 250036 / В. В. Кульнев. – Воронеж, 2011. – 20 с.
- 5 Кульнев, В. В. Комплексная и эвристическая методика геоэкологической оценки техногенно нагруженных депонирующих сред / В. В. Кульнев // Материалы научной сессии Воронежского государственного университета. Секция экологической геологии / под редакцией проф. И. И. Косиновой. – Воронеж : Воронежский государственный университет. – 2011. – С. 51–53.
- 6 Кульнев, В. В. Динамика и пространственное загрязнение территории деятельности ОАО «Ковдорский ГОК» / В. В. Кульнев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2010. – №. 2. – С. 302–313.
- 7 Кульнев, В. В. Изучение загрязнения природных вод территории деятельности ОАО «Ковдорский ГОК» при помощи пространственно-временного анализа / В. В. Кульнев // Материалы XXI молодежной научной конференции «Актуальные проблемы геологии докембрия, геофизики и геоэкологии», посвященной памяти К. О. Кратца. – Санкт-Петербург : Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, 2010. – С. 30–33.
- 8 Кульнев, В. В. Комплексная методика геоэкологической оценки территории горнодобывающих предприятий / В. В. Кульнев, О. В. Базарский // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2011. – №. 2. – С. 142–147.
- 9 Кульнев, В. В. Эколого-гидрохимическая оценка природных вод территории деятельности ОАО «Ковдорский ГОК» / В. В. Кульнев, О. В. Базарский // Материалы годичной сессии научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии «Сергеевские чтения. Международный год планеты Земля: задачи геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии» / отв. ред. В. И. Осипов. – М. : Издательство «ГЕОС». – 2008. – С. 323–326.
- 10 Материалы Всероссийского совещания «Экологические проблемы севера Европейской территории России» / под. ред. Т. И. Моисеенко, В. А. Даувальтера // Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН. Апатиты. – 1996. – 179 с.
- 11 Кульнев, В. В. Анализ геоэкологической ситуации в зоне влияния комбината «Печенганикель» ОАО «Кольская ГМК» / В. В. Кульнев, А. Н. Кизеев // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Территориальная организация общества и управление в регионах», Воронеж. – 2021. – С. 82–86.

12 Применение фрактального анализа для оценки экологического состояния внутриконтинентальных орогенов (на примере Хибинского горного массива) / В. В. Кульнев [и др.] // Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов: Тезисы докладов VIII Международного симпозиума, Бишкек. ФГБУН Научная станция Российской академии наук в г. Бишкеке. – 2021. – С. 304–308.

13 Насонов, А. Н. Применение фрактального анализа при лишеноиндикации техногенного воздействия от линейного источника загрязнения атмосферы / А. Н. Насонов, В. В. Кульнев, И. В. Цветков // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2019. – Т. 19. – №. 4. – С. 233–240.

14 Насонов, А. Н. Моделирование динамики и прогноза экологических состояний воздушной среде селитебных территорий / А. Н. Насонов, В. В. Кульнев, М. В. Графкина // Экология и развитие общества. – 2019. – №. 2 (29). – С. 56–63.

15 Применение фрактального анализа в лишеноиндикации загрязнения атмосферного воздуха техногенно нагруженных территорий / А. Н. Насонов [и др.] // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23. – № 3. – С. 34–38. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2019-3-34-38>.

16 Петрова, В. А. Состояние водных объектов в зоне влияния горно-перерабатывающих предприятий на примере ОАО «Ковдорский ГОК» / В. А. Петрова, М. А. Пашкевич // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2011. – №. 9. – С. 67–71.

17 Геология рудных районов Мурманской области / В. И. Пожиленко [и др.]. – Апатиты: Изд. Кольского НИЦ РАН. – 2002. – 359 с.

18 Fanxin Meng, Jinling Guo, Zhanqiang Guo, Jason C. K. Lee, Gengyuan Liu, Ning Wang Urban ecological transition: The practice of ecological civilization construction in China, Science of The Total Environment, Volume 755, Part 2, 2021, 142633 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142633>.

19 Santiago Bonilla-Bedoya, Anabel Estrella, Fabián Santos, Miguel Ángel Herrera Forests and urban green areas as tools to address the challenges of sustainability in Latin American urban socio-ecological systems, Applied Geography, Volume 125, 2020, 102343, <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102343>.

V. V. Kulnev¹, A. N. Kizeev²

WEATHER INDICATION OF THE ENVIRONMENTAL STATE KOVODOR ORE DISTRICT

¹*Central Chernozem Interregional Department
of the Federal Service for Supervision of Natural Resources,
Voronezh, Russia,
kulnev@rpn36.ru*

²*Federal Budgetary Institution of Science "North-Western Scientific Center for Hygiene and Public Health" of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare,
St. Petersburg, Russia,
aleksei.kizeev@mail.ru*

Abstract. An interpretation of spatio-temporal data on the chemical composition of meteor precipitation in the zone of influence of the Kovdor mining and processing plant is given. It is shown that as the distance from the industrial site increases, the pH value and chemical composition of precipitation change. The role of the acidic reaction of the medium in the change in the concentration of pollutants, determined during snow-chemical survey, is noted.

Key words: atmospheric precipitation, source of atmospheric pollution, key site, meteorological indication, pollutants, tailings.

Т. ЛИ, С. В. ПАНКОВ

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕЛЬСКОГО ТУРИЗМА,
ЭКОТУРИЗМА И АГРОТУРИЗМА**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина»,
г. Тамбов, Российская Федерация,
jiaxinli. edu@yandex.ru, psv69tmb@mail.ru*

Из-за недостаточной концептуальной ясности, понятие «сельский туризм» часто путают с представлениями об агротуризме и экотуризме. В связи с этим, в данной работе дается концептуальное описание и сравнение их трех направлений по семи параметрам, включая причины, участников, направления развития и т. д.

Ключевые слова: сельский туризм, агротуризм, экотуризм, концепция, сравнительный анализ.

Первые исследования сельского туризма относятся к концу XIX века. Он известен под разными названиями, включая фермерский туризм, агротуризм, сельский туризм, экотуризм. и так далее. Но до сих пор данная концепция вызывает много споров [2]. Например, некоторые ученые считают, что сельский туризм и агротуризм относятся к одному и тому же понятию и их не следует различать [11], [12]. Некоторые авторы рассматривают агротуризм как часть сельского туризма [10]. Существуют также работы, посвященные анализу различий между этими понятиями [3].

Расплывчатое понятие не способствует нашему более глубокому пониманию этой экономической деятельности. Поэтому в данной статье предпринимается попытка ввести понятия сельского туризма, экотуризма и аграрного туризма путем анализа соответствующей литературы и на этой основе объяснить взаимосвязь между ними.

Результаты исследования и их обсуждение. *Сельский туризм* появился в результате роста урбанизации. Жители современных городов спонтанно переходят на более медленный темп жизни, ближе к природе, чтобы избежать существующего давления.

В научной сфере, Lane стала первопроходцем в обсуждении сельского туризма в 1994 году. Он считает, что сельский туризм должен соответствовать следующим критериям: быть расположенным в сельской местности, иметь определенный масштаб, выполнять сельскую функцию и быть представителем сельской среды, истории и экономики [6]. Это самое цитируемое определение в научных кругах. В том же году, ОЭСР стала первой официальной организацией, которая обсудила «сельскую особенность (Rurality)» сельского туризма. Организация рассматривает сельский туризм как расположенный в сельской местности, где основная достопримечательность основана на традиционных характерных сельских атрибутах сельской местности, обычно в небольших масштабах, и может иметь широкий спектр интегрированных видов деятельности [8]. Приведенное в определении обсуждение атрибутов сельской особенности используется и по сей день.

В последние годы некоторые ученые начали уделять внимание устойчивому развитию сельского туризма. Фотиадис, например, Фенг и др. утверждают, что развитие сельского туризма должно иметь устойчивую форму [5], [4]. Устойчивое развитие, с другой точки зрения, означает, что развитие местного туризма должно осуществляться с основной целью содействия местному развитию и в соответствии с ценностями местных сообществ и природы. Такое мышление отвечает общей тенденции уделять больше внимания расширению прав и возможностей общин и их участию. Далее он регулирует деятельность субъектов, занимающихся сельским туризмом. Только когда местные сообщества более информированы и вовлечены в процесс принятия решений, можно обеспечить преемственность и развитие «сельской особенности».

В целом, в данном тексте утверждается, что сельский туризм должен обладать следующими пятью основными характеристиками: 1) расположение в сельской местности; 2) сохранение «сельской особенности»; 3) использование местных природных пейзажей, культурного фольклора, образа жизни и т. д. в качестве достопримечательности; 4) должен быть основан на принципе устойчивого развития; 5) местное сообщество занимает ведущую позицию в принятии решений о деятельности.

Агротуризм. Возникновение аграрного туризма тесно связано с развитием фермерского и аграрного хозяйства и повышением технического уровня. Цена продукта нестабильна или низкая, что приводит к плохой способности противостоять рискам при продаже чистой сельскохозяйственной продукции, поэтому фермеры надеются увеличить доход фермы различными способами [1, 7, 9].

Агротуризм – это форма сельскохозяйственного бизнеса, которая сочетает в себе традиционное аграрное хозяйство и туризм, использует агроэкологическую среду, сельскохозяйственную производственную деятельность, сельскохозяйственные бизнес-модели или технологии и ресурсы сельскохозяйственной продукции для привлечения туристов. Самая большая особенность агротуризма заключается в том, что туристические продукты разрабатываются на основе широкого спектра аграрных ресурсов, таких как лесное хозяйство, животноводство и рыболовство. Туристы могут заниматься аграрным хозяйством, сбором урожая, выращиванием и другими видами сельскохозяйственной деятельности, а также получать удовольствие от возвращения на природу. Агротуризм в сельской местности можно рассматривать как вид сельского туризма, то есть экскурсионного туризма с сельской природой, как достопримечательностью.

В то же время, должны быть обеспокоены тем, что с развитием науки и техники появилось понятие «городское аграрное хозяйство». Например, городской цветочный сад, выставочный зал об аграрном хозяйстве, молодежная сельскохозяйственная образовательная база и т. д. Например, Blues Manor, расположенный в центральном деловом районе Пекина, представляет собой элитную виллу для отдыха в городе. Поэтому агротуризм в современном понимании не ограничивается сельской местностью, но и развивается в городах.

Экотуризм. С развитием концепции устойчивого развития и глобальной экологической практики зародился экотуризм. Это туристическая деятельность, основанная на предпосылке не разрушать, а защищать экологическую среду. На протяжении всего тура звучит тема сохранения экосистем и биоразнообразия. Таким образом, туристы будут осуществлять свои туристические проекты с минимальными побочными эффектами для местной экосистемы и повышать свою осведомленность о защите окружающей среды через экологический опыт в области природы и экологии человека.

Отношения между ними. Значения сельского туризма, агротуризма и экотуризма были определены выше. Далее в данной статье будет проведено их сравнение, как показано в таблице 1.

Спрос на сельский туризм является результатом того, что урбанизация достигла определенной стадии, и давление города заставляет горожан стремиться вернуться к природе. Таким образом, этот вид деятельности является экономической деятельностью, катализатором которой являются меняющиеся потребности потребителей туристических услуг. Растущее число долговременных городских жителей в результате урбанизации делает целевую группу универсальной. Привлекательность туризма связана с природной средой или культурой и привычками жизни, которые существенно отличают ее от городских особенностей. А поскольку сельский туризм основан на принципе устойчивости, необходимо учитывать права и интересы местных сообществ. Местное принимающее население должно играть доминирующую роль в участии в мероприятии. Экономические атрибуты не являются единственной целью сельского туризма, но также выделяется атрибут социальной поддержки.

Агротуризм – это самопреобразование и расширение бизнеса фермеров как поставщиков услуг в погоне за большей экономической выгодой. Основными поставщиками услуг являются фермеры

определенного размера и гостеприимства. Таким образом, агротуризм – это расширенная форма аграрной деятельности, где главной задачей является рентабельность. Мероприятие понравится тем, кто интересуется зелеными и органическими продуктами или производными сельского хозяйства. Как правило, эти пункты назначения будут расположены вокруг города, на фермах или в сельскохозяйственных районах с легким доступом. С развитием городского агропромышленного комплекса оно распространяется и во внутренних районах города.

Таблица 1 – Сравнение концепции экотуризма, сельского туризма и агротуризма

Критерии	Экотуризм	Сельский туризм	Агротуризм
Причина повышения	ухудшение экологической обстановки и разработка концепции охраны окружающей среды	необходимость урбанизации	повышение доходов фермерских хозяйств и снижение риска продажи сельскохозяйственной продукции; достижения в области агротехники, излишки продукта
Турист	с высоким чувством ответственности	Многолетние жители города	те, кто заинтересован в экологически чистых продуктах
Хозяин	-	местное сообщество	операторы, занимающиеся сельскохозяйственной деятельностью
Региональная среда	имеет особую экологическую среду	типичная сельская обстановка	фермы, сельскохозяйственные районы или города
Шкала	непопулярная	Популярная	популярная
Достопримечательность / аттрактор	качественная экологическая земля	сельские природные пейзажи, народные обычаи, фестивали и т. д.	сельскохозяйственная продукция и сельскохозяйственные производные
Главная цель	защита окружающей среды и повышение осведомленности об окружающей среде	повышение уровня жизни жителей сельских населенных пунктов и содействие местному развитию	расширить каналы доходов от аграрного хозяйства

Экотуризм возник в результате нынешнего состояния разрушения окружающей среды и пробуждения людей к необходимости защиты природы и окружающей среды. Такой ответственный подход к туризму предъявляет высокие требования, как к путешественнику, так и к месту назначения. Туристы должны обладать высоким чувством ответственности за окружающую среду, поэтому этот вид деятельности не очень велик, по сравнению с первыми двумя

видами туризма. Они будут документировать и изучать места назначения посредством экспедиций, документации или научных исследований, оказывая как можно меньшее воздействие на местную экологию. Во время поездки они также продолжают укреплять свою экологическую репутацию. Туристические дестинации – это территории с более строгими требованиями и высоким качеством, такие как геопарки, природные заповедники, лесные, водно-болотные угодья и т. д., а не сельская местность в широком смысле этого слова.

Таким образом, мы можем рассматривать сельский туризм, агротуризм, экотуризм как три разных понятия. Они возникают по разным причинам и имеют разные приоритеты развития. С точки зрения индустрии, сельский туризм стал более диверсифицированным. Продукты агротуризма в большинстве своем связаны с сельскохозяйственной продукцией, в то время как в качестве продуктов сельского туризма также выступают нематериальная культура и этнические особенности. Соответственно, мы можем считать агротуризм во внегородской сфере базовым видом сельского туризма. Однако не следует упускать из виду новую тенденцию – микрофермерство или сельскохозяйственные выставки в городах. То есть, с точки зрения географического охвата, агротуризм имеет более широкий охват, чем сельский туризм. Кроме того, хотя и экотуризм, и сельский туризм расположены во внегородских районах, экотуризм опять же имеет более высокие экологические требования, чем сельский туризм.

В данной статье собраны и уточнены понятия сельского туризма, агротуризма и экотуризма. В ней также анализируются и сравниваются сходства и различия между этими тремя с точки зрения причин появления, целевых рынков и привлекательности. В ходе исследования выявлена их взаимосвязь, в т. ч., исключая синонимичность рассматриваемых понятий.

Список литературы

- 1 Åke Nilsson P. Staying on farms / P. Åke Nilsson // *Annals of Tourism Research*. – 2002. – V. 29. – №. 1. – P. 7–24.
- 2 De Sousa, A. Wind farms and the rural tourism experience – problem or possible productive. integrati on? The views of visitors and residents of a Portuguese village / A. De Sousa, E. Kastenzholz. // *Journal of Sustainable Tourism*. – 2015. – V. 23. – №. 8–9. – P. 1236–1256.
- 3 Fagioli, F. Strengthening the sustainability of rural areas: the role of rural tourism and agritourism / F. Fagioli, F. Diotallevi, A. Ciani // *Italian Review of Agricultural Economics*. 2014. – V. 69. – №. 2–3. – P. 155–169.
- 4 Feng, N. Innovating Rural Tourism Targeting Poverty Alleviation through a Multi-Industries Integration Network: the Case of Zhuanshui Village, Anhui Province, China / N. Feng [et al.] // *Sustainability*. – 2018. – V. 10. – №. 7. – P. 2162.
- 5 Fotiadis, A. The Impact of EU Sponsorship, Size, and Geographic Characteristics on Rural Tourism Development / A. Fotiadis [et al.] // *Sustainability*. – 2019. – V. 11. – №. 8. – P. 2375.
- 6 Lane, B. What is rural tourism? / B. Lane // *Journal of Sustainable Tourism*. – 1994. – V. 2. – №. 1–2. – P. 7–21.
- 7 Tourism Strategies and Rural Development. Tourism Policy and International Tourism OECD [Электронный ресурс] // Organisation for Economic Co-operation and Development. – Режим. . доступа: <https://www.oecd.org/cfe/tourism/2755218.pdf>. – Дата доступа: 31. 03. 2022.
- 8 Weaver, D. The vacation farm sector in Saskatchewan: a profile of operations / D. Weaver, D. Fennell // *Tourism Management*. – 1997. – V. 18. – №. 6. – P. 357–365.
- 9 Wilson, S. Factors for Success in Rural Tourism Development / S. Wilson [et al.] // *Journal of Travel Research*. – 2001. – V. 40. – №. 2. – P. 132–138.
- 10 Гварлиани, Т. Е. Сельский и аграрный туризм как специфические виды. туризма / Т. Е. Гварлиани, А. Н. Бородин // *Пространство экономики*. – 2011. – Т. 9. – №. 4–3. – С. 61–65.
- 11 Миронова, Н. А. Классификация агротуризма и его особенности / Н. А. Миронова // *Московский экономический журнал*. – 2020. – №. 5. – С. 546–553.

J. Li, S. V. Pankov

COMPARATIVE ANALYSIS OF RURAL TOURISM, ECOTOURISM AND AGROTOURISM

*Tambov State University named after G. R. Derzhavin
Tambov, Russia,
jiaxinli.edu@yandex.ru, psv69tmb@mail.ru*

Abstract. Due to the lack of conceptual clarity, the concept of "rural tourism" is often confused with ideas about agrotourism and ecotourism. In this regard, this paper provides a conceptual description and comparison of their three directions by seven parameters, including causes, participants, directions of development, etc.

Key words: rural tourism, agrotourism, ecotourism, concept, comparative analysis.

УДК 661. 183. 2

А. В. МАМАЕВ¹, Д. Д. ГРИНШПАН²

ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

¹ГУО «Средняя школа №. 4 г. Рогачева»,
УО «Национальный Детский Технопарк»,
г. Минск, Республика Беларусь,
mataev_a06@mail.ru

²Научно-исследовательский институт физико-химических проблем
Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь,
grinshpan@bsu.by

Рассматривается способ переработки древесных отходов: коры и опилок в эффективный сорбент – активированный уголь (АУ) с высокоразвитой за счет наличия микро- и мезопор удельной поверхностью и более низкой себестоимостью по сравнению с известными аналогами.

Ключевые слова: сорбент, активация, древесная кора, опилки, мезопоры, активированный уголь.

В Республике Беларусь активно развивается деревообрабатывающая, лесная и целлюлозно-бумажная промышленность. Это неизбежно приводит к возникновению огромного количества отходов: опилок, стружки, щепы, горбыля, коры и др. Так, в цехах Минлесхоза РБ за 2020 г. образовалось 630 тыс. куб. метров опилок и коры. Концерном «Беллесбумпром» в 2020 г. было экспортировано 243,4 тыс. т древесной щепы и стружки по цене 21 \$ за тонну, 11 361 т опилок по цене 70,3 \$ за тонну. Кора отдельно не собирается, её учёт не ведётся. ГЛХУ «Рогачёвский лесхоз» реализует населению древесные отходы по следующим ценам: опилки древесные – 4,37 руб., отходы древесные – 5,25 руб., стружка древесная – 1,44 руб., щепа топливная – 34 руб. 98 коп.

Сегодня древесные отходы имеют несколько путей практического применения. Измельчённую кору используют садоводы для мульчирования почвы. Древесные опилки используют для получения топливных гранул и пеллет, щепа также используется для получения тепловой энергии, из древесной стружки производят древесно-стружечные плиты, которые используются при строительстве и при производстве мебели [1, 2]. Мы сочли целесообразным получить из коры и опилок активированный уголь.

Для получения активированного угля последовательно проводили химическую и двухстадийную термическую обработку в муфельной печи при температурах 300 °С и 500 °С в течение

различного времени. Полученный уголь по стандартной методике был исследован на сорбцию красителя метиленового голубого и наличие ионообменных свойств. По данным низкотемпературной адсорбции азота была определена удельная поверхность АУ по ВЕТ.

Полученные результаты представлены в таблицах 1–4 и на рисунках 1, 2. Представленные результаты позволяют выбрать опилки в качестве сырья для получения АУ высокоактивного АУ с высокой удельной поверхностью, равной 1289 м²/г, из которых 578 м²/г составляет микропоры, 770 м²/г – мезопоры. Суммарный объём пор равен 0,66 см³/г.

Таблица 1 – Сорбционная активность (СА) по метиленовому голубому АУ, полученных в различных условиях из древесного сырья

Вид сырья и условия синтеза	Время химической активации, ч	Выход, %	СА по МГ, мг/г
Кора сосны (терм. обр. : 2 ч – 300 °С, 2 ч – 500 °С)	1	9,9	420
Кора сосны (терм. обр. : 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	24	–	490
Кора сосны (терм. обр. : 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	72	9,0	595
Опилки. (терм. обр. : 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	1	26	610
Опилки (терм. обр. : 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	24	–	610
Опилки. (терм. обр. : 2 ч – 300 °С, 3 ч – 500 °С)	72	–	600

Таблица 2 – Сравнительная характеристика экспериментальных АУ и мировых аналогов

Название продукта, страна-производитель	СА по МГ, мг/г
Таблетки (Natur Product) производства Франции	15±5
Гранулы «Карболонг» производства Украины	90±5
Таблетки Борщаговский ХФЗ производства Украины	195±10
Таблетки «Norit» производства Нидерланды	170±10
Таблетки «Carbo medicinalis 0,3 g» производства Польши	140±10
Таблетки АО «Медисорб» производства России	190±10
Таблетки ПО «Курский КЛС» производства России	230±10
Порошок «Белосорб-П» производства Республики Беларусь	300±10
Активированный уголь (Несвиж) производства Республики Беларусь	320±10
Обычный древесный уголь производства Республики Беларусь	190±10
Таблетки «Kohle-Comporetten», (Merck) производства Германии	320±10
Таблетки «Ultracarbon» (Merck), Германия	250±10
Гранулы «Карбовит-КУ-П» производства Украины	250±10
Порошок АУТ-МИ (Светлогорск) производства Республики Беларусь.	470±10
Таблетки «Углесорб», экспериментально полученные в НИИ ФХП БГУ	540±10
АУ из коры (1 мм), экспериментально полученный в НИИ ФХП БГУ.	595±10
АУ из опилок, экспериментально полученный в НИИ ФХП БГУ.	610±10

Таблица 3 – Результаты анализа поровой структуры угля по БЭТ

S _{уд} , м ² /г	Объем пор, см ³ /г			Удельная поверхность пор, м ² /г	
	V _{микропор}	V _{мезо-, макропор}	V _{общ}	S _{микропор}	S _{мезо-, макропор}
1289	0,21	0,45	0,66	478	811

Таблица 4 – Ионный состав растворов, профильтрованных через слой АУ, полученных из различного растительного сырья

Сырьё	Содержание катионов, мг/л							Содержание анионов, мг/л			
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{общ.}	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻
Кора неизмельченная	27,3	1	15,6	9,7	0,18	0,9	1,4	17,5	90,1	8,1	0,0
Кора, размер частиц 1 мм	1,0	0,5	34,1	14,0	0,29	0,1	1,4	15,6	44,1	78,1	0,0
Гидролизный лигнин	48,4	0,8	6,8	5,3	0,12	0,2	1,1	15,8	101,5	5,3	3,6
Бамбуковый уголь	373,9	19,9	11,5	9,2	0,14	0,0	1,2	19,2	258,0	0,0	10,0
Исходный р-р	0,2	0,0	9,2	9,8	0,59	0,9	1,9	15,7	45,6	0,0	0,0

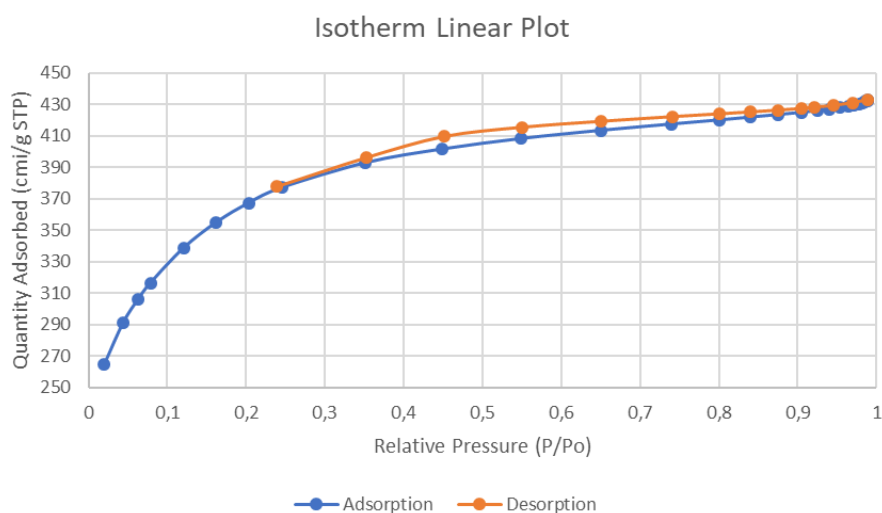


Рисунок 1 – Изотерма низкотемпературной сорбции-десорбции азота

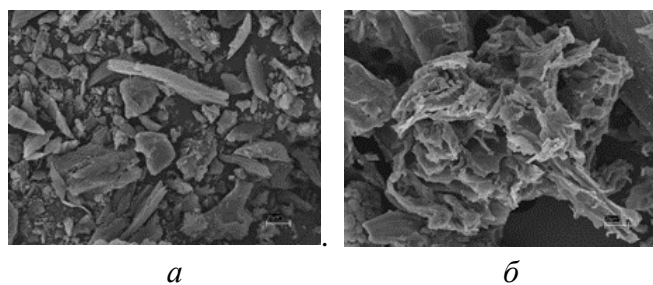


Рисунок 2 – СЭМ-снимки образцов АУ, полученных из опилок (а) и коры (б) при увеличении x1000

Установлено, что наилучшую сорбционную способность (610 мг/г) АУ имеет при использовании раствора активатора с концентрацией реагента 68 %. Выяснено, что активацию измельчённой коры необходимо проводить в течение 72 часов, а опилки достаточно пропитывать раствором активатора в течение 1 часа. Показано, что получаемый АУ имеет катионообменные свойства. Так, в процессе фильтрации модельного раствора через слой АУ из коры концентрация ионов железа снизилась в 2 раза, а меди более чем в 8 раз. Развитая

поверхность пор, которая видна на сканирующих электронных микрофотографиях, обуславливает способность АУ сорбировать молекулы разных размеров.

Сегодня абсолютное большинство АУ, производимых в мире, являются микропористыми (размеры пор до 2 нм). Только очень небольшая часть таких углей наряду с микропорами содержит до 20 % мезопор. Мезопоры – это поры с диаметром от 2 нм до 50 нм. Такие угли называются мезопористыми. В отличие от микропористых углей мезопористые угли могут сорбировать из водных, водноорганических и органических сред молекулы органических красителей, лекарственных субстанций, например, антибиотиков, ферменты, микотоксины, ПАВ, а также извлекать из газов не только маленькие, но и крупные молекулы и коллоидные частицы с размером, большим чем 1,4 нм.

В настоящее время в Республике Беларусь активированный уголь из-за высокой стоимости не производится, а импортные мезопористые угли очень дорогие (около \$20 000 за тонну сорбента), и при этом имеют более низкие характеристики, чем полученные нами экспериментальные образцы. Например, мезопористый уголь Norit обладает сорбционной активностью по метиленовому голубому всего лишь 200 мг/г. К слову, наш АУ имеет сорбционную активность по МГ, равную 610 мг/г. Расчётная цена АУ, полученного по нашей технологии составляет 5000 долларов за 1 тонну. Именно по этой цене Республика Беларусь импортирует российские активированные угли.

Таким образом, нами разработан и обоснован новый способ переработки отходов лесной промышленности. Высокоактивный мезопористый уголь с очень высокой удельной поверхностью может производиться и использоваться в нашей стране. Производство такого продукта будет прибыльным, поможет снизить количество импортируемого сырья, а также уменьшит количество отходов деревоперерабатывающей промышленности и поможет более эффективно очищать загрязнённый воздух и сточные воды.

Список литературы

- 1 Кинле, Х. Активные угли и их промышленное применение / Х. Кинле, Э. Бадер; пер. с нем. Т. Б. Сергеевой; под ред. Т. Г. Плаченова, С. Д. Колосенцева. – Л. : Химия, Ленингр. отд., 1984. – 215 с.
- 2 Безотходная переработка коры пихты / В. А. Левданский [и др.]. – 2000. – №. 4. – С. 21–28.

A. V. Mamaev¹, D. D. Grinshpan²

THERMOCHEMICAL SYNTHESIS OF ACTIVATED CARBON FROM WOOD WASTE

¹10th grade student, Rogachev school No. 4,
Educational Institution "National Children's Technopark",
Minsk, Republic of Belarus,
mamaev_a06@mail.ru

²Supervisor, Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Research Institute for Physical and Chemical Problems
of Belorussian State University
Minsk, Republic of Belarus,
grinshpan@bsu.by

Abstract. A method is considered for processing of wood waste: bark and sawdust into an effective sorbent - activated carbon (AC) with a highly developed specific surface due to the presence of micro- and mesopores and a lower cost compared to known analogues.

Keywords: sorbent, activation, tree bark, sawdust, mesopore.

А. Л. МАРТЫНОВА¹, Л. М. АБРАМОВА²**РОЛЬ *ZYGOPHYLLUM PINNATUM* В РАСТИТЕЛЬНОМ СООБЩЕСТВЕ**

¹МБОУ «Гимназия № 1 им. Н. Т. Антошкина»,
г. Кумертау, Российская Федерация,
anle.martynova@gmail.com

²Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН,
г. Уфа, Российская Федерация,
abramova_lm@mail.ru

Методами пространственной статистики была изучена роль *Zygochloa pinnatum* в растительном сообществе. Доказана низкая конкурентная способность этого вида.

Ключевые слова: *Zygochloa pinnatum*, растительное сообщество, локальная плотность, степень доминирования, кросс-функция Рипли.

Zygochloa pinnatum Cham. (Zygochloaceae) – это многолетнее растение с мощным многоглавым деревенеющим каудексом. Цветет в мае-июне, плодоносит в июле-августе. Размножается семенами. Ксерофит, гипсофил, петрофит. Вид слабо изучен, занесен в Красные книги 5 регионов РФ [7], в том числе в Красную книгу Республики Башкортостан [3].

Результаты изучения онтогенетической структуры ценопопуляций *Z. pinnatum* в двух регионах Российской Федерации (Республика Башкортостан и Оренбургская область) и северо-западном Казахстане (Актюбинская область) представлены в [2, 5]. Особенности пространственно-онтогенетической структуры популяций изучались в [4]. В указанных работах высказывались предположения о низкой конкурентной способности вида и о предпочтении сообществ с разреженной растительностью. В настоящей работе предполагается проверить это утверждение математическими методами пространственной статистики. Итак, цель работы – изучить роль *Z. pinnatum* в растительном сообществе и характер взаимодействия с растениями других видов.

Материалы и методы. Исследование проводили в июне-июле 2021 года, в Кююргазинском р-не Респ. Башкортостан на холмах по правому берегу р. Тугустемир, напротив д. Разномойка. Согласно схеме геоботанического районирования, местность относится к Кумертауско-Исянгуловскому степному району Общего Сырта. Растительное сообщество, включающее *Z. pinnatum*, приурочено к местам выхода гипсовых пород, основной грунт – элювий гипса, в граничной зоне содержит примеси красной глины.

Для исследования была заложена площадка размером 8×13 м, на которой проведено картирование растительного сообщества – для каждого растения определены координаты и видовая принадлежность. На учетной площадке, общепринятыми методами, определены следующие характеристики растительного сообщества: видовой состав, количество особей N , средняя плотность Λ . Для популяций каждого вида зафиксированы: количество особей N_i , средняя плотность популяции $\Lambda_i = N_i/S$, доля вида в растительном сообществе $P_i = N_i/N$ (здесь и далее $i = 1, \dots, m$, где m – количество видов в сообществе).

Локальные значения плотности растительного сообщества λ и каждой популяции λ_i вычисляли в центре каждого квадрата размером 5×5 см (далее – элементарные квадраты) методом сглаженной аппроксимации [9] на основе ядерной функции [15, 14]. Границы популяции определены путем сравнения локальных значений плотности в каждом элементарном квадрате с установленным нами пороговым значением 0,01 ос. /м² – если значение плотности меньше порогового, то данный квадрат лежит за границей популяции. Площадь популяции S_i определена как сумма площадей элементарных квадратов (0,0025 м²) лежащих в пределах ее границы. Экологическая плотность популяции $\hat{\Lambda}_i$ определена как отношение количества особей данного вида к площади популяции, т. е. $\hat{\Lambda}_i = N_i/S_i$.

На основе локальных значений плотности были рассчитаны локальные значения доли вида в сообществе $p_i = \lambda_i/\lambda$. Доминирующий вид определяли как вид доля P_i которого максимальна на учетной площадке. Локальное доминирование определяли аналогично, но используя значения p_i для каждого элементарного квадрата. Для локально доминирующих видов подсчитана площадь доминирования \tilde{S}_i – сумма площадей элементарных квадратов на которых этот вид является доминирующим. Степень доминирования определяли по шкале Любарского: 0-4% – малозначимый вид ("М"), 4-16% – второстепенный ("В"), 16-36% – субдоминирующий ("С"), 36-64% – доминирующий ("Д"), 64-100% – абсолютно доминирующий ("А") [1].

Для определения характера размещения особей ("agg" – агрегированный, "reg" – регулярный, "CSR" – случайный) были рассчитаны и проанализированы функции Рипли [12, 13], которые представляли в линеаризованном виде [10]. Значимость отклонений построенной кросс-функции от таковой для однородного пуассоновского процесса (CSR) оценена методом симуляций Монте-Карло [11] на основе 299 симуляций CSR.

Характер взаимодействия особей *Z. pinnatum* с особями других видов в сообществе оценивали на основе коэффициента корреляции Пирсона между значениями локальных плотностей в соответствующих элементарных квадратах [8]. Если коэффициент корреляции по абсолютной величине превосходил 0,5, то дополнительно рассчитывали кросс-функцию Рипли.

Все расчеты и построение изображений проводили в статистическое среде R с использованием функций пакета spatstat [8]. Подробное описание выполненных расчетов и тексты кодов R представлены в форме дополнительных материалов и доступны на <https://stok1946.blogspot.com/2022/04/blog-post.html>.

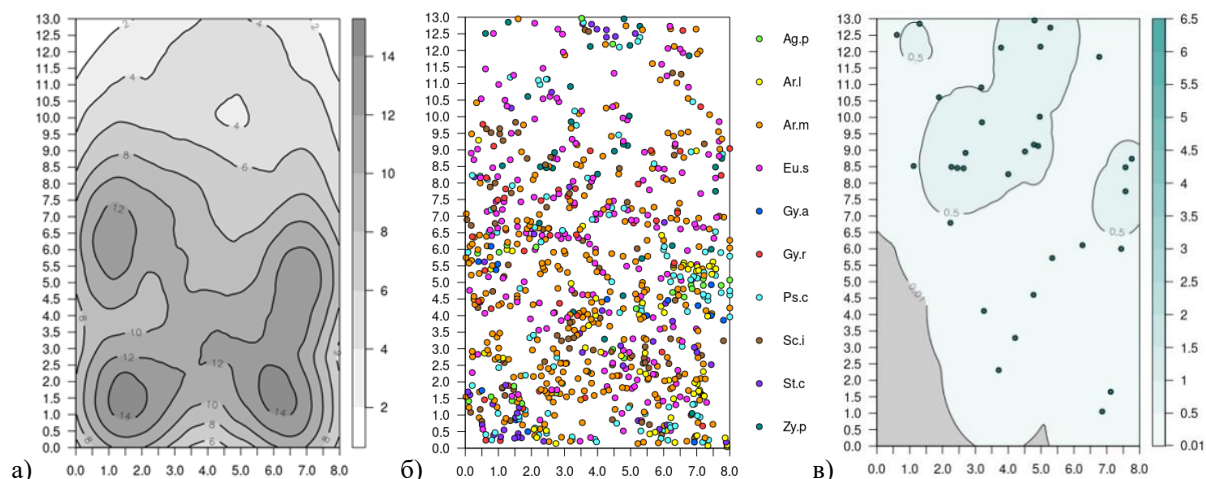
Результаты и обсуждение. На учетной площадке зарегистрированы растения 10 видов, принадлежащие к 6 семействам. Ниже приведен список видов, в скобках указано сокращение, которое далее будет использоваться для обозначения вида в таблицах и рисунках: сем. POACEAE – (Ag. p) *Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv., (St. c) *Stipa capillata* L.; сем. ASTERACEAE – (Ar. l) *Artemisia lercheana* Weber ex Stechm., (Ar. m) *A. marschalliana* Spreng, (Ps. c) *Psephellus carbonatus* (Klokov) Greuter.; сем. EUPHORBIACEAE – (Eu.s) *Euphorbia seguieriana* Neck.; сем. DIPSACACEAE – (Sc. i) *Scabiosa isetensis* L.; сем. CARYOPHYLLACEAE – (Gy. a) *Gypsophila altissima* L., (Gy. r) *G. rupestris* A. Kuprian.; сем. ZYGOPHYLLACEAE – (Zy. p) *Zygophyllum pinnatum* Cham.

Таблица 1 – Характеристики популяций

Вид	N_i , ос.	Λ_i , ос./м ²	λ_i , ос./м ²			Разме-ще- ние	S_i		$\hat{\Lambda}_i$ ос./м ²
			min	max	Mean		м ²	%	
Ag. p	23	0,22	0,00	1,20	0,22	agg	69,1	66,4	0,33
Ar. l	60	0,58	0,00	3,20	0,58	agg	83,0	79,8	0,72
Ar. m	289	2,78	0,07	6,43	2,78	agg	104	100	2,78
Eu. s	179	1,72	0,08	3,18	1,72	agg	104	100	1,72
Gy. a	15	0,14	0,00	0,78	0,14	agg	55,2	53,1	0,27
Gy. r	46	0,44	0,00	1,19	0,44	CSR	97,0	93,3	0,47
Ps. c	103	0,99	0,00	3,42	0,99	agg	103,8	99,8	0,99
Sc. i	79	0,76	0,00	1,89	0,76	agg	103,1	99,1	0,77
St. c	44	0,42	0,00	2,83	0,42	agg	94,6	91,0	0,46
Zy. p	33	0,32	0,00	0,88	0,32	CSR	93,5	89,9	0,35
Всего	871	8,38	0,63	15,28	8,37	agg			

Как сообщество в целом, так и представленные в нем популяции характеризуются низкой плотностью, для большинства видов средняя плотность не превышает 1 ос./м², кроме того, многие виды местами выпадают из растительного сообщества (таблица 1, рисунок 1, а-б).

Экологическая плотность популяции также низкая для всех видов. Характер размещения особей в большинстве популяций агрегированный, исключения составляют популяции *G. rupestris* и *Z. pinnatum* особи которых размещены случайным образом. Такой характер размещения характерен для растений моноцентрической биоморфы при оптимальных экологических условиях [6]. Популяция *Z. pinnatum* занимает 89,9% площади, средняя плотность составляет 0,32 ос. /м², в местах скоплений повышается до 0,88 ос. /м² (рисунок 1, в). Сравнение карт плотности растительного сообщества и популяции *Z. pinnatum* показывает, что количество особей *Z. pinnatum* возрастает в верхней части площадки, где общая плотность растительного сообщества падает. Ниже это будет обосновано математически.



а) плотность растительного сообщества; б) размещение особей в сообществе;
в) плотность и размещение особей *Z. pinnatum*

Рисунок 1 – Карты учетной площадки

Таблица 2 – Доли видов и локальное доминирование

Вид	N_i , ос.	P_i , %	p_i , %			\tilde{S}_i		степень доминирования				
			min	max	mean	м ²	%	М	В	С	Д	А
Ag. p	23	2,6	0,0	11,1	2,3	–	–	●	●			
Ar. l	60	6,9	0,0	39,0	5,5	2,10	2,01	●	●	●	●	
Ar. m	289	33,2	9,1	64,2	31,5	71,11	68,37		●	●	●	●
Eu. s	179	20,6	2,9	51,5	23,3	25,38	24,4	●	●	●	●	
Gy. a	15	1,7	0,0	8,7	1,3	–	–	●	●			
Gy. r	46	5,3	0,0	15,3	5,4	–	–	●	●			
Ps. c	103	11,8	0,0	31,9	11,3	2,99	2,87	●	●	●		
Sc. i	79	9,1	0,0	23,0	9,0	–	–	●	●	●		
St. c	44	5,1	0,0	27,6	4,9	2,41	2,31	●	●	●		
Zy. p	33	3,8	0,0	47,2	5,6	0,03	0,03	●	●	●	●	
Всего	871	100										

Примечание: ● – локально, в некоторой части площадки, ● – в целом по сообществу.

Основным доминирующим видом является *A. marschalliana* (33,2%), однако по степени доминирования – это вид-субдоминат, который делит эту позицию с *E. seguieriana* (20,6%). Кроме того, на отдельных участках доминируют *P. carbonatus*, *A. lercheana*, *S. capillata* и *Z. pinnatum* (таблица 2). В целом по сообществу *Z. pinnatum* представляется малозначимым

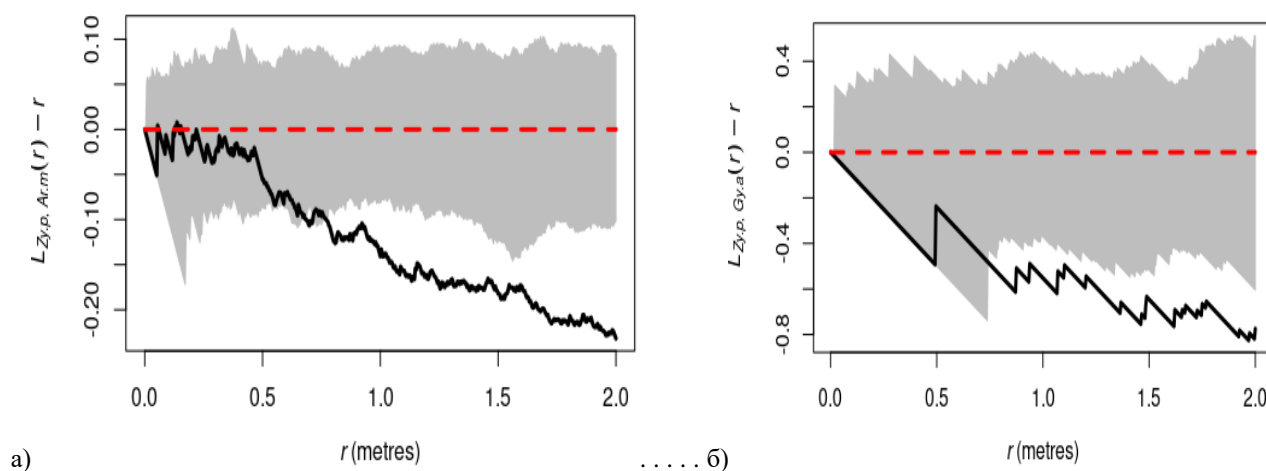
видом, однако на отдельных участках его доля возрастает до 47,2% и вид занимает доминирующее положение. По нашим наблюдениям, это происходит в местах выхода твердого гипса, где численность растений других видов значительно снижается. Кроме того, как отмечалось ранее [4], в таких местах увеличиваются размеры генеративных особей.

Коэффициент корреляции плотностей *Z. pinnatum* с другими видами хотя и не высокий, но почти всегда отрицателен (таблица 3), т. е. плотность вида падает в тех местах, где плотности других видов растут. Дополнительный анализ кросс-функций Рипли показал, что особи *Z. pinnatum* статистически значимо отталкиваются (отклонение функции вниз за серую зону) от особей *A. marschalliana* и *G. altissima* на расстояниях свыше 0,7 м (рисунок 2).

Таблица 3 – Корреляция плотностей *Z. pinnatum* и других видов

	Ag. p	Ar. l	Ar. m	Eu. s	Gy. a	Gy. r	Ps. c	Sc. i	St. c
Zy. p	-0.39	-0.29	-0.55	0.10	-0.53	-0.25	-0.36	-0.33	-0.34

Примечание: для все коэффициентов. $p \ll 0,01$



а) *Z. pinnatum* и *A. marschalliana*; б) *Z. pinnatum* и *G. altissima*

Рисунок 2 – Кросс-функции Рипли

Выводы. Одним из основных естественных экологических факторов, влияющих на формирование и структуру популяции *Z. pinnatum*, является конкурентное воздействие растений других видов. При этом, развиваясь на обнажениях гипсовых пород, особи вида способны осваивать самые неблагоприятные участки.

Список литературы

1 Баканов, А. И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах / А. И. Баканов // Количественные методы экологии и гидробиологии (сборник научных трудов, посвященный памяти А. И. Баканова) / отв. ред. чл. -корр. РАН Г. С. Розенберг. – Тольятти : СамНЦ РАН, 2005. – С. 37–67.

2 Каримова, О. А. Анализ современного состояния популяций редких видов растений памятника природы Троицкие меловые горы (Оренбургская обл.) / О. А. Каримова, Л. М. Абрамова, Я. М. Голованов // Аридные экосистемы. – 2017. – Т. 23. – №. 1 (70). – С. 51–59.

3 Красная книга Республики Башкортостан : в 2 т. Т. 1: Растения и грибы / под ред. д-ра биол. наук В. Б. Мартыненко. – 3-е изд., доп. и переработ. – Москва : Студия онлайн, 2021. – 392 с.

4 Мартынова, А. Л. Особенности пространственно-онтогенетической структуры популяций парнолистника перистого (*Zygophyllaceae*) / А. Л. Мартынова // Экология: факты, гипотезы, модели. Материалы конф. молодых ученых, 12–15 апреля 2021 г. / ИЭРиЖ УрО РАН – Екатеринбург : ООО Универсальная Типография «Альфа Принт», 2021. – С. 107–111.

5 Экология и структура ценопопуляций *Zygophyllum pinnatum* Cham. (ZYGOPHYLLACEAE) в Предуралье и Западном Казахстане / А. Н. Мустафина [и др.] // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2021. – Т. 126, № 4. – С. 22–36.

6 Фардеева, М. Б. Экологические и биоморфологические закономерности пространственно-онтогенетической структуры популяций растений, динамика и мониторинг: дис. док. биол. наук: 03. 02. 01, 03. 02. 08 / М. Б. Фардеева; Казанский (Приволжский) фед. ун-т. – Казань, 2014. – 352 с.

7 *Zygophyllum pinnatum* Cham. [Электронный ресурс] // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. – Режим доступа: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/41265.html> – Дата доступа: 08. 03. 2022.

8 Baddeley, A. Spatial Point Patterns. Methodology and Applications with R. / A/ Baddeley, E. Rubak, R. Turner. – Boca Raton-London-New York: Chapman and Hall/CRC, 2015. – 828 p.

9 Bailey, T. C. Interactive spatial data analysis / T. C. Bailey, A. Gatrell. – Harlow, England: Longman Scientific & Technical, 1995. – 413 p.

10 Besag, J. E. Comments on Ripley's paper / J. E. Besag // Journal of the Royal Statistical Society, Series B. – 1977. – V. 39. – P. 193–195.

11 Besag, J. E. Simple Monte Carlo tests for spatial pattern / J. E. Besag, P. J. Diggle // Applied Statistics – 1977. – V. 26. – P. 327–333.

12 Ripley, B. D. The second-order analysis of stationary point processes / B. D. Ripley // Journal of Applied Probability. – 1976. – № 13. – P. 255–266.

13 Ripley, B. D. Modelling spatial patterns / B. D. Ripley // Journal of the Royal Statistical Society. Series B. – 1977. – V. 39. – P. 172–212.

14 Scott, D. W. Multivariate density estimation. Theory, Practice and Visualization / D. W. Scott. – New York: John Wiley & Sons Ltd, 1992. – 384 p.

15 Silverman, B. W. Density estimation for statistics and data analysis / B. W. Silverman. – London: Chapman and Hall, 1986. – 175 p.

A. L. Martynova¹, L. M. Abramova²

THE ROLE OF *ZYGOPHYLLUM PINNATUM* IN PLANT COMMUNITY

¹*MBEI N. T. Antoshkin Gymnasium № 1*

Kumertau, Russia,

anle.martynova@gmail.com

²*South Ural Botanical Garden-Institute of the UFRC of RAS*

Ufa, Russia,

abramova.lm@mail.ru

*Using the methods of spatial statistic, the role of *Z. pinnatum* in plant community is studied. Low competitiveness of this species is proved.*

*Keywords: *Zygophyllum pinnatum*, plant community, local density, degree of dominance, Ripley's crossfunction.*

Т. А. МЕЛЕЖ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И СВОЙСТВА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tatyana.melezh@mail.ru*

В работе рассмотрены экологические функции и свойства геологической среды в условиях урбанизированных территорий; определено, что в результате интенсивного освоения городских территорий изменяются экологические функции литосферы и свойства геологической среды и чаще всего в негативном направлении, что ведет к снижению комфортности проживания населения.

Ключевые слова: геологическая среда, трансформация, урбанизированные территории, экологические функции литосферы.

Взаимодействие человека с геологической средой – проблема, существующая с давних времен. основополагающими в этом взаимодействии являются природные, в том числе и геолого-геоморфологические факторы. В настоящее время в условиях все возрастающего «дефицита» пригодного для проживания пространства и возможность свободы выбора такого пространства, резко уменьшилась, население концентрируется преимущественно в городских поселениях, где остро стоит вопрос рационального взаимодействия общества с геологической средой.

При экологических исследованиях геологической среды перед исследователем стоит ряд задач:

- морфологическая: предполагает изучение состава, состояния, строения и свойств городской системы, ее эколого-геологических условий;
- историческая: позволяет восстановить историю формирования исследуемой территории;
- прогнозная: позволяет выявить перспективы развития исследуемой территории в зависимости от интенсивности воздействия техногенных и природных факторов.

Понятие «экологические функции литосферы» было введено в 1994 году В. Т. Трофимовым и Д. Г. Зилингом. Под экологическими функциями литосферы понимается все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение литосферы, включая подземные воды, нефть, газы, геофизические поля и протекающие в ней геологические процессы, в жизнеобеспечении биоты и, главным образом, человеческого общества [1].

Особое внимание уделяется социуму, так как в настоящее время именно человек активно воздействует на геологическую среду, часто на глубины, значительно превышающие влияние остальной биотической составляющей. Все многообразие взаимодействия геологической среды и хозяйственной деятельности человека сводится к следующим основным функциональным зависимостям, которые и определяют функции геологической среды на урбанизированных территориях.

В настоящее время выделяют ресурсную, геодинамическую, геохимическую и геофизическую экологические функции (рисунок 1).

Экологические функции и свойства геологической среды в условиях интенсивного техногенеза и эксплуатации инженерных сооружений в пределах городских ландшафтов определяются серией показателей геологической среды (рисунок 2). Показатели геологической среды тесно взаимосвязаны друг с другом, динамичны, и подвержены значительным трансформациям под влиянием техногенной нагрузки города.

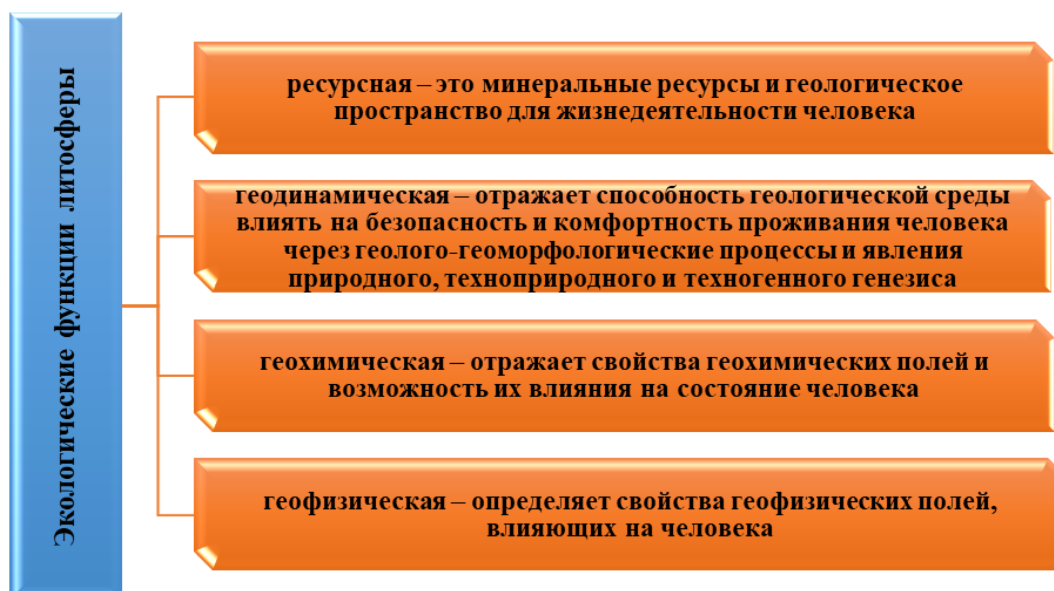


Рисунок 1 – Экологические функции литосферы

Показатели геологической среды			
характер рельефа	генезис, состав и свойства рыхлых пород	глубина залегания водоносного горизонта и химизм подземных вод	активность геолого-геоморфологических процессов

Рисунок 2 – Показатели геологической среды

Урбанизированные территории находятся под влиянием техногенного воздействия на протяжении длительного времени, в результате чего естественные, природные, условия территорий значительно преобразуются, при этом они выполняют комплекс экологических функций необходимых для комфортного проживания населения. Необходимо отметить, что на начальных этапах освоения городских территорий основополагающую роль играет ресурсная функция, то есть особенности геопространства и наличие определенных полезных ископаемых.

В последствии с развитием урбанизации, все большее значение приобретают: геодинамическая (интенсификация природных процессов под влиянием техногенеза), геохимическая (изменение химического состава и повышение агрессивности подземных вод) и геофизическая (рост вибрационных нагрузок и связанное с ним свойств грунтов, изменение геофизических полей геологической среды) экологические функции литосферы.

С течением времени формируются комплексы городских природно-техногенных систем, функционирование которых приводит к трансформации экологического состояния геологической среды и преобразованию хода природных процессов. В результате возможно образование комплекса природно-техногенных опасностей и рисков, которые в зависимости от их вида и интенсивности могут проявляться по-разному. Так, например, на неосвоенных территориях, техногенные воздействия отсутствуют и практически не влияют на изменение геологической среды. При интенсивном же инженерном освоении территорий может наблюдаться изменение напряженного состояния пород, в том числе, под действием динамических нагрузок; подтопление, повышение агрессивности подземных вод и коррозионной активности грунтов, суффозия.

На застроенных территориях в пределах однотипных участков состояние геологической среды меняется в различной степени в зависимости от вида и интенсивности существующих техногенных нагрузок. То есть следует говорить об экологических изменениях геологической среды на определенный момент времени при всех видах инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Они наиболее глубоки и нередко имеют негативные последствия в районах интенсивного техногенного воздействия. На геоэкологическую ситуацию городов оказывают воздействие более 50 видов опасных природных и природно-техногенных процессов. Воздействие человека приводит к изменению хода природных геологических процессов, обуславливает возникновение новых техногенных геологических процессов, которые, как правило, протекают с большой скоростью и вызывают закономерные изменения состава, состояния и свойств геологической среды.

Характер и интенсивность изменения рассматриваемых особенностей геологической среды при техногенном воздействии зависит, прежде всего, от: 1) состава, строения и свойств геологической среды; 2) типов и источников техногенного воздействия; 3) масштабов и интенсивности этого воздействия. Кроме того, существенное значение имеет современная физико-географическая обстановка, во многом влияющая на состояние и свойства верхних горизонтов геологической среды. Под влиянием этих факторов изменения инженерно-геологических условий могут быть качественными и количественными, локальными и региональными, временными и постоянными, приповерхностными и глубинными.

Главными изменениями инженерно-геологических условий являются техногенные нарушения: 1) водного баланса территории; 2) теплового баланса; 3) химическое и электромагнитное загрязнение; 4) изменение напряженно-деформированного состояния толщ горных пород.

В результате интенсивного освоения городских территорий изменяются экологические функции литосферы и свойства геологической среды и чаще всего в негативном направлении, что ведет к снижению комфортности проживания населения.

Список литературы

1 Трофимов, В. Т. Экологическая геология / В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг. – М. : ЗАО «Теоинформмарк», 2002. – 415 с.

T. A. Melezh

ECOLOGICAL FUNCTIONS AND PROPERTIES OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT IN THE CONDITIONS OF URBANIZED TERRITORIES

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
tatyana.melezh@mail.ru*

Abstract. The paper considers the ecological functions and properties of the geological environment in urbanized areas; it is determined that as a result of intensive development of urban areas, the ecological functions of the lithosphere and the properties of the geological environment change, and most often in a negative direction, which leads to a decrease in the comfort of living of the population.

Keywords: geological environment, transformation, urbanized territories, ecological functions of the lithosphere.

A. M. MIKAYILOV

**CURRENT STATE OF DESERTIFICATION OF WINTER PASTURES
IN THE KURA BASIN**

*Baku State University,
Baku, Republic of Azerbaijan,
mikayilov84@list.ru*

It was determined that the semi-desert and dry-steppe landscapes of the area are subject to overloading in the winter months of the year, and the rural grazing areas throughout the year due to their poor stability. As a result of this process, in semi-desert and dry-steppe landscapes with low natural recovery properties, erosion-denudation, development of salinization processes, change of plant species composition, surface physical fragmentation, soil compaction, reduction of soil-vegetation bio-productivity occur which appear as hotbeds of desertification.

Keywords: landscape, livestock, grazing, loading, soil-vegetation, desertification.

Agriculture and livestock are the main occupations of the population in the studied Kura basin. A wide expanse of semi-desert and dry steppe landscapes is the principal fodder source for livestock.

The rapid development of this area over the last 20 years has led to the overloading of the area with winter pastures consisting of semi-desert, arid landscapes. The winter pastures of the area consisting of semi-desert and arid landscapes have been overloaded as a result of the area's rapid development over the last 20 years.

After the dissolution of collective farms, land reforms, and the distribution of land among private owners in the mid-1990s, this procedure has become increasingly widespread in our country. In this regard, the Kura basin is the Republic's greatest agricultural region. Furthermore, because the study region is used for agricultural and winter pastures throughout the year, various environmental issues have arisen, including substantial anthropogenic desertification.

The studied area has the largest winter pastures in the country, the Jeyranchol-Ajinohur lowlands, Shirvan, Karabakh, Mil-Mugan, Salyan, and South-Eastern Shirvan plains are the main centers of animal husbandry. These lands are also used as winter pastures by the republic's mountainous regions, in addition to the animals kept by the local population. Mainly small horned animals graze in these winters for 6-7 months of the year, providing up to 50 % of the annual demand for food.

Overgrazing and year-round grazing are both considered hazardous circumstances that lead to desertification. Desert foci occur as a result of overcrowding and uninterrupted grazing, leading to the degradation of bio components in semi-desert and arid steppe landscapes, which are characterized by low resilience.

In the studied area the main forage resources of the grazed semi-desert and dry-steppe landscapes are worm-wood, sagebrush, blackberry, licorice, agate, meadow, ephemeral and xerophytic shrubs of different types.

65 % [1] of the country's natural forage areas are concentrated in the Kura Basin, mainly semi-desert landscapes. Their productivity is 0. 8-6. 9 s / ha, having the lowest biodiversity and bioproductivity after the nival and subnival zones of Azerbaijan [4, 6]

Year by year increase in the number of livestock and their overgrazing in pastures leads to the development of exodynamic processes (ravines, field erosion, wind erosion, erosion meadows of various sizes, etc.) leading to the development and acceleration of desertification. Grazing in winter pastures of Jeyranchol-Ajinohur lowland, central, north-eastern and eastern part of Shirvan plain, South-Eastern Shirvan (except Shirvan National park and Shirvan Reserve created in the area) Central Mugan, Mil-Garabagh, Salyan plains has led to the formation of desertification centers of various

degrees as a result of. changes in the species composition of plant groups, a decrease in their number, and their complete disappearance in many areas.

Our observations in the winter pastures of the study area show that the unsystematic grazing and overloading of pastures, along with the physical degradation of the surface, led to negative changes in the species composition and quality of the plants that make up the pastures. The number of forage plants has decreased in the areas where grazing is carried out throughout the year (completely disappearing in some areas), but the number of thorny, poisonous, hairy, pungent, coarse-stemmed plant species, which are not eaten by cattle and differ in morphological features, has increased. Due to the fact that the plants are well eaten by cattle, these inedible plant species increasing their range from year to year are characterized as the main indicators of desertification.

Along with the rapid development of livestock, the long-term occupation of the Lesser Caucasus pastures (up to 250,000 hectares) by Armenia and the rise in the Caspian Sea (about 50,000 hectares of winter pastures along the coast were. under the sea waters) and a total reduction of more than 300,000 ha of pastureland impacted the increase of. the number of livestock per unit area in the Kura Basin Cattle and small ruminants to be grazed in these areas are currently housed in the winter pastures of the study area.

The expansion of the area of desertification centers year by year created as a result of livestock grazing (such areas are wider on the plains of Jeyranchol, the Kura-Araz lowland), leads to a decrease in fodder crops. Since this process also affects other pastures, the number of livestock per hectare is increasing.

The results of our calculations based on the data of [2, 3] the State Statistics Committee show that the number of large and small cattle in the study area was 3177267 in 1995, this number was 4611517 in 2000 and 6191000 in 2005. In 2010 it was 6655348, in 2015 it was 7117100, and in 2020 it was 7115687, which is reflected in the graph below (Figure 1).

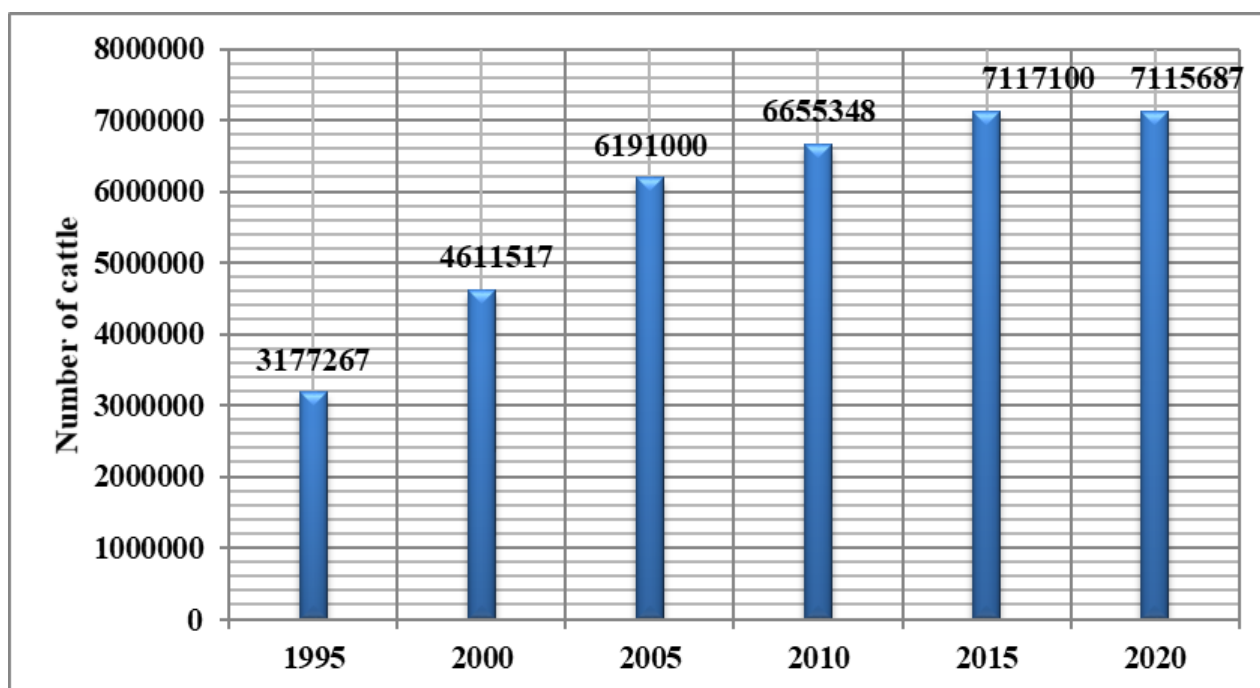


Figure 1 – Dynamics of the number of cattle in the Kura basin

Livestock grazing in the study area is carried out continuously in winter pastures, as well as in the surrounding pastures. Our analysis show that the total area of rural and pasture areas in the total area of the Kura Basin is 1146655 ha [5] 722432 hectares (63 %) of which are in the Kura-Araz lowland. As a result of unsystematic grazing in these areas, the soil and vegetation cover has been subjected to various degrees of degradation, resulting in desertification (Table 1).

Table 1 – Desertification of winter and suburban pastures in the Kura basin

Pastures common area (ha)	
1146655	
Rural pastures	Winter pastures
608335	538320
Total area of deserted pastures (ha/%)	
Rural pastures	Winter pastures
277407	224771
45,6	41,6
Total area (ha/%)	
502178	
43,8	

As seen from the table, 43.8 % of the pastures in the study area has been subjected to varying degrees of desertification. 45.6 % of the total deserted pastures is rural pastures and 41.6 % is winter pastures.

The area of winter pastures, grazing areas in the Kur-Araz lowland and the area of desertification according to the plains are given in the table below (Table 2).

Table 2 – Desertification of winter and suburban pastures in the Kur-Araz lowland

Pasture area on the plains (ha)									
Karabakh plain (ha)		Mil plain (ha)		Mugan-Salyan plain (ha)		Shirvan plain (ha)		South-Eastern Shirvan plain (ha)	
General area		General area		General area		General area		General area	
66410		171868		222786		154015		107353	
Suburbs	Winter pastures	Suburbs	Winter pastures	Suburbs	Winter pastures	Suburbs	Winter pastures	Suburbs	Winter pastures
52418	13992	76357	95511	92012	130774	82798	71217	73840	33513
Total area of deserted pastures (ha)									
Karabakh plain (ha)		Mil plain (ha)		Mugan-Salyan plain (ha)		Shirvan plain (ha)		South-Eastern Shirvan plain (ha)	
Suburbs	Winter pastures	Suburbs	Winter pastures	Suburbs	Winter pastures	Suburbs	Winter pastures	Suburbs	Winter pastures
29400	9748	44274	45369	41693	68020	30020	34562	42282	19295
General area		General area		General area		General area		General area	
39148		89643		109713		64582		61577	

The variation of the area of deserted pastures depends on the number of livestock and the nature of grazing. In these areas, which have been subjected to desertification as a result of perennial and unsystematic grazing, the soil cover has been practically deprived of vegetation due to dusting, compaction and erosion.

As a result of unsystematic, excessive grazing of the Jeyranchol-Ajinohur, south-eastern foothills of the Lesser Caucasus and the foothills of the Ganja-Gazakh plain, numerous cattle trails have been formed on the slopes. Observations in the selected sample plots in the dry-steppe landscapes of these areas show that a plenty of trails of different directions, formed as a result of unsystematic grazing,

reaches of 15-70 cm in width and a of 3-10 cm in depth. The distance between them varies from 50 cm to 1-1.5 m in different areas of the slopes.

In the lowland winter pastures and grazing areas of the studied area, our observations in the selected sample plots show that the number of trails formed as a result of unsystematic grazing reaches a width of 20-80 cm and a depth of 5-10 cm. The distance between them varies from 50 cm to 2-2.5 m in different areas.

The depth of the trails and the distance between them have different dimensions on different surfaces and their parts, depending on the mechanical composition of the rocks, inclination of the slopes, the species composition of the vegetation, and the formation of the cover.

On the foothills, where the paths develop, erosion-denudation processes are more active than in the plains, and the washing of the soil layer and the destruction of vegetation are easier and more intensive. The soil layer remains on the slopes only in the form of small hills at the bottom of the bushes and deep-rooted plants due to accumulation. The slopes form ravines, creating rapid surface runoff during the rainy seasons or heavy rains. Rocky areas have developed in pastures where soil and vegetation have been subjected to degradation and erosion.

These changes in soil and vegetation cover with unsystematic grazing result in the formation of desert foci, and even after grazing is stopped, natural regeneration of plants is not possible. The presence of carbonate rocks and saline soils in grazing areas are the reasons of degradation of vegetation, surface erosion, and the spread of salt. In the study area, such areas are widespread in the pastures and winter pastures of the Jeyranchol lowlands, Bozdag, as well as Shirvan, South-Eastern Shirvan, Mil-Mugan, Salyan plains. This process is more intensive in areas where mineralized groundwater is close to the surface.

As the Caspian semi-desert landscapes of the Kura Basin consist mainly of sandy and clayey soils, the vegetation is characterized by very poor stability. All year round grazing has led to severe surface erosion and wind erosion. In these areas, dense ephemeral plants grow at the base of sharp shrubs, sometimes up to 1.5 meters in height. However, as these shrubs are destroyed for grazing, the plants' ability to regenerate is further depleted, creating the basis for the development of desertification centers.

Increased precipitation in spring and autumn in the study area creates a basis for the development of ephemerals. However, due to the fact that these periods coincide with the migration of animals, they are overloaded. During the summer months, the local livestock graze in these areas, so continuous grazing has a significant negative impact on the landscape, leading to the creation and development of desertification centers, reducing or completely losing the productivity of geocomplexes with poor resilience.

List of literature

1 Алиев, А. С. Характер колебания уровня Каспийского моря / А. С. Алиев // *Hidrometeorologiya və Ətraf Mühitin Monitorinqi*. – 2006. – №. 3. – С. 87–91.

2 Azərbaycanın regionları / Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsi. – Bakı : ARDSK, 2016. – 820 S.

3 Azərbaycanın regionları / Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsi. – Bakı : ARDSK, 2016. – 840 S.

4 Исмаилов, М. Д. О морфогенетических особенностях гидроморфных ландшафтов Куринской межгорной котловины и их значение в сохранении биоразнообразия / М. Д. Исмаилов // *НАН Азербайджана*. – 2008. – Том 12. – С. 87–92.

5 Məmmədov Q. Ş. Azərbaycan torpaq ehtiyatlarından səmərəli istifadənin sosial-iqtisadi və ekoloji əsasları / Q. Ş. Məmmədov. – Bakı: Elm, 2007. – 856 s.

6 Müseyibov M. A. Azərbaycanın fiziki coğrafiyası / M. A. Müseyibov – Bakı: Maarif, 1998. – 400 s.

А. М. МИКАИЛОВ

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ОПУСТЫНИВАНИЯ ЗИМНИХ ПАСТБИЩ В БАССЕЙНЕ КУРЫ

*Бакинский государственный университет
г. Баку, Азербайджанская Республика,
mikayilov84@list.ru*

Установлено, что полупустынные и сухие степные ландшафты области подвержены перегрузке в зимние месяцы года, а сельские пастбища - в течение всего года из-за их низкой устойчивости. В результате этого процесса в полупустынных и сухих степных ландшафтах с низкими природными восстановительными свойствами, эрозией-денудацией, развитием процессов засоления, изменением видового состава растений, физической фрагментацией поверхности, уплотнением почвы, уменьшением биопродуктивности растительности проявляются очаги опустынивания.

Ключевые слова: ландшафт, животноводство, выпас скота, нагрузка, почвенно-растительный комплекс, опустынивание.

УДК 579. 695; 546. 85; 502. 55; 661. 63

А. З. МИНДУБАЕВ¹, Е. К. БАДЕЕВА², Э. В. БАБЫНИН³

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕТОКСИКАЦИЯ ФОСФОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГРИБАМИ АСПЕРГИЛЛАМИ

¹ *Институт энергетики и перспективных технологий ФИЦ. КазНЦ РАН,
г. Казань, Российская Федерация,
mindubaev-az@yandex.ru*

² *Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН,
г. Казань, Российская Федерация,
ybadeev.61@mail.ru*

³ *Татарский НИИАХП ФИЦ КазНЦ РАН,
г. Казань, Российская Федерация,
edward.b67@mail.ru*

На протяжении более 13 лет ведется работа по исследованию биodeградации элементного фосфора, а также фосфорсодержащих соединений. В перспективе они могут стать основой эффективных методов предотвращения и ликвидации загрязнений токсичными соединениями фосфора.

*Ключевые слова: биodeградация, токсичные соединения фосфора, *Aspergillus niger*.*

Биodeградация занимает почетное место среди методов обезвреживания токсичных загрязнений окружающей среды. При использовании биodeградации в окружающую среду не вносятся новые химические загрязнители, не используются жесткие физические факторы (температура, давление и прочее).

Включение нескольких токсичных ксенобиотиков (формальдегид, фенол и синильная кислота) (рисунок 1) в состав сахаров, жиров и протеиногенных аминокислот, является, пожалуй, наиболее показательным примером биodeградации. Это является весомым фундаментальным аргументом в пользу возможности биodeградации даже самых опасных веществ, таких, как объект нашего исследования элементный фосфор.

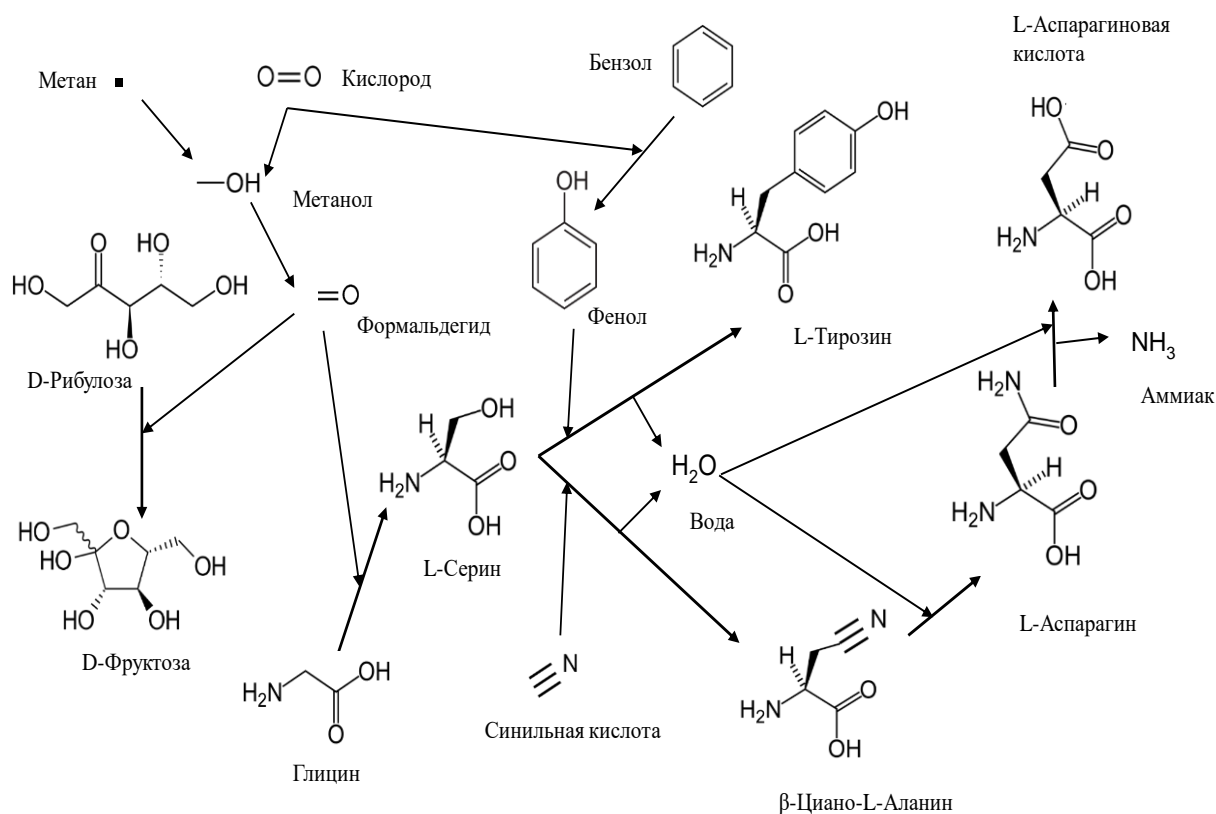


Рисунок 1 – Синтез метанола из метана

Синтез метанола из метана (рисунок 1) осуществляется метанотрофными бактериями (к примеру *Methylococcus capsulatus* (Bath)) [1], фруктозы из метанола гипертермофильными археями *Pyrococcus horikoshii* OT3 (у метилотрофных дрожжей *Candida boidinii* путь отличается – они присоединяют формальдегид к ксилулозе с образованием двух трехуглеродных сахаров, которые далее могут превращаться в глицерин, компонент жиров), серина из метанола – облигатными метилотрофными бактериями (например, *Methylomonas aminofaciens*) [2], фенола из бензола – цитохромом P450 в организме человека [3], тирозина из фенола – обратной реакцией с отщеплением воды, катализируемой тирозиназой кишечной бактерии *Citrobacter freundii* [4], β-цианоаланина из цианида – культурами фиолетовых хромобактерий *Chromobacterium violaceum* [5], аспарагина и аспарагиновой кислоты из β-цианоаланина – высшими растениями, такими, как ячмень обыкновенный *Hordeum vulgare* [6]. На схеме не показано, но растения (например, резуховидка Таля *Arabidopsis thaliana*) и микроорганизмы (гемофильная палочка *Haemophilus influenzae*) [7] способны аналогичным образом утилизировать сероводород, включая его в состав аминокислоты цистеин. Чрезвычайно токсичный селеноводород бактерии кишечные палочки (*Escherichia coli*) присоединяют к серину с образованием селеноцистеина – аминокислоты, входящей в активные центры ряда ферментов [8]. Бактерии, растения и грибы из индола и серина синтезируют триптофан [9]. Стрептомицет беловатый *Streptomyces albulus* PD-1 аналогичным образом утилизирует аммиак с образованием полидиаминопропионовой кислоты [10].

Среди соединений фосфора встречаются самые токсичные вещества, созданные человеком, включая ставшие известными «Новички». Но, несмотря на это, они применяются практически во всех сферах деятельности - в металлургии, производстве пиротехники, спичек, полупроводников, пестицидов, лекарств, боевых отравляющих веществ, пластмасс, фосфорной кислоты, моющих средств, удобрений. Следовательно, стоит задача создания методов обезвреживания как самого белого фосфора, так и производимых из него токсичных соединений фосфора.

Нами выделена и изучена культура *Aspergillus niger*, превращающая ряд токсичных соединений фосфора в фосфат, безвредный для окружающей среды [11]. Предлагаемый нами метод позволит производить очистку сточных вод предприятий и загрязненных территорий. Нам удалось подвергнуть биологической деструкции токсичные неорганические вещества – белый и красный фосфор, ряд солей кислот восстановленного фосфора. Биодegradацию элементарного фосфора мы наблюдали впервые в мире.

При воздействии белого фосфора наблюдается изменение толщины клеточной стенки. Также значительно увеличивается число митохондрий в клетках гиф. Кроме того, на поверхности клеточной стенки появляется дополнительный волокнистый слой, состоящий из протеогликанов – поверхность гифов становится ворсистой, чего не наблюдается в контроле. Данные признаки наверняка связаны с защитой от внешних воздействий – клеточная стенка служит барьером, а митохондрии осуществляют энергетический обмен, поддерживают метаболическую активность.

Исследования протеома, описанные в работе, продемонстрировали четкие различия белкового профиля при росте аспергилла в отсутствие и в присутствии белого фосфора. Белковый профиль в свою очередь определяется экспрессией генов, следовательно, есть основания говорить об ответе на загрязнение белым фосфором на этом уровне [12].

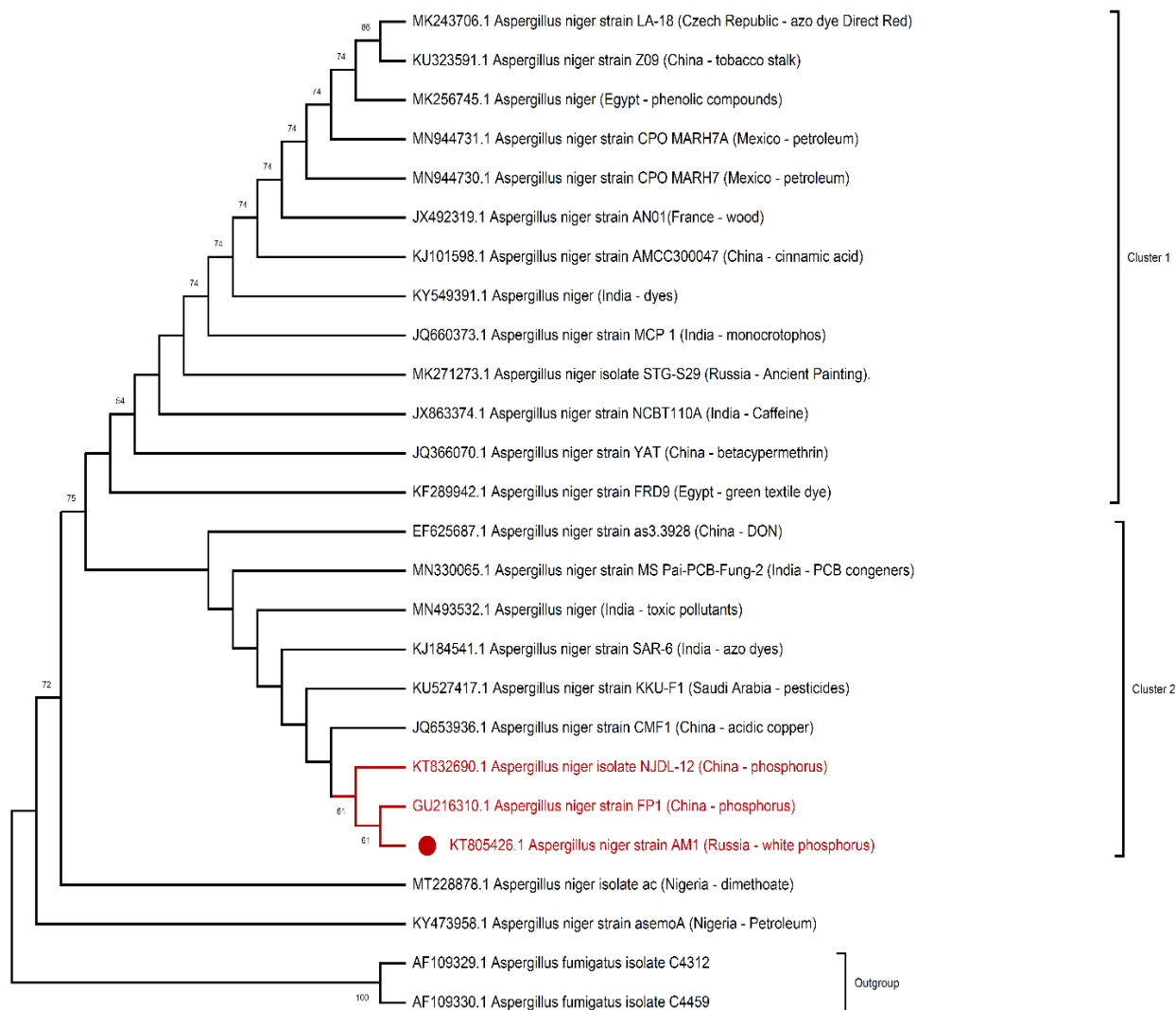
Эволюционная история выделенного из технического белого фосфора штамма *Aspergillus niger* воспроизведена с построением филогенетического дерева. Для сравнения использовались штаммы *A. niger*, выделенные в разных странах мира и представленные в базе *National Center for Biotechnology Information* (NCBI). Результат сравнения свидетельствует о следующем. В наибольшем родстве со штаммом AM1 состоят штаммы *A. niger* NJDL-12 и *A. niger* FP1 из Китая (почва с соевого поля в районе Нанкина), которые способны к растворению малорастворимых в воде почвенных фосфатных минералов при помощи органических кислот, которые они продуцируют [13]. Указанные штаммы выделены из ризосферы растений сои (*Glycine max*) и, по всей видимости, повышают эффективность снабжения растений фосфором, вступая с ними в симбиотические отношения. Они имеют 64 % сходства по гену ITS с объектом нашего исследования – *A. niger* AM1 (рисунок 2).

Роль контролей выполняют внешние группы – штаммы других видов: аспергилл атласный *A. bombycis* и аспергилл дымящийся *Aspergillus fumigatus*. Штаммы из одного кластера, состоящие в близком родстве друг с другом, должны быть сходны по характеристикам. Такие свойства черных аспергиллов, как патогенность или накопление микотоксинов, четко связаны с принадлежностью штамма к определенным кластерам. А оно имеет прямое отношение к практическому применению культур микроорганизмов. Чем больше мы знаем об этих плесневых грибах, тем лучше будем понимать результаты данного анализа. Это делает филогенетический анализ столь важным.

Таким образом, можно предполагать, что штамм AM1 относится к кластеру, эволюционно возникшему в Южной Азии и специализировавшемуся на биодеструкции фосфорных соединений. Возможно, белый фосфор, из которого он выделен, был доставлен в нашу страну из Китая – крупнейшего производителя этого сырья – и штамм завезен вместе с ним.

Для того, чтобы подтвердить родство с известными солубилизаторами фосфатов, мы исследовали способность *Aspergillus niger* AM1 метаболизировать ортофосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – наиболее распространенную форму фосфора в природе, но при этом малодоступную для живых организмов. Оказалось, что штамм потребляет нерастворимый фосфат так же легко, как растворимые фосфаты, входящие в состав культуральных сред. То есть, действительно является солубилизатором фосфата, как следует из теоретических результатов анализа базы NCBI.

Элемент фосфор в виде простых веществ и восстановленных соединений является опаснейшим загрязнителем окружающей среды. Однако, полностью окисленная форма фосфора – фосфат – является незаменимым компонентом любого живого организма.



**Рисунок 2 – Филогенетическое дерево *Aspergillus niger*.
Представлены штаммы из базы NCBI, способные к биодegradации**

Поэтому, для фосфорных соединений велики перспективы биодegradации. Для фосфорорганических соединений биодegradация уже применяется [14]. Нами создано ООО Интехтокс, которое вошло в реестр участников проекта «Сколково» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Логотип ООО Интехтокс

Для элементного (белого и красного) фосфора она стала известна из наших работ. Планируется создание и вывод на рынок коммерческих биопрепаратов на основе наших культур микроорганизмов. Это было изначальной целью работы.

Список литературы

- 1 Hwang, I. Y. Biocatalytic Conversion of Methane to Methanol as a Key Step for Development of Methane-Based Biorefineries / I. Y. Hwang, S. H. Lee, Y. S. Choi, S. J. Park, J. G. Na, I. S. Chang, C. Kim, H. C. Kim, Y. H. Kim, J. W. Lee, E. Y. Lee // *J. Microbiol. Biotechnol.* – 2014. – Vol. 24. No. 12. – P. 1597–1605. DOI:10. 4014/jmb. 1407. 07070
- 2 Yurimoto, H. Assimilation, Dissimilation, and Detoxification of Formaldehyde, a Central Metabolic Intermediate of Methylotrophic Metabolism / H. Yurimoto, N. Kato, Y. Sakai // *The Chemical Record.* – 2005. – Vol. 5. – No. 6. – P. 367–375. DOI: 10. 1002/tcr. 20056.
- 3 Компьютерный прогноз путей метаболизма ксенобиотиков в организме человека / В. М. Беженцев [и др.] // *Успехи химии.* – 2016. – Т. 85 № 8. – С. 854–879. DOI: 10. 1070/RCR4614?locatt=label:RUSSIAN
- 4 Fuganti, C. Stereochemical course of the enzymic synthesis of L-tyrosine from phenol and L-serine catalysed by tyrosine phenol lyase from *Escherichia intermedia* / C. Fuganti, D. Ghiringhelli, D. Giangrasso, P. Grasselli // *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* – 1974. – No. 18. – P. 726–727. DOI:10. 1039/C39740000726
- 5 Brysk, M. M. β -Cyanoalanine Formation by *Chromobacterium violaceum* / M. M. Brysk, W. A. Corpe, L. V. Hanks. . *J. Bacteriol.* – 1969. – Vol. 97. – No. 1. – P. 322–327.
- 6 Machingura, M. The β -cyanoalanine synthase pathway : beyond cyanide detoxification / M. Machingura, E. Salomon, J. M. Jez, S. D. Ebbs // *Plant, Cell and Environment.* 2016. – Vol. 39. – No. 10. – P. 2329–2341. DOI: 10. 1111/pce. 12755
- 7 Jez, J. M. The cysteine regulatory complex from plants and microbes: what was old is new again / J. M. Jez, S. Dey // *Current Opinion in Structural Biology.* – 2013. – Vol. 23. – No. 2. – P. 302–310. DOI: 10. 1016/j. sbi. 2013. 02. 011
- 8 Turanov, A. A. Biosynthesis of Selenocysteine, the 21st Amino Acid in the Genetic Code, and a Novel Pathway for Cysteine Biosynthesis / A. A. Turanov, X.-M. Xu, B. A. Carlson, M.-H. Yoo, V. N. Gladyshev, D. L. Hatfield // *Adv. Nutr.* 2011. – Vol. 2. – P. 122–128. DOI: 10. 3945/an. 110. 000265
- 9 Buller, A. R. Tryptophan Synthase Uses an Atypical Mechanism To Achieve Substrate Specificity / A. R. Buller, P. van Roye, J. Murciano-Calles, F. H. Arnold // *Biochemistry.* – 2016. – Vol. 55. – No. – P. 7043–7046. DOI: 10. 1021/acs. biochem. 6b01127
- 10 Xu, Z. Systematic unravelling of the biosynthesis of poly (L-diaminopropionic acid) in *Streptomyces albulus* PD-1 / Z. Xu, Z. Sun, S. Li, Z. Xu, C. Cao, Z. Xu, X. Feng, H. Xu // *Sci. Rep.* – 2015. – Vol. 5. – No. 17400. – P. 1–10. DOI: 10. 1038/srep17400
- 11 Mindubaev, A. Z. The biological detoxication of yellow (white) phosphorus / A. Z. Mindubaev, E. V. Babynin, E. K. Badeeva, A. D. Voloshina, S. T. Minzanova, Y. A. Akosah // Сборник статей V Международной научно-практической конференции «Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды», Гомель, Беларусь, 4–5 июня 2020 г. – С. 424–428. [In English]
- 12 Mindubaev, A. Z. Effect of White Phosphorus on the Survival, Cellular Morphology, and Proteome of *Aspergillus niger* / A. Z. Mindubaev, S. V. Kuznetsova, V. G. Evtugin, A. G. Daminova, T. V. Grigoryeva, Y. D. Romanova, V. A. Romanova, V. M. Babaev, D. N. Buzyurova, E. V. Babynin, E. K. Badeeva, S. T. Minzanova, L. G. Mironova // *Applied Biochemistry and Microbiology.* – 2020. – Vol. 56. – No. 2. – P. 194–201.
- 13 Mindubaev, A. Z. Biological Degradation of Yellow (White) Phosphorus, a Compound of First Class Hazard / A. Z. Mindubaev, E. V. Babynin, E. K. Bedeeva, S. T. Minzanova, L. G. Mironova, Y. A. Akosah // *Russian Journal of Inorganic Chemistry.* – 2021. – Vol. 66. – No. 8. – P. 1239–1244. DOI: 10. 1134/S0036023621080155
- 14 Singh, B. K. Microbial degradation of organophosphorus compounds / B. K. Singh, A. Walker // *FEMS Microbiology Reviews.* – 2006. – Vol. 30. – No. 3. – P. 428–471. DOI: 10. 1111/j. 1574-6976. 2006. 00018. x

A. Z. Mindubaev¹, E. K. Badeeva², E. V. Babynin³

PHOSPHORUS COMPOUNDS BIOLOGICAL DETOXIFICATION BY ASPERGILLS FUNGI

¹ *Institute of Power Engineering and Advanced Technologies,
Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences,
Kazan, Russia,
mindubaev-az@yandex.ru*

² *A. E. Arbutov Institute of Organic and Physical Chemistry,
Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
Kazan, Russia,
ybadeev.61@mail.ru*

³ *Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil,
Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
Kazan, Russia,
edward.b67@mail.ru*

Abstract. For more than 13 years, work has been carried out on the biodegradation of elemental phosphorus as well as phosphorus-containing compounds. In the long term, they can form the basis for effective methods of preventing and eliminating pollution by toxic phosphorus compounds.

Keywords: biodegradation, detoxication, Aspergillus niger.

УДК 551.4

А. В. НАУМЕНКО, Н. В. ГАГИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ОБРАЩЕНИЯ С РТУТЬСОДЕРЖАЩИМИ ОТХОДАМИ

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
naumenko.aleksa@list.ru, Nahina@bsu.by*

В статье рассмотрены основные методические подходы к оценке обращения со ртутьсодержащими отходами, предложен алгоритм их геоэкологической оценки для Республики Беларусь, рассмотрены примеры визуализации информации, и характеристики выявленных типов обращения с ртутьсодержащими отходами в Республике Беларусь.

Ключевые слова: ртутьсодержащие отходы, обращение с отходами, геоэкологическая оценка, комплексный подход, направления оптимизации.

Одной из наиболее важных проблем в настоящее время является проблема обращения со ртутьсодержащими отходами. Это связано с тем, что ртуть является высокотоксичным химическим веществом и наносит необратимые нарушения как здоровью населения, так и окружающей среде. В настоящее время наблюдается активный рост отходов, содержащих ртуть, что связано с неудовлетворительным регулированием в данной области и, как следствие, происходит усиление негативного воздействия ртути на окружающую среду и организм человека.

Основными международными актами, которые регулируют обращение со ртутьсодержащими отходами, являются Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и Минаматская конвенция, которая ограничивает производство, использование и экспорт ртутьсодержащих товаров.

Обращение с ртутьсодержащими отходами в Республике Беларусь регулируется Законом «Об обращении с отходами» и нормативно-правовыми актами, которые регулируют вопросы обращения с отходами, охраны окружающей среды и здоровья населения [1].

В мире существуют подходы к управлению отходами, которые включают иерархию управления отходами, которая описывает варианты приоритетного управления отходами от наиболее предпочтительного к наименее предпочтительному, принцип расширенной ответственности, основной идеей которого является разработка производителем менее опасных для окружающей среды товаров и контроль за обращением с данными отходами, а также принцип экономического регулирования «загрязнитель-платит», который подразумевает оплату производителем затрат на использование и последующее обращение с отходами, которые образовались в результате использования его продукции. Эти подходы применимы и по отношению к ртутьсодержащим отходам.

Комплексный подход к обращению со ртутьсодержащими отходами, по мнению Янина Е. П., должен включать повышение уровня просвещения населения в области обращения с отходами, в том числе и ртутьсодержащими, усиление контроля за обращением с отходами, а также создать общедоступную глобальную систему оценки экологической ситуации, что позволит снизить воздействие на окружающую среду и уменьшить количество ртутьсодержащих отходов, которые попадают на свалки и полигоны твердых бытовых отходов [3].

К ртутьсодержащим отходам согласно Классификатору Республики Беларусь относятся: батарейки, дифманометры, игнитроны и ионные приборы, нормальные элементы, содержащие ртуть, ветошь, одежда, грунт, уголь-поглотитель строительные отходы, загрязненные ртутью, отходы ртути и ее соединений, ртутные лампы и термометры, компактные люминесцентные лампы и люминесцентные трубки, шлам ртутьсодержащий и после демеркуризации.

В Республике Беларусь существует единая система учета и управления отходами производства, которая включает сбор отходов, классификацию отходов по видам, проведение ежегодной инвентаризации, а также транспортировка, использование, хранение и обезвреживание отходов [2]. Основными источниками образования ртутьсодержащих отходов являются производственные организации и бытовое потребление товаров, содержащих ртуть.

В Республике Беларусь объем образованных ртутьсодержащих отходов в 2020 году составил 5,9 млн. т ртутьсодержащих отходов. Наибольшая доля ртутьсодержащих отходов образована в Брестской области (32 %) и г. Минск (28,8 %), а наименьшая – в Могилевской (3%) и Витебской (3,5 %) областях. Морфологическая структура образованных ртутьсодержащих отходов представлена в основном люминесцентными трубками отработанными (76,3 %), ртутными лампами отработанными (16 %) и компактными люминесцентными лампами (6,1 %). Доля остальных видов ртутьсодержащих отходов не превышает 1%.



Рисунок 1 – Алгоритм геоэкологической оценки обращения со ртутьсодержащими отходами в Республике Беларусь

По использованию ртутьсодержащих отходов лидируют Брестская область (27,3%) и г.Минск (23,5 %), Минская (25,5 %) и Гомельская (20,5 %) области. Наименьшая доля использования ртутьсодержащих отходов характерна для Гродненской (4,8 %) и Витебской (5 %) областей. Захоронение отходов преобладает в Брестской (44,7 %) и Минской (34,9 %) областях, в то время как доля захораниваемых отходов в Витебской и Минской областях не превышает 1%. В Могилевской области отсутствуют отходы, которые захоранивают на полигонах опасных отходов.

В связи с тем, что ртутьсодержащие отходы образуются в каждом районе Республики Беларусь, но не в каждом районе они захораниваются. Это связано с тем, что существует 4 основные организации по обезвреживанию ртутьсодержащих отходов: ООО «ПОСТУП», «СПО Химволокно», «Гродно Химволокно» и «Экология-121».

Важной проблемой системы обращения с отходами является отсутствие заинтересованности населения и его недостаточная информированность о существующей опасности при обращении со ртутьсодержащими товарами и, как следствие, ртутьсодержащими отходами. Кроме того, внедрение новых технологий сдерживается низким уровнем сбора ртутьсодержащих ламп, которые преобладают в морфологическом составе ртутьсодержащих отходов. Именно поэтому система обращения с ртутьсодержащими отходами требует доработки. В связи с этим был разработан алгоритм геоэкологической оценки обращения со ртутьсодержащими отходами, включающий четыре этапа: подготовительный, этап сбора информации, оценочный этап и конструктивно-оптимизационный этап (рисунок 1).

Для оценки системы обращения со ртутьсодержащими показателями использовались данные «Бел НИЦ Экология» об объемах образованных, использованных, захороненных и хранящихся на предприятиях ртутьсодержащих отходов.

С целью выявления пространственных закономерностей образования ртутьсодержащих отходов предложены следующие показатели и шкала оценки:

- По объему образования отходов: низкий (O_1) – менее 362 тыс. т, средний (O_2) – 362 тыс. т – 1,1 млн. т, высокий (O_3) – более 1,1 млн. т;
- По сложности морфологической структуры отходов: простая - П (в районе доминирует один вид отходов, например, ртутьсодержащие лампы), сложная - С (в районе могут встречаться несколько видов отходов, например, ртутные термометры, люминесцентные трубки и игнитроны);
- По сложности системы обращения с отходами:
 - ✓ отходы используются (И) – отходы передаются на предприятия по обезвреживанию ртутьсодержащих отходов;
 - ✓ отходы используются и хранятся на предприятиях (ИХ) – часть отходов передается на предприятия по обезвреживанию ртутьсодержащих отходов, оставшаяся часть хранится на предприятиях образования данных отходов;
 - ✓ отходы используются и захораниваются (ИЗ) – часть отходов передается на обезвреживание, а остальная часть захоранивается на полигонах опасных отходов;
 - ✓ отходы используются, захораниваются и хранятся на предприятии (ИЗХ) – в районе часть отходов передается на обезвреживание, часть захоранивается, а остальные отходы хранятся на предприятии.

В соответствии с перечисленными критериями для каждого района был определен набор показателей, характеризующих систему обращения со ртутьсодержащими отходами в данном районе (рисунок 2).

В соответствии с критериями был определен набор показателей методом комбинаторики, характеризующим систему обращения со ртутьсодержащими отходами.

Например, тип $O_1\Pi\Pi$ характеризуется низким объемом образования ртутьсодержащих отходов, имеющих простую морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании. Примером такого района являются Березинский и Лидский районы.

Тип $O_1CХ$ характерен для районов с низкими объемами образования ртутьсодержащих отходов, имеющих сложную морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в хранении их на предприятии. К такому типу относятся: Брагинский и Хойникский районы.

Тип О₁СИХ характеризуется низкими объемами образования ртутьсодержащих отходов, имеющих сложную морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании и хранении на предприятии. К такому типу относятся Бельничский и Вороновский районы.



Рисунок 2 – Пример визуализации типов обращения со ртутьсодержащими отходами в разрезе административных районов Республики Беларусь

Тип О₂ПИ характеризуется средними объемами образования ртутьсодержащих отходов, имеющих простую морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании. К такому типу относятся Бобруйский и Минский районы.

Тип О₂ПИЗ характеризуется средними объемами образования ртутьсодержащих отходов, имеющих простую морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании и захоронении. К такому типу относятся Витебский и Гомельский районы.

Тип О₂СИХ характеризуется средними объемами образования ртутьсодержащих отходов, имеющих сложную морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании и хранении на предприятии. К такому типу относится Барановичский район.

Тип О₃ПИЗ характеризуется высокими объемами образования ртутьсодержащих отходов, имеющих простую морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании и захоронении. К такому типу относятся Ганцевичский и Дрогичинский районы.

Тип О₃ПИ характеризуется высокими объемами образования ртутьсодержащих отходов, имеющих простую морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании, относится Кобринский район.

Тип О₃СИХ К группе районов со высокими объемами образования ртутьсодержащих отходов, имеющих сложную морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании и хранении на предприятии, относятся Ивацевичский и Каменецкий районы.

Тип О₃СИЗХ, для которого характерен высокий объем образования ртутьсодержащих отходов, имеющих сложную морфологическую структуру, обращение с отходами в которых заключается в их использовании, хранении на предприятии и захоронении, встречается в Брестском районе.

Таким образом, в статье рассмотрены основные методические подходы к оценке системы обращения со ртутьсодержащими отходами, а также предложен алгоритм, который позволяет оценить систему обращения с отходами и дать рекомендации по оптимизации системы обращения со ртутьсодержащими отходами в Республике Беларусь.

Список литературы

- 1 Закон Республики Беларусь от 20 июля 2007 №. 271-3 «Об обращении с отходами».
- 2 Зубрицкий, В. С. Обращение со ртутьсодержащими отходами. Ситуация в Республике Беларусь. Зарубежный опыт. Требования экологической безопасности / В. С. Зубрицкий, Н. А. Кульбеда; под ред. В. В. Ходина. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2010. – 56 с.
- 3 Янин, Е. П. Особенности обращения с ртутьсодержащими отходами в зарубежных странах / Е. П. Янин // Экологическая экспертиза. – 2014. – №. 1. – С. 16–77.

A. V. Naumenko, N. V. Gagina

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF THE MANAGEMENT OF MERCURY-CONTAINING WASTE

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
naumenko.aleksa@list.ru, Nahina@bsu.by*

Abstract. The article discusses the main methodological approaches to assessing the management of mercury-containing waste, proposes an algorithm for their geoecological assessment for the Republic of Belarus, considers examples of information visualization, and characteristics of the identified types of mercury-containing waste management in the Republic of Belarus.

Key words: mercury-containing waste, waste management, geoecological assessment, integrated approach, optimization directions.

УДК 543. 3:628. 1

Ю. А. НОВИКОВА¹, Н. А. ТИХОНОВА¹, В. Н. ФЕДОРОВ¹, А. А. КОВШОВ^{1,2},
И. О. МЯСНИКОВ¹, А. В. МЕЛЬЦЕР², Н. В. ЕРАСТОВА²

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

¹*Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья
Федеральной службы по надзору в сфере прав потребителей и благополучия человека,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
j.novikova@s-znc.ru*

²*ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И. И. Мечникова» Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

В статье рассматриваются особенности проведения интегральной оценки качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения на примере нескольких городов Российской Федерации. Сделан вывод о необходимости внесения изменений в нормативно-методические документы в части проведения и оценки результатов интегральной оценки качества питьевой воды.

Ключевые слова: питьевая вода, интегральная оценка, неблагоприятные органолептические эффекты; неканцерогенный риск, канцерогенный риск.

Одно из современных направлений развития гигиены окружающей среды в Российской Федерации – применение интегральной оценки состояния факторов среды обитания [6]. По своей сути, интегральная оценка – математическая модель комбинированного воздействия факторов, имеющих разное значение при формировании состояния фактора среды обитания и его влиянию на здоровье населения. Для оценки загрязнения атмосферного воздуха рассчитывают комплексный индекс загрязнения атмосферы ИЗА [9]. Оценка уровня химического загрязнения почв населенных мест проводится по суммарному показателю загрязнения Z_c [2]. Для характеристики степени опасности загрязнения воды водных объектов, в т. ч. поверхностных источников питьевого водоснабжения, используют комплексные показатели загрязнения [5]. Начиная с 2011 года проводится интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности [4].

Материалы и методы исследования. Были проанализированы результаты исследований качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения городов Ленинградской области, рассчитывались средние уровни содержания химических веществ: максимальная концентрация 98 %-ной вероятностной обеспеченности и среднегодовая концентрация по верхней границе 95 % доверительного интервала, показатели риска здоровью канцерогенного ($\text{Риск}_{\text{канц}}$) и неканцерогенного ($\text{Риск}_{\text{нек}}$) в соответствии с Руководством [10], риска ольфакторно-рефлекторных эффектов $\text{Риск}_{\text{р-о}}$, интегральные показатели [4]. Также использованы результаты проведения интегральной оценки питьевой воды города Тюмень [7], населенных пунктов Московской [8] и Смоленской [3] областей, острова Русский Приморского края [1].

Результаты и обсуждение. Необходимость проведения грамотной оценки риска здоровью населения подтверждается тем, что присутствие в питьевой воде загрязняющих веществ обуславливает высокую вероятность возникновения неблагоприятных эффектов [11].

При проведении гигиенической оценки качества питьевой воды в ряде населенных пунктов не выявлено превышений гигиенических нормативов.

В результате проведенного анализа выявлено, что минимальные значения риска ольфакторно-рефлекторных эффектов зарегистрированы в питьевой воде г. Тюмень, неканцерогенного риска – в питьевой воде г. Кириши, канцерогенного риска – в питьевой воде п. Селятино Московской области (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты оценки риска для здоровья населения от употребления питьевой воды

Населенный пункт	$\text{Риск}_{\text{р-о}}$	$\text{Риск}_{\text{нек}}$	$\text{Риск}_{\text{канц}}$
г. Кириши	0,19	0,047	2,60E-05
п. Рында (остров Русский Приморского края)	0,399	0,38	3,80E-06
г. Тюмень	0,0078	2,93	1,04E-05
п. Селятино (Московская область)	0,715	0,35	4,00E-07
Гагаринский район (Смоленская область)	0,704	0,57	1,50E-06
г. Смоленск	0,903	0,6	6,00E-07
г. Приморск	0,54	0,135	6,60E-05

Максимальные значения риска ольфакторно-рефлекторных эффектов зарегистрированы в питьевой воде г. Смоленск, неканцерогенного риска – в питьевой воде г. Тюмень, канцерогенного риска – в питьевой воде г. Приморск. Приемлемое значение риска ольфакторно-рефлекторных эффектов превышено в питьевой воде всех анализируемых населенных пунктов за исключением г. Тюмень, неканцерогенного риска – в питьевой воде г. Тюмень, г. Смоленск, населенных пунктов Гагаринского района, канцерогенного риска – в питьевой воде г. Кириши и г. Приморск.

Интегральные показатели питьевой воды (ИП), рассчитанные в соответствии с [4], находились в интервале от 4,59 до 12,27 (таблица 2).

Таблица 2 – Интегральные показатели питьевой воды в исследованных населенных пунктах

Населенный пункт	Значение ИП
г. Кириши	4,59
п. Рында (остров Русский Приморского края)	5,13
г. Тюмень	6,98
п. Селятино (Московская область)	7,89
Гагаринский район (Смоленская область)	8,33
г. Смоленск	10,29
г. Приморск	12,27

Канцерогенный риск вносит наибольший вклад в значение ИП качества питьевой воды г. Приморск (53,8 %), г. Кириши (56,6 %), неканцерогенный риск – г. Тюмень (84,0 %), риск ольфакторно-рефлекторных эффектов – п. Селятино (90,6 %), г. Смоленск (87,8 %), населенных пунктов Гагаринского района (84,5 %), п. Рында (77,8%). Уравновешивание неэквивалентности разных видов риска здоровью населения возможно путем экспертных оценок.

Отсутствие величины приемлемого (допустимого) уровня ИП не позволяет сделать однозначные выводы о качестве питьевой воды.

При проведении оценки качества питьевой воды населенных пунктов с использованием ИП необходимо, как и при проведении оценки риска здоровья населения, учитывать неопределенности. Например, неопределенность, связанная с формированием исходной выборки баз данных. Исследования питьевой воды в населенных пунктах проводились по разному перечню показателей, кратность отбора проб также была различна, исследования химических веществ, обладающих канцерогенным действием, единичны. При проведении работы выявлены проблемы при выборе показателей для расчета риска ольфакторно-рефлекторных эффектов.

В целях оценки качества питьевой воды, особенно при реализации мероприятий по повышению ее качества, выбора перспективных технологий водоподготовки с учетом методологии оценки риска здоровью населения необходимо провести корректировку нормативно-методических документов, разработать модель расчета риска с определением минимально необходимого количества исследований, минимально обязательного перечня показателей, учитываемых при расчете канцерогенного риска, неканцерогенного риска и риска ольфакторно-рефлекторных эффектов, приемлемого значения интегрального показателя.

Список литературы

1 Богданова, В. Д. Гигиеническая оценка питьевой воды из подземных источников централизованных систем водоснабжения острова Русский / В. Д. Богданова, П. Ф. Кику, Л. В. Кислицына // Анализ риска здоровью. – 2020. – №. 2. – С. 28–37.

2 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: методические указания МУ 2.1.7.730-99. – Утв. и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г.Онищенко 5 февраля 1999 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003852>. – Дата доступа: 25. 04. 2022.

3 Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения Смоленской области / Л. М. Сидоренкова [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2017. – Т. 16, №. 1. – С. 165–172.

4 Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: методические рекомендации МР 2.1.4.0032-11.– Утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей

и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 31 июля 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gospotrebnadzor.ru/upload/iblock/5a5/mr-2.1.4.0032_11.pdf. – Дата доступа: 25.04.2022.

5 Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения: методические рекомендации 2510/5716-97-32. – Утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 30 июля 1997 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200060013>. – Дата доступа: 25.04.2022.

6 Красовский, Г. Н. Гигиеническое обоснование оптимизации интегральной оценки питьевой воды по индексу качества воды / Г. Н. Красовский, Ю. А. Рахманин, Н. А. Егорова // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, №. 5. – С. 5–10.

7 Лапшин, А. П. Интегральная оценка качества питьевой воды / А. П. Лапшин, А. Н. Ванькова // Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : в 2 т. / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т; под ред. проф. А. Ю. Поповой, акад. РАН Н. В. Зайцевой. – Пермь, 2020. – Т. 1. – С. 129–136.

8 Михайличенко, К. Ю. Интегральная оценка качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения / К. Ю. Михайличенко, А. Ю. Коршунова, А. И. Курбатова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: экология и безопасность жизнедеятельности. – 2014. – №. 4. – С. 99–106.

9 Руководство по контролю загрязнения атмосферы: руководящий документ Р 52.04.186-89. – Утв. Зам. председателя Госкомгидромета СССР Ю. С. Цатуровым 1 июня 1989 г. и Главным государственным санитарным врачом СССР А. И. Кондрусевым 16 мая 1989 г. – М. : Госкомгидромет, 1991. – 694 с.

10 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

11 Саканская-Грицай, Е. И. Проблемы и перспективы совершенствования водоподготовки / Е. И. Саканская-Грицай // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2014. – №. 3. – С. 88–95.

U. A. Novikova¹, N. A. Tikhonova¹, V. N. Fedorov¹, A. A. Kovshov^{1,2}, I. O. Myasnikov¹,
A. V. Meltser², N. V. Erastova²

MODERN METHODOLOGICAL APPROACHES TO DRINKING WATER QUALITY ASSESSMENT USING INTEGRAL INDICATOR

¹North-West Public Health Research Center,
Saint Petersburg, Russia,
j.novikova@s-znc.ru

²North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov,
Saint Petersburg, Russia

Abstract. The problem of carrying out an integral quality assessment of drinking water provided by centralized water supply systems in several Russian Federation cities is discussed in the article. The conclusion on the necessity of revising regulatory and procedural documents, as regards conducting integral drinking water quality assessment and evaluating its results, is made.

Key words: drinking water, integral assessment, unfavorable organoleptic effects, non-carcinogenic risk, carcinogenic risk.

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОГЕННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ
В УСЛОВИЯХ ГУМИДНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

¹АО «ТомскНИПИнефть»,
г. Томск, Российская Федерация,
nsmvsh@mail.ru

²Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Российская Федерация

В статье обозначены и описаны тренды распространения процессов техногенного галогенеза на аллювиальных и подзолистых почвах. Установлены базовые параметры почв техногенно-засоленных почв: химизм, тип засоления, запас токсичных солей, токсичные соли. Оптимизированы готовые технические решения по засоленным почвам., предложены авторские методы рекультивации.

Ключевые слова: техногенный галогенез, галофиты, экологические свойства, ремедиация.

Деятельность ПАО «НК «Роснефть» связана с рисками причинения ущерба окружающей среде. Однако методы рекультивации техногенного засоления почв в настоящее время отсутствуют [1, 2, 3, 4, 5].

Полевые наблюдения свидетельствуют о том, что наибольшие морфологические преобразования испытывает корнеобитаемый слой нефтезагрязненных почв. Верхняя часть почвенного профиля запечатана под плотным техногенным материалом – битуминозной коркой. В качестве фона были взяты почвы центральной части поймы и почвы автономных ландшафтов. В соответствии с классификацией World Reference Base for Soil Resources [6] и классификацией почв России 2004 г [7] почвы определяются как аллювиальная луговая обычная грунтово-глеевая тяжелосуглинистая почва /*Stagnosols Fluvis* (фон-1); подзолистая иллювиально-железистая мелкоосветленная легкосуглинистая / *Retisols Gleyic* (фон-2).

Незагрязненные почвы центральной части поймы представлены хемоземом нефтезагрязненным по аллювиальной серогумусовой типично-глееватой средне мелкой почвой/*Technosols Urbic Toxi* (контроль-1). Почвы водораздельных пространств были загрязнены минерализованными жидкостями сеноманских вод и определяются как хемозем подзолистый иллювиально-железистый мелкоосветленный среднесуглинистый/*Solonchaks Gleyic Toxic* (контроль-2). Полевые и лабораторные исследования загрязненных почв свидетельствуют о формировании сложных ореолов загрязнения. Установлено, что разливы сырой нефти сопровождаются поступлением в экосистему легкорастворимых солей (при их отсутствии в нативных почвах). Сумма солей в верхних горизонтах *Technosols Urbic Toxi* варьирует в широких пределах: 0,35 %–1,12 % (эпицентр), 0,30 %–0,75 % (импактная зона), 0,41 %–0,63 % (граница разлива нефти), обуславливая явление солончаковатости.

Между содержанием легкорастворимых солей и нефтепродуктами в загрязненных почвах установлена прямая корреляционная связь ($r=0,87$, при $p=0,91$). Степень засоления хемоземов изменяется в интервале от слабой до средней. Во всех зонах техногенной нагрузки произошло значительное увеличение содержания хлорид-ионов (от 0,8 до 2,11 ммоль-экв/100 г почвы) и натрия (от 1,5 до 5,95 ммоль-экв/100 г почвы), с образованием соединений токсичных солей – NaCl и Na₂SO₄, MgCl₂. Оба типа загрязнения характеризуются

хлоридно-сульфатным, сульфатным химизмом засоления по анионному составу и натриевым – по катионному.

При наличии определенных критерии ряд участков рекомендуется переводить в участки «самовосстановления», либо рекомендовать проведение только подготовительного этапа рекультивации.

На площади восстанавливаемого участка проводятся работы по посеву многолетних трав с разветвленной корневой системой, способствующей ускорению восстановления общего проектированного покрытия (ОПП).

Список литературы

1 Солнцева, Н. П. Эволюционные тренды почв в зоне техногенеза / Н. П. Солнцева // Почвоведение. – №. 1. – 2020. – С. 9–20.

2 Nosova, M. V., Seredina, V. P., Rybin A. S. Ecological State of Technogeneous Saline Soil of Oil – Contaminated Alluvial Ecosystems and Their Remediation Techniques // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 921. – P. 1–7.

3 Nosova, M. V., Seredina V. P., Rybin A. S. Main Trends in Morphological Properties of Alluvial Soils under Conditions of Local Pollution with Oil Emulsions (Western Siberia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 723. – P. 1 – 7.

4 Capra, G. F., Ganga A., Grilli E., Vacca S., Buondonno A. A review on anthropogenic soils from a worldwide perspective // J. Soils Sediments. – 2015. – No. 15.– P. 1602–1618.

5 Oil in the environment: legacies and lessons of the Exxon Valdez oil spill / Ed. J. A. Wiens. United Kingdom, Cambridge: Press Cambridge University, 2013.– 482 p.

6 World Reference Base for Soil Resources. 2014. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps World Soil Resources Reports, 2014. – Vol. 106. FAO, Rome. – 181 p.

7 Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв : учебник / Ф. Р. Зайдельман. – 4-е изд. испр. и доп. – М. : КДУ, 2017. – 290 с.

M. V. Nosova^{1,2}, V. P. Seredina²

ECOLOGICAL STATE OF TECHNOGENEOUSLY POLLUTED SOILS UNDER THE CONDITIONS OF HUMID SOIL FORMATION IN WESTERN SIBERIA

¹JSC TomskNIPIneft,
Tomsk, Russia,
nsmvsh@mail.ru

²National Research Tomsk State University,
Tomsk, Russia

Abstract. The article identifies and describes the trends in the spread of technogenic halogenesis processes on alluvial and podzolic soils. The basic parameters of soils of technogenically saline soils are established: chemistry, type of salinization, stock of toxic salts, toxic salts.

Ready-made technical solutions for saline soils have been optimized, author's methods of reclamation have been proposed.

Key words: technogenic halogenesis, halophytes, ecological properties, remediation.

Г.Л. ОСИПЕНКО, А. Д. КАРПОВА

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА – ВАЖНАЯ ЧАСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

*Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
osipenko.galina@mail.ru*

Экологическое образование и воспитание являются неотъемлемой частью сохранения биоразнообразия экосистем. Экологическая тропа на любом этапе формирования у школьников экологического мировоззрения является важной составляющей учебного процесса.

Ключевые слова: экологические тропы, маршрут, биоразнообразии, экологическое воспитание.

Экологическая тропа – это целенаправленно оборудованный маршрут, который проходит через различные экосистемы и биоценозы, а также и другие объекты природных комплексов, памятники архитектуры и истории, имеющие важную эстетическую, природоохранную и историческую ценность. Тропы могут иметь различную направленность и сочетать в себе различные цели и методы: историческую, ботаническую, географическую, зоологическую, геологическую, краеведческую, однако экологическая составляющая любой экологической тропы является основополагающей. В Беларуси в настоящее время насчитывается 70 природных троп, которые можно разделить на 3 группы, исходя из их направленности: прогулочно-познавательные, познавательно-туристические, учебно-экологические. В качестве примеров можно привести некоторые виды оборудованных троп: на севере Беларуси – «Озеравки-Ельня», включающее 118 болотных озер; на территории Налибокской пуци – «Сябрыньский перекресток», проходя по маршруту которой можно увидеть зубров в естественной для них природной среде; в Брестской области. в ландшафтном заказнике «Выгонощанское» – «Надливская гряда». обитает 9 видов редких представителей совообразных; на границе с Украиной. простирается деревянная экотропа в ландшафтном заказнике «Ольманские болота», где находятся низинные болота в своем первозданном виде; на территории парка «Нарочанский» – «Голубые озера», на маршруте которой можно увидеть озера, образованные в результате таяния ледника; близ города Минска – экотропа «Святые криницы» с огромным количеством родников; в ландшафтном заказнике «Средняя Припять» – полесская экотропа «По лозовой долине» и многие другие. Каждая экотропа оборудована смотровой площадкой и сочетает в себе уголки как естественной природы, так и антропогенные ландшафты.

Создание маршрута экологической тропы в учреждении образования является методом проектов и изначально необходимо начинать с выбора территории: тропа должна быть доступной для детей и находиться недалеко от школы [1].

Маршрут экологической тропы выбирается таким образом, чтобы в нем были представлены не только участки природы, но и ландшафт антропогенного характера, а для детишек дошкольного возраста это место. должно являться начальным звеном ознакомления с различными природными объектами и ознакомления с различными метеорологическими факторами и явлениями.

После выбора места начинается разработка маршрута. Уточняют трассу тропы, намечают места остановок на ней, составляют ее комплексное описание. Большое внимание при оборудовании тропы уделяют различным наглядным материалам, которые подразделяются на три вида: познавательные, инструктивные и эмоциональные. Познавательные дают информацию об окружающих объектах, текст на них должен быть подан в виде обращений.

Инструктивные – о правилах поведения на тропе (простые знаки-символы (по принципу дорожных знаков) – запрещающие или разрешающие. Эмоциональные должны иметь различную цветовую гамму для привлечения внимания детей.

В качестве примера экологической тропы для учреждений образования на территории школы. для учащихся. начальных классов можем предложить маршрут со станциями, который. может быть создан совместными усилиями учителей и родителей с использованием подручного материала:

Станция 1 – «Дом муравья». Муравейник может быть сделан искусственным способом, соблюдая его форму в естественных условиях. Для дополнения муравьи могут быть изготовлены из фанеры, для того, чтобы школьники младшего возраста запомнили вид муравья, и могли его определить в естественных природных условиях. На этой станции учитель рассказывает о роли муравьев в природе, о трудолюбии этих насекомых, о муравьях как предсказателях природных явлений.

Станция 2 – «Аллея деревьев». На территории школьных учреждений есть деревья различных пород, которыми являются клен, каштан, береза и др. Исходя из представленных пород деревьев. в маршрут необходимо включить остановку у разных деревьев. На данной станции следует ознакомить ребят с названием данного дерева, обратить внимание на листья, их форму и жилкование, рассказать о назначении жилок в листе, почему листья имеют зеленый цвет, рассказать о роли флоры в жизни человека и планеты в целом.

Станция 3 – «В гостях у птицы». На данной станции можно ознакомить детей с самыми распространенными птицами родного края, которые можно показать в книгах, взятых с собой на экскурсию, и подкрепить теоретические знания практическими, показав детям окружающих птиц, которых можно встретить на маршруте (воробей, ворона, ласточка).

Станция 4 – «Метеостанция и метеоприборы». Здесь можно закрепить прибор для определения направления ветра (вертушка из пластиковой бутылки), мерный стаканчик для определения количества осадков,. показать детям термометр для изучения понятий «тепло», «холодно», отрицательная и положительная температура.

Станция 5 – «Лесные тайны». Можно использовать раздаточный материал картинок с грибами и ягодами). Эта остановка может быть использована для познавательной игры с детьми на тему понятных им вопросов. (На пне какого дерева растут опята? Как правильно собирать грибы в лесу? Как. выглядит ядовитый гриб? Какие вы знаете лесные ягоды? Какую птицу называют «санитаром леса»? Как в лесу определить где север, а где юг?)

Станция 6 – «Домашние животные». Очень интересно эта станция может выглядеть с «участием» героев из мультфильма «Трое из Простоквашино». Здесь могут быть изготовлены фигурки коровы, кота, собаки, а так же. утки, куры, или другие домашние животные.

Обучение и воспитание в области естественных наук, к которым относятся и экология, невозможно без практической деятельности на природе, без непосредственного контакта детей и природы. Поэтому внедрение в учебный процесс маршрутов экологической тропы должно проходить при совместном участии педагогов и родителей.

Список литературы

1 Осипенко, Г. Л. О формировании экологического воспитания и образования в средней школе / Г. Л. Осипенко, Н. А. Ковзик // Непрерывное географическое образование: новые технологии в системе высшей и средней школы: материалы IV Международной. научно-практической конференции (Гомель, 25–26 марта, 2013 г.) (материалы) / редкол. : А. И. Павловский (гл. ред.) и др. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – С. 365–368.

G. L. Osipenko, A. D. Karpova

ECOLOGICAL TRAIL - AN IMPORTANT PART OF ECOLOGICAL EDUCATION FOR YOUNGER SCHOOLCHILDREN

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
osipenko.galina@mail.ru*

Abstract. Ecological education and upbringing are an integral part of the biodiversity conservation of ecosystems. An ecological path at any stage of the formation of an ecological worldview among schoolchildren is an important component of the educational process.

Keywords: ecological trails, route, biodiversity, ecological education.

УДК 574. 1

А. А. ПЕРМИНОВА, Н. В. МИТРАКОВА

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ

*Естественнонаучный институт
ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Российская Федерация,
perminovapsu@yandex.ru, mitrakovanatalya@mail.ru*

В статье представлена комплексная оценка текущего уровня биологического разнообразия особо охраняемой природной территории «Бороздухинское (Соликамское) болото», расположенной в границах подрабатываемого участка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, ООПТ, болото, месторождение, подрабатываемая территория.

Одной из стратегических задач, признанных мировым сообществом, является сохранение биологического разнообразия на разных уровнях дифференциации биосферы [1]. Основные задачи биоразнообразия ориентированы на сохранение редких, исчезающих видов и систем (совокупностей) видов в их пространственном распределении. В условиях развитого горнопромышленного производства необходим систематический мониторинг за состоянием окружающей среды. В частности, в результате любой горнодобывающей и горно-перерабатывающей деятельности возрастает степень техногенной нагрузки на все природные компоненты. По этой причине требуется проводить оценку уровня биоразнообразия не только в районах воздействия горнодобывающей деятельности, но и на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), находящихся на подрабатываемых участках.

На территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (Пермский край, Россия) ведётся активная подземная разработка калийно-магниевых солей. В центральной части месторождения расположены два охраняемых природных ландшафта регионального значения – «Большеситовское болото», «Маргинское болото» и один охраняемый природный ландшафт местного значения – «Бороздухинское (Соликамское) болото» [9].

Целью работы является проведение комплексной оценки текущего уровня биоразнообразия на охраняемом природном ландшафте местного значения «Бороздухинское (Соликамское) болото».

ООПТ «Бороздухинское (Соликамское) болото», в отличие от остальных ООПТ центрального района Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей, полностью расположено в границах подрабатываемого участка недр. Площадь ООПТ составляет 305,16 га. Целью создания является сохранение болотного комплекса, имеющего водорегулирующее значение для реки Усолка. В качестве объекта охраны выступает природный комплекс залесённого низинного болота и прилегающие к нему участки хвойного леса. Природные комплексы ООПТ существенно изменены из-за работ по осушению болот и торфодобычи, проведенных во второй половине XX в.

Материалы и методы исследования. Обследование флоры, фауны и ландшафтов проводилось пешим маршрутным методом. Видовой состав растений определялся на местности и в камеральных условиях по собранному гербарному материалу с использованием специальной литературы [2, 5, 10, 11]. Первичная оценка разнообразия беспозвоночных проводилась методом почвенных проб [3, 4]. В каждом биотопе было взято по 10 проб. Отдельно изучался подстилочный и почвенный (0–10 см) слой. Тип почвы определялся согласно классификации и диагностике почв России [6, 7].

Результаты исследования и их обсуждения. ООПТ «Бороздухинское (Соликамское) болото» (рисунок 1) в связи с проведенными мелиоративными мероприятиями и торфодобычей прокопано дренажными канавами, вследствие этого происходят процессы осушения и зарастания густым подростом из березы повислой и березы пушистой. В травяно-кустарничковом ярусе представлена обильная пушица влагалищная, осока двусемянная, осока топяная, реже встречаются болотный мирт, росянка круглолистная (рисунок 2), голубика, отдельные особи щитовника шартрского, по краю болота отмечены иван-чай узколистый, брусника, плаун годичный, малина. Из мхов преобладают сфагнум и кукушкин лен.



Рисунок 1 – ООПТ «Бороздухинское (Соликамское) болото»



Рисунок 2 – Росянка круглолистная



Рисунок 3 – Торфяная олиготрофная почва

В результате почвенного обследования диагностирована торфяная олиготрофная почва (рисунок 3) по классификации и диагностике почв России [6, 7].

Почвенный профиль состоит из трех слоёв:

- сфагновый очес, представленный неразложившимися стебельками сфагновых мхов с примесью корневищ полукустарничков;
- торфяной горизонт (олиготрофно-торфяной: бурый, темно-бурый, в верхней части полуразложившиеся растительные остатки);
- органогенная порода – торфяная залежь.

Торфяная олиготрофная почва характеризуется высоким содержанием органического вещества (более 80 %). Профиль состоит из торфяного горизонта, представляющего собой полуразложившиеся в верхнем слое и разложившиеся остатки растительности в нижнем слое. Почва кислая, рН 3,5 – 5,0, отмечена высокая величина гидролитической кислотности и емкости поглощения в связи с высоким содержанием органического вещества и торфяным составом почвы [6, 7]. Основной почвообразовательный процесс – торфонакопление и гумусонакопление.

В результате фаунистического обследования особое внимание уделялось поиску редких и исчезающих видов и мест их обитания.

Биоразнообразие млекопитающих животных составляет 22 вида (обыкновенный (европейский) крот, заяц-беляк, обыкновенная белка, лесная куница, лось и др.), что говорит о низкой антропогенной нагрузке на природные биоценозы и о соответствии обнаруженных видов типичному таежному зоографическому комплексу.

Биоразнообразие фауны наземных позвоночных также представлено типичным таежным зоогеографическим комплексом видов южнотаёжных пихтово-еловых лесов. Класс амфибий или земноводных представлен отрядом хвостатых (обыкновенный тритон) и бесхвостых (остромордая лягушка и травяная лягушка).

Представители класса рептилий или пресмыкающихся на всей территории Пермского края относятся к одному отряду – чешуйчатые и двум подотрядам – ящерицы и змеи. На территории ООПТ отмечено 4 вида рептилий из 6 обитающих в Пермском крае [8] – живородящая ящерица, веретеница ломкая, обыкновенный уж и обыкновенная гадюка.

На пешем маршруте было выявлено 76 видов птиц. Наиболее представлен отряд Воробьинообразные (41 вид). Относительно небольшое видовое богатство объясняется однотипностью биотопов. Зафиксировано пребывание одного редкого вида – полевого луня (Приложение к Красной книге Пермского края), отмеченного на весеннем пролете.



Рисунок 4 – Соотношение видов птиц на ООПТ «Бороздухинское (Соликамское) болото» по статусу пребывания на территории

По статусу пребывания все виды можно разделить на перелетные гнездящиеся, пролетные (встречаются на территории только на пролете), оседлые, кочующие, залетные (гнездятся на прилежащих территориях, а данный участок используют для добывания корма, отдыха или их пребывание здесь носит случайный характер) (рисунок 4).

Преобладают виды, встречающиеся только во время весенних или летне-осенних миграций. Разнообразие экологических групп птиц представлено 5 категориями: лесные и лесо-опушечные, луго-болотные, водные и околородные, скальные, облигатные синантропы. Наиболее представлены лесные и луго-болотные виды.

Средняя плотность беспозвоночных крайне низкая – 56 экз/м². Большинство экземпляров беспозвоночных обнаружено в подстилочном слое (49,6 экз/м²), в то время как в почвенном слое плотность населения в 7,7 раз ниже и составляет, в среднем, 6,4 экз/м². Средняя биомасса беспозвоночных составила 171,8 мкг/м², среди которых преобладали жуки, дождевые черви и многоножки. Низкие показатели плотности населения беспозвоночных и биомассы, а также обедненный таксономический состав могут свидетельствовать о неблагоприятных условиях обитания.

Таким образом, несмотря на активную разработку калийно-магниевых солей, текущий уровень биоразнообразия ООПТ «Бороздухинское (Соликамское) болото», полностью находящейся на подрабатываемой территории, характеризуются удовлетворительным состоянием видового богатства флоры и фауны.

На ООПТ отсутствует антропогенная деятельность. Представлены типичные для болот виды растений и почв. Биоразнообразие фауны наземных позвоночных представлено типичным таежным зоогеографическим комплексом видов южнотаёжных пихтово-еловых лесов. Отмечено наличие краснокнижного вида – Полевой лунь. Однако ООПТ характеризуются наименьшей плотностью и биомассой беспозвоночных животных, что может быть связано с неблагоприятными условиями обитания – наличие мощной подстилки, повышенная влажность и др.

Исследование выполнено сотрудниками Естественнонаучного института и сотрудниками биологического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ проект №. 2019-0858.

Список литературы

- 1 Алтаев, А. А. Биоразнообразие: учебное пособие для самостоятельной работы / А. А. Алтаев, Э. Г. Имескенова // ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА имени В. Р. Филиппова». – Улан-Удэ : Изд-во БГСХА имени В. Р. Филиппова, 2017. – 50 с.
- 2 Атлас Пермского края / под общей редакцией А. М. Тартаковского; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – 124 с.
- 3 Гиляров, А. М. Методы почвенно-зоологических исследований / А. М. Гиляров. – М. : Наука, 1975. – 280 с.
- 4 Динамика изменения структуры и разнообразия герпетобионтных беспозвоночных на травяной стадии развития гарей пихто-ельников Висимского заповедника / С. Л. Есюнин [и др.] // Исследования эталонных природных комплексов Урала : матер. науч. конф., посвященной 30-летию Висимского заповедника. – Екатеринбург: Изд-во Екатеринбург : 2001. – С. 284–294.
- 5 Иллюстрированный определитель растений Пермского края / С. А. Овеснов [и др.] ; под ред. С. А. Овеснова. – Пермь : Кн. мир, 2007. – 743 с.
- 6 Классификация и диагностика почв России / под ред. Л. Л. Шишова [и др.]. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.
- 7 Мандрица, С. А. Биоразнообразие позвоночных Пермского края / С. А. Мандрица, Е. А. Зиновьев, А. И. Шепель // Определитель позвоночных : учеб. пособие для летней практики / Перм. ун-т. – Пермь, 2008. – 164 с.
- 8 ООПТ России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oopt.aari.ru/>. – Дата доступа: 11. 04. 2022.
- 9 Флора европейской части СССР. – Л. : Наука, 1974 – 1989. Т. 1–8.
- 10 Цвелев, Н. Н. Злаки СССР = Poaceae URSS: монография / Н. Н. Цвелев; отв. ред. А. А. Федоров. – Ленинград : Наука. Ленинградское отделение, 1976. – 788 с.

A. A. Perminova, N. V. Mitrakova

THE BIODIVERSITY IN THE PROTECTED AREA OF THE VERKHNEKAMSKOE POTASSIUM-MAGNESIUM SALT DEPOSIT

*Institute of Natural Science,
Perm State National Research University,
Perm, Russia,
perminovapsu@yandex.ru, mitrakovanatalya@mail.ru*

Abstract. The article provides a comprehensive assessment of the current biological diversity in the protected area «Borozdukhinskoe (Solikamskoe) swamp» located within the undermining area of the Verkhnekamskoe potassium-magnesium salt deposit.

Key words: biological diversity, protected area, swamp, deposit, undermining area.

УДК 504. 055

Н. Ш. СОПРОМАДЗЕ, Л. А. БАБКИНА

АНАЛИЗ ШУМОВОЙ НАГРУЗКИ В ГОРОДСКОМ ЖИЛОМ МИКРОРАЙОНЕ

*ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России,
г. Курск, Российская Федерация,
L-Babkina@yandex.ru*

Основным источником шумовой нагрузки в жилом микрорайоне города является автотранспорт. Максимальный уровень звука, создаваемый транспортным потоком в жилом квартале, превышает допустимые значения до 8,7 дБ, что, возможно, способствует возникновению шумового дискомфорта в прилегающих жилых домах. Внутри жилого квартала в квартирах уровень шума в пределах нормы.

Ключевые слова: максимальный уровень звука, автотранспорт, шумовое воздействие, урбоэкосистема.

Современная урбоэкосистема как среда обитания человека представляет собой сочетание экологических факторов, которые возникли или преобразованы в результате деятельности человека. Одной из особенностей городской среды является шумовое воздействие различной интенсивности. Слышимый шум представляет собой неупорядоченное сочетание звуков различной интенсивности и частоты, вызывающий состояние дискомфорта у человека. В условиях города население подвергается воздействию шума от различных источников. В жилых и общественных зданиях регистрируется бытовой шум, создаваемый различными приборами, лифтами, вентиляционными устройствами и т. п. Приоритетным источником шума урбанизированных территорий является автомобильный транспорт. Транспортный поток как источник шума представляет собой большое число точечных линейных источников с непрерывным излучением звука. Неоднородность потока автомобилей и изменение режима их движения могут приводить к значительным колебаниям уровня шума [6].

Шум оказывает прямое и кумулятивное негативное воздействие, которое ухудшает здоровье населения и снижает качество среды обитания. Наибольшей чувствительностью к шуму обладает сердечно-сосудистая система. Средний уровень риска при проживании на территориях с максимальными средневзвешенными значениями звукового давления формируется через 10 лет [5]. Постоянное воздействие транспортного шума приводит к развитию неврозности, нарушению сна, вегетососудистой дистонии, потере слуха [2, 3]. Стресс, вызванный шумом, увеличивает церебральный окислительный стресс, снижает регуляцию и расщепляет

нейронную синтазу оксида азота, обеспечивая нарушение когнитивных функций [7]. Повышенный уровень шума сопряжен с социально-гигиеническим ущербом, который обусловлен развитием утомления, снижением работоспособности, повышением общей заболеваемости населения. Потенциальные последствия шумового загрязнения для здоровья многочисленны, имеют медицинское и социальное значение, что и определяет актуальность гигиенической оценки шумового воздействия на население в жилом микрорайоне города.

В условиях города транспортные автомагистрали проходят в непосредственной близости от жилой застройки. Жители домов первого эшелона застройки попадают в зону акустического дискомфорта и испытывают наибольшее негативное воздействие. Распространение акустических колебаний по территории жилой застройки представляет сложный процесс, обусловленный рассеянием, поглощением интерференцией и т. п. [6] Жители внутриквартальных домов подвергаются меньшей шумовой нагрузке от автотранспорта, что связано с затуханием звуковых волн и их экранированием жилыми домами первого эшелона застройки.

Объектом исследования послужил жилой микрорайон в Сеймском округе г. Курска в районе ул. Заводской. Жилой девятиэтажный дом (точка 1) по ул. Заводской имеет строчное расположение под углом к автомагистрали на расстоянии 25 м. Пятиэтажный жилой дом (точка 2) находится внутри жилого квартала на расстоянии 105 м от автодороги и экранирован девятиэтажными жилыми домами (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема расположения точек контроля максимального уровня звука в жилых домах

Для оценки степени воздействия источника шума была визуально изучена средняя часовая интенсивность движения автомобильного транспорта по прилегающей автомагистрали по числу транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в обоих направлениях в единицу времени. Исследование проводили в рабочие дни в периоды наибольшей активности транспортного потока: в утренние часы (7. 00-9. 00), дневные часы (9. 00-17. 00), вечерние часы (17. 00-23. 00). Для оценки шумового воздействия автотранспорта измеряли максимальный уровень звука (в дБ) в указанные промежутки времени на расстоянии 7,5 м от ближней полосы движения транспортных средств и на высоте $(1,5 \pm 0,1)$ м от уровня покрытия проезжей части до стабилизации показаний прибора в пределах выбранной точности измерений ($\pm 0,5$ дБА). Измерения шума проводили при отсутствии атмосферных осадков и при скорости ветра более 5 м/с в феврале в трехкратной повторности. В жилых помещениях микрофон шумомера располагали на расстоянии 1,5 м от уровня пола и 1,5 м от окна при режиме «продувание» [1]. Продолжительность фиксации результатов 15 минут. Предельно допустимый максимальный уровень звука на территории жилой застройки составляет 70 дБА в дневное время, в жилой квартире – 50 дБ [3]. Математическая обработка результатов осуществлялась с помощью программы MS Excel.

Автотранспортный поток на ул. Заводской представлен легковыми автомобилями, легкими грузовыми автомобилями и микроавтобусами. На участке ул. Заводской в районе исследования интенсивность движения автотранспорта средняя и составляет 240-400 автомобилей/час. В районе автомагистрали на ул. Заводской максимальный уровень звука в течение дня существенно не различается и варьирует в пределах 75,13-78,70 дБ. Превышение допустимых значений составляет до 8,7 дБ (рисунок 2).

При гигиенической оценке шума в жилых помещениях установлено, что в квартире дома, прилегающего к автомагистрали, максимальный уровень звука был зарегистрирован в утренние и вечерние часы (56,13 дБ и 57,83 дБ соответственно). Данные показатели превышают допустимые уровни шума. В дневное время максимальный уровень звука находится в пределах нормативного значения (50,30 дБ) (рисунок 3).

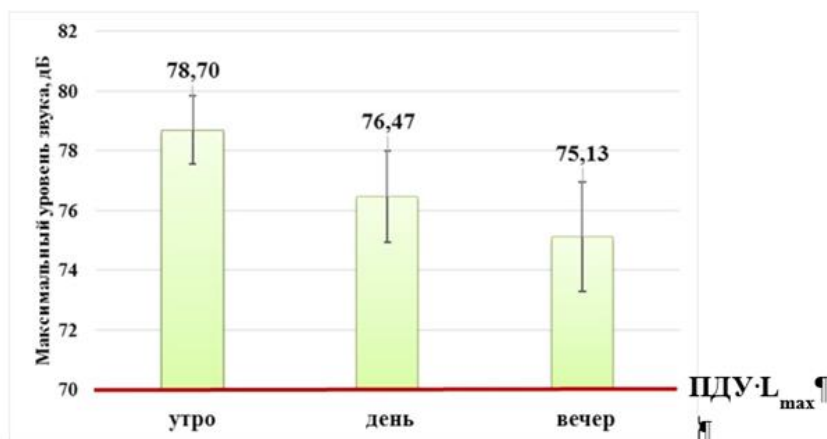


Рисунок 2 – Суточная динамика максимального уровня звука, создаваемого транспортным потоком на ул. Заводская

Максимальный уровень звука в квартире дома внутри жилого квартала не превышает допустимых значений и варьирует в пределах 42,77-47,93 дБ.



Рисунок 3 – Суточная динамика максимального уровня звука в жилых домах

При сопоставлении максимального уровня звука в квартире в течение дня установлено, что наибольшее значение наблюдается в вечернее время независимо от положения дома по отношению к автомагистрали.

Таким образом, шумовое воздействие транспортного потока на ул. Заводской превышает предельно допустимый уровень звука для жилых застроек в дневное время до 8,7 дБ, что, возможно, обуславливает создание шумовой нагрузки в жилом доме, прилегающем к автомагистрали. Во внутриквартальных жилых домах уровень шума в пределах нормы, что объясняется удалением от источника шума и экранированием домами первого эшелона застройки. Наибольшее значение максимального уровня звука в жилых домах регистрируется в период 17. 00–23. 00. Для минимизации риска здоровью населения необходимо проведение шумозащитных мероприятий, включающих использование специальных шумопоглощающих асфальтовых покрытий, конструкций оконных блоков с устройством вентиляционных клапанов-глушителей и др.

Список литературы

- 1 ГОСТ 20444-2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. – М. : Стандартинформ, 2015.
- 2 Кирсанов, В. В. Воздействие акустических колебаний (слышимого шума, инфразвука, ультразвука) на окружающую природную среду / В. В. Кирсанов, И. Г. Григорьева // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 17. – С. 126–129.
- 3 МР 2. 1. 10. 0059-12 Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293791/4293791270.pdf>. – Дата доступа: 22. 04. 2022.
- 4 Панькова, Е. И. Оценка влияния шумового воздействия автотранспорта на комфортность среды университетского кампуса / Е. И. Панькова, Г. М. Батракова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – №. 3. – С. 180–191.
- 5 Степкин, Ю. И. Гигиеническая оценка шумового фактора городского округа города Воронеж и мероприятия по снижению его воздействия / Ю. И. Степкин, А. В. Платунина // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2018. – Т. 21. – №. 4. – С. 62–69.
- 6 Щербина, Е. В. Оценка влияния автотранспортных потоков на шумовой режим городской среды: учебное пособие / Е. В. Щербина, А. И. Ренц, А. С. Маршалкович. – М. : МГСУ, 2013. – 72 с.
- 7 Huang J, Guo B, Guo XB. Research progress in health impact of traffic noise // Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. – 2015 Jun 18. – 47(3). – P. 555–558.

N. Sh. Sopromadze, L. A. Babkina

ANALYSIS OF NOISE LOAD IN AN URBAN RESIDENTIAL MICRODISTRICT.

*Kursk State Medical University,
Kursk, Russia,
L-Babkina@yandex.ru*

Abstract. The main source of noise load in a residential neighborhood of the city is motor transport. The maximum noise level generated by traffic flow in a residential area exceeds the permissible values up to 8. 7 dB, which can contribute to the occurrence of noise discomfort in neighboring residential buildings. Inside the residential quarter, the noise level in the apartments is within the normal range.

Keywords: maximum noise level, motor transport, noise impact, urban ecosystem.

М. И. СТРУК¹, Т. Г. ФЛЕРКО²

УЧЕТ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ ИХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

¹ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,
struk-17@mail.ru

²Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tflerco@mail.ru

В статье представлены результаты оценки радиоактивного загрязнения сельских поселений Гомельской области применительно к поселениям различной величины, ландшафтной приуроченности и районной принадлежности. Рассмотрены значимые для миграции радионуклидов из почвы в растения свойства почв приусадебных земель, связанные с их гранулометрическим составом и содержанием гумуса. Показано пространственное распределение степени напряженности проблемы по доле поселений, подверженных радиоактивному загрязнению, а также дополнительной опасности, обусловленной распространением песчаных почв и снижением образования органических удобрений, создающим предпосылки дегумификации почв и повышения миграционной активности радионуклидов.

Ключевые слова: сельские поселения, радиоактивное загрязнение, приусадебные земли, песчаные почвы, органические удобрения, дегумификация почв.

При планировании деятельности по экологической оптимизации сельского расселения нужно принимать во внимание весь набор основных проблем, присущих сельским поселениям. К числу таковых по отношению к Гомельской области относится проблема их радиоактивного загрязнения.

Решение указанной проблемы в Беларуси проводится в рамках реализации специальных государственных программ. В текущей программе данной направленности предусмотрено не только обеспечение радиационной безопасности населения, но и устойчивое социально-экономическое развитие загрязненных территорий.

Составной частью подобного рода программ выступает обеспечение производства безопасной сельскохозяйственной продукции. Зависит оно как от степени радиоактивного загрязнения почв, так и их физических и агрохимических свойств. К числу таких свойств, определяющих интенсивность миграции радионуклидов из почвы в растения, относится, прежде всего, гранулометрический состав почв, их кислотность и содержание гумуса.

Согласно ранее проведенным исследованиям отмеченная интенсивность повышается на почвах торфяных, песчаных, а также обладающих высокой кислотностью [1]. Кроме того, переход радионуклидов из почвы в растения ускоряется при снижении содержания в ней гумуса [2]. Поэтому при оценке радиационной опасности территории следует учитывать и приведенные характеристики почв.

Упомянутыми государственными программами предусматриваются меры по достижению должного агрохимического состояния почв загрязненных территорий. Однако они касаются, преимущественно, земель сельскохозяйственных организаций. В то же время сельскохозяйственная продукция, особенно продовольственного назначения, выращивается и на приусадебных землях населения. Отсюда важность исследования по оценке этих земель.

Выполненное исследование включило в себя решение двух задач. Первая из них касается инвентаризации сельских поселений, подверженных радиоактивному загрязнению и их группировки по его уровню применительно к поселениям различной величины, ландшафтной

приуроченности и районной принадлежности; вторая – определения степени распространения на загрязненных приусадебных землях почв песчаного гранулометрического состава, а также предпосылок дегумификации почв в связи с динамикой производства органических удобрений в хозяйствах населения.

Группировка сельских поселений по уровню радиоактивного загрязнения. В зону радиоактивного загрязнения на сегодняшний день входят 1116 сельских поселений Гомельской области, что составляет 49,3 % от их общего количества [3]. В распределении загрязненных поселений по величине прослеживается преобладание таковых, относимых к категории малых (73,1 % общего числа), пятая часть относится к средним и только 6,3 % к большим и крупным. В этих поселениях суммарно проживает 44 % сельского населения области.

Аналогичное распределение поселений имеет место и по отношению к относительному показателю, касающемуся доли загрязненных поселений в их соответствующей категории. Эта доля снижается в такой последовательности: малые (50 %) – средние (48 %) – большие (45 %) – крупные (37 %).

В ландшафтном размещении сельских поселений с радиоактивным загрязнением ведущая роль принадлежит средневысотным ландшафтам, на долю которых приходится 2/3 от общего количества таких поселений. Третью часть составляют низинные ландшафты, возвышенные – менее 2%.

Внутри отдельных родов ландшафтов имеют место заметные различия в удельном весе загрязненных поселений. В порядке его убывания образуется следующий ряд ландшафтов: аллювиальные террасированные (37%) – пойменные (39%) – вторичные водно-ледниковые (41%) – холмистые морено-эрозионные (41%) — озерно-аллювиальные (50%) – озерно-болотные (53%) – вторично-моренные (53%) – морено-зандровые (68%) – речных долин (78%).

Сельские поселения, подверженные радиоактивному загрязнению, распространены в 19 из 21 административного района Гомельской области. При этом в 11 из них загрязнено свыше половины поселений. В двух районах – Петриковском и Октябрьском загрязненных радионуклидами поселений не имеется.

Для оценки напряженности проблемы радиоактивного загрязнения сельских поселений по районам принималась во внимание не только доля таковых, где данное загрязнение фиксируется, но и его степень. Численные значения баллов определялись по указанной доле и вводился повышающий коэффициент по мере увеличения данной степени. Для поселений, находящихся в зоне с интенсивностью 1–5 Ки/км² он составил 1,0; 5–15 Ки/км² – 1,1; 15–40 Ки/км² – 1,2.

В большей части районов основной вклад в итоговый балл вносят поселения, находящиеся в зоне с низшим уровнем загрязнения. В то же время у трех из них (Наровлянский, Хойникский и Ветковский) большой вес имеют поселения, расположенные в зоне 5–15 Ки/км².

Полученные баллы послужили основой для расчета соответствующих индексов, которые более удобны для сравнения. Они вычислялись как отношение балла определенного района к его средней для области величине. Степень радиоактивного загрязнения поселений по районам оценена по следующей шкале индексов: низкая – 0,1 – 0,5; относительно низкая – 0,6 – 1,0; средняя – 1,1 – 1,5; высокая – 1,6 и более.

Указанная степень увеличивается с севера области на юг и восток (рисунок 1). Низкое загрязнение фиксируется в сельских поселениях четырех районов – Жлобинского, Светлогорского, Калинковичского и Житковичского. Пять районов с относительно низким загрязнением расположены на юго-востоке (Добрушский, Гомельский, Лоевский), севере (Рогачевский) и в центральной части региона (Мозырский). Средняя степень загрязнения отмечается в поселениях трех районов – Лельчицкого, Речицкого и Буда-Кошелевского, высокая – семи районов – Кормянского, Чечерского, Ветковского на востоке и Ельского, Наровлянского, Хойникского, Брагинского на юге области.

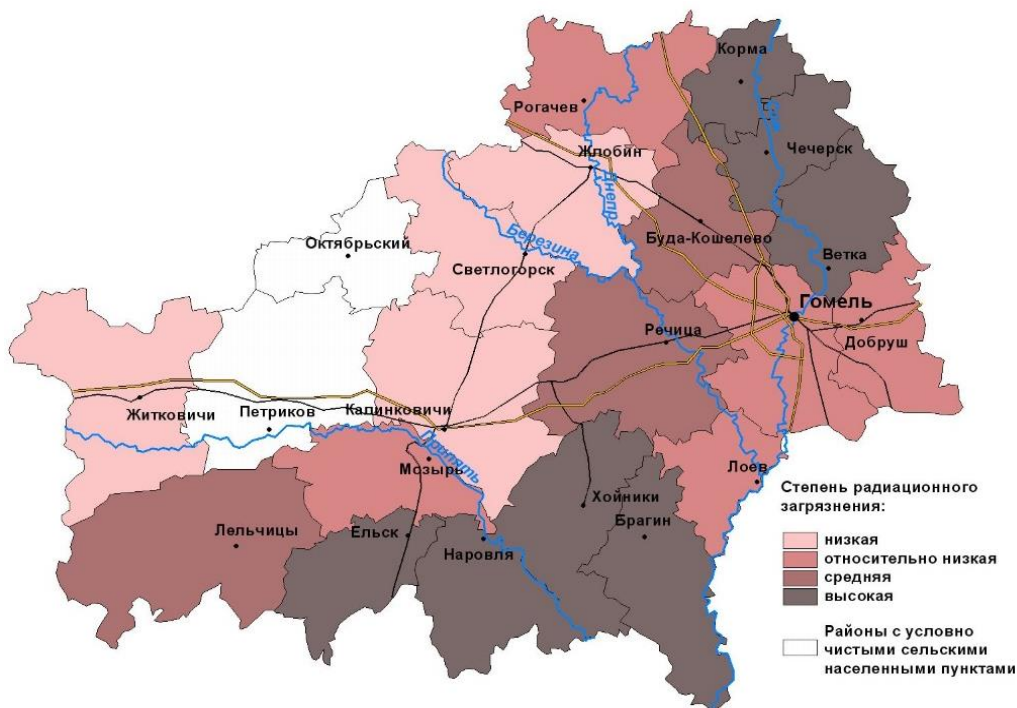


Рисунок 1 – Оценка радиационного загрязнения сельских населенных пунктов Гомельской области

Свойства почв приусадебных земель. Плотность радиоактивного загрязнения сельских поселений является основным показателем, определяющим напряженность данной проблемы. Исходя из него, проводится их группировка, осуществляется выбор мер по обеспечению радиационной безопасности. Свойства почв, на которых выращивается сельскохозяйственная продукция, можно рассматривать как дополнительный фактор, способный ослабить, или усилить опасность ее радиоактивного загрязнения.

К числу основных характеристик указанных свойств, как отмечено выше, относится гранулометрический состав почв и содержание в них гумуса. Поскольку миграционная активность радионуклидов увеличивается на песчаных почвах, то поселения с такими почвами будут характеризоваться более высоким уровнем радиационной опасности. Кроме того, песчаные почвы среди почв различного гранулометрического состава обладают меньшей способностью удерживать гумус и, следовательно, больше подвержены дегумификации, что в случае развития данного процесса повышает уязвимость выращиваемых на них культур к накоплению радионуклидов.

Распространение песчаных почв зависит от ландшафтных условий территории. На приусадебных землях в пределах Гомельской области эти почвы являются преобладающими. Они встречаются у 63 % сельских поселений. Особенно высока их доля у поселений, приуроченных к возвышенным и низинным ландшафтам, где она достигает 75 %.

Поселения, загрязненные радионуклидами, расположены большей частью на территориях, занятых средневысотными ландшафтами. Поэтому доля песчаных почв у таких поселений ниже средней по области величины, касающейся всех поселений, хотя тоже довольно велика, составляя 54 %.

В соответствии с ландшафтным строением территории Гомельской области наблюдается последовательное уменьшение распространения песчаных почв на приусадебных землях в широтном направлении. В ее западной части формируется практически целостный ареал с самой высокой долей поселений с песчаными почвами – 90 % и более. На восточную часть приходится также компактный ареал с минимальными (до 30 %) и низкими (31–50 %) аналогичными показателями.

В функционировании сельских поселений за постчернобыльский период получили развитие процессы, создающие предпосылки дегумификации почв приусадебных земель. Они связаны с прекращением сельскохозяйственного использования значительной их части, а также снижением образования и внесения органических удобрений.

На протяжении указанного времени в сельских населенных пунктах происходит последовательный рост числа домохозяйств, в которых не ведется личное (подсобное) хозяйство и не используются имеющиеся земельные участки. В результате они становятся безнадзорными, происходит их запустевание, что ведет к ухудшению агрохимических свойств почв, в том числе их гумусового состояния [5].

Для поддержания бездефицитного баланса гумуса на сельскохозяйственных землях применяются соответствующие севообороты и вносятся органические удобрения. Минимальная потребность сельскохозяйственных земель Гомельской области в органических удобрениях для обеспечения бездефицитного баланса гумуса составляет 15,3 т/га, что выше в 1,3 раза аналогичного показателя для страны в целом, который равен 12 т/га. Подобное различие может быть обусловлено более высоким распространением в рассматриваемой области песчаных почв. Среди других областей данный регион выделяется самым большим дефицитом гумуса [6].

Преобладающим источником производства органических удобрений служат такие сельскохозяйственные животные как крупный рогатый скот (КРС) и свиньи. При этом их удельное образование от одной головы КРС превышает в 6,5 раз таковое от свиньи [7].

В целом по области в период с 1986 по 2020 гг. поголовье КРС в хозяйствах населения сократилось в 16 раз и свиней – в 5 раз. Это привело к снижению производства органических удобрений в 11,9 раза. Максимальной величины подобное снижение достигло в районах с высоким уровнем радиоактивного загрязнения, где было ликвидировано самое большое количество сельских поселений: Наровлянском – в 38 раз и Ветковском – в 21 раз.

Органические удобрения, произведенные скотом в личных подсобных хозяйствах, вносятся на пахотные земли приусадебных участков. Площадь этой категории земель со временем уменьшается вместе с сокращением численности сельского населения, а также сельских поселений. За 30 последних лет она снизилась в 2,2 раза.

Объем органических удобрений в расчете на одно домохозяйство в 2020 г. составил 1,1 т или 4,4 т/га. По сравнению с 1986 г. он уменьшился в 5,4 раза, в абсолютном выражении – на 19,5 т/га. Если в 1986 г. только в одном районе области (Гомельском) производство органических удобрений было ниже минимальной потребности (15,3 т/га), то в уже в 2000 г. и затем в 2020 г. их дефицит ощущался повсеместно, во всех районах.

Ситуация с балансом гумуса на приусадебных землях по сравнению с землями сельскохозяйственных организаций усложняется вследствие специализации первых на выращивании культур, требующих внесения больших доз органических удобрений – преимущественно картофеля и овощей. Рекомендуемые средние дозы внесения органических удобрений для картофеля составляют 40–50 т/га. При выращивании овощей навоз, торфо-навозный компост необходимо вносить по 60–80 т/га в начале окультуривания и по 20–40 т/га при достижении хорошего уровня плодородия почвы [5].

Если исходить даже из приведенной минимальной потребности внесения органических удобрений под картофель на уровне 40 т/га и сопоставить ее с их реальным внесением в раз-мере 4,4 т/га, то получится, что вносимый объем этих удобрений ниже требуемого в 9 раз. Подобное несоответствие, очевидно, создает предпосылки снижения содержания гумуса в почве, что способствует усилению миграционной активности радионуклидов.

Для определения опасности дегумификации почв по районам использованы 2 показателя, которые определяют ее количественно. Один из них выражается долей сельских поселений с песчаными почвами в районе, второй – долей имеющихся в этих поселениях домохозяйств без КРС как основного источника органических удобрений. Производство этих показателей дало обобщающий оценочный балл.

Опираясь на полученные баллы, рассчитаны индексы, характеризующие проблему деградации почв. Расчеты выполнены по аналогии с вышеприведенными индексами радиоактивного загрязнения сельских поселений относительно среднего балла по области. Исходя из их величин, принята следующая шкала оценки опасности деградации почв: низкая опасность – 0,4 и менее; относительно низкая – 0,5 – 0,8; средняя – 0,9 – 1,2; высокая – 1,3 и более.

Опасность деградации почв выше в западной части Гомельской области (рисунок 2). В восточном направлении она уменьшается. Подобное распределение согласуется с распространением песчаных почв, которые вносят основной вклад в проявление рассматриваемой проблемы.

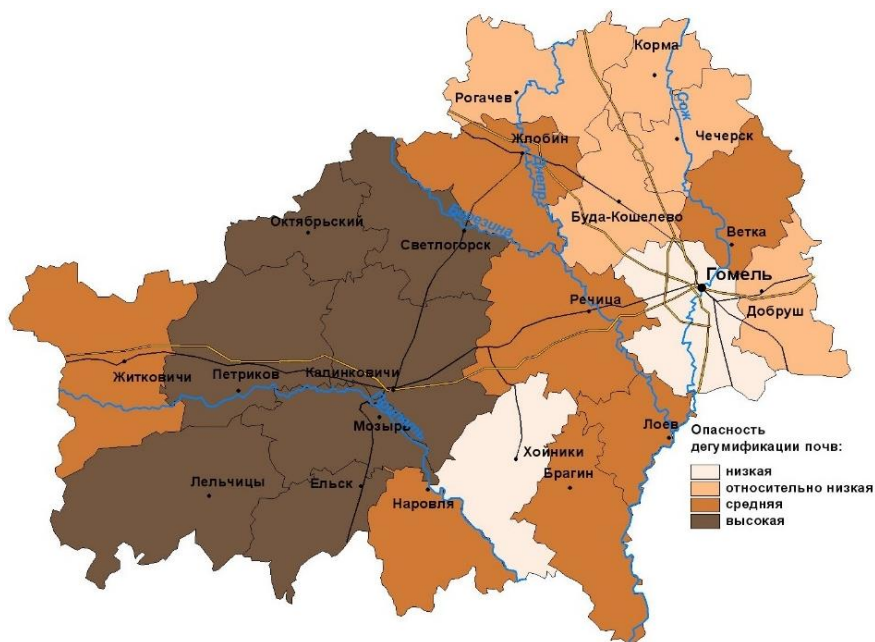


Рисунок 2 – Опасность деградации почв сельских населенных пунктов Гомельской области

Самая низкая степень опасности отмечается в двух районах, расположенных в юго-восточной части области – Гомельском и Хойникском, относительно низкая – в пяти восточных и северных районах – Рогачевском, Кормянском, Чечерском, Буда-Кошелевском и Добрушском. Средняя степень опасности наблюдается в семи районах, находящихся в различных частях области – Жлобинском, Речицком, Ветковском, Лоевском, Брагинском, Наровлянском и Житковичском. Ареал с высокой степенью опасности деградации почв вытянулся сплошной полосой с севера на юго-запад и включил 7 районов: Октябрьский, Светлогорский, Петриковский, Калинковичский, Мозырский, Ельский и Лельчицкий.

Песчаные почвы преобладают в сельских поселениях области, в связи с этим высокая экологическая напряженность по указанной проблеме отмечается в малых, средних и больших поселениях. В крупных поселениях чаще встречаются супесчаные почвы.

Выводы. Радиационному загрязнению подвержена половина сельских поселений Гомельской области; абсолютные и относительные показатели загрязнения находятся в обратной зависимости от величины поселений, они последовательно снижаются по мере ее повышения – от малых к средним, большим и крупным поселениям.

Природно-ландшафтными условиями территории обусловлено преобладание в загрязненных сельских поселениях песчаных почв, которые занимают 54 % приусадебных земель и отличаются повышенной миграционной активностью радионуклидов. Вероятность радиоактивного загрязнения выращиваемых продовольственных культур со временем возрастает

вследствие создания предпосылок дегумификации, почв, в связи с произошедшим за постчернобыльский период пятикратным уменьшением образования органических удобрений из-за сокращения поголовья КРС и свиней в хозяйствах населения.

Районы с самой высокой опасностью дегумификации почв и распространением песчаных почв у сельских поселений располагаются в западной части области, что не совпадает с размещением районов с наивысшим уровнем их радиационной опасности, которые приходится на ее восточную и южную части.

Для оценки реальных уровней радиоактивного загрязнения выращиваемых на приусадебных землях продовольственных культур целесообразно проведение специального их обследования.

Список литературы

1 Вертикальная миграция радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах земель запаса и доступность их растениям / И. М. Богдевич [и др.] // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2013. – №. 3. – С. 58–70.

2 Баюров, Л. И. Курс лекций по сельскохозяйственной радиологии / Л. И. Баюров. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – 112 с.

3 Постановление Совета Министров Республики Беларусь 8 февраля 2021 г. №. 75 «О перечне населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100075_1612990800.pdf. – Дата доступа: 15. 06. 2021.

4 Литвинович, А. В. Изменение показателей почвенного плодородия и лабильной части гумуса дерново-подзолистой песчаной почвы при интенсивном окультуривании и в условиях хозяйственного истощения / А. В. Литвинович, О. В. Павлова, Д. В. Чернов // Агрохимия. – 2003. – №. 4. – С. 14–21.

5 Система применения удобрений: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Агрохимия и почвоведение», «Защита растений и карантин» / В. В. Лапа [и др.]; под. ред. В. В. Лапы. – Гродно : ГГАУ, 2011. – 418 с.

6 Никончик, П. И. Пути пополнения органического вещества и гумуса в пахотных землях Республики Беларусь / П. И. Никончик // Земледелие и растениеводство. – 2008. – №. 7. – С. 37–40.

М. I. Struk¹, Т. G. Flerko²

ANALYSIS OF GEOECOLOGICAL CONDITIONS OF RURAL SETTLEMENTS OF THE GOMEL REGION DURING ASSESSING ITS RADIOACTIVE POLLUTION

¹*Institute of Nature Management of Belorussian NAS,
Minsk, Republic of Belarus,
struk-17@mail.ru*

²*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
tflerco@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of an assessment of radioactive contamination of rural settlements in the Gomel region in relation to size grade, landscape confinement and district affiliation of researched settlements. The properties of soils of household lands, which are significant for the migration of radionuclides from soil to plants, are examined in relation to their granulometric composition and humus content. The spatial distribution of the degree of intensity of the problem is shown by the share of radioactive contaminated settlements, as well as by additional danger due to

the dissemination of sandy soils and decreasing in the organic fertilizers formation, which creates the prerequisites for soil dehumification and an increase in the migration activity of radionuclides.

Keywords: rural settlements, radioactive contamination, household lands, sandy soils, organic fertilizers, soil dehumification.

УДК 502. 171:911. 373:711. 134 (476. 2)

М. И. СТРУК¹, Т. Г. ФЛЕРКО²

ИЗМЕНЕНИЯ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

¹ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,
struk-17@mail.ru

²Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tflerco@mail.ru

Приведены результаты анализа изменений сельского расселения Гомельской области за пост-чернобыльский период, связанных с динамикой численности и размещения сельского населения и сельских поселений. Показаны особенности изменения поголовья сельскохозяйственных животных в домохозяйствах и обеспеченности сельских поселений фермами крупного рогатого скота. Определены связанные с ними проблемы природопользования, имеющие отношение к нерациональному использованию приусадебных земель и деградации луговой растительности.

Ключевые слова: сельское население, сельские поселения, Гомельская область, приусадебные земли, крупный рогатый скот, деградация лугов.

Структура и пространственная организация сельского расселения относятся к ключевым факторам, от которых зависит характер природопользования в регионе. Каждое сельское поселение выступает своего рода центром, вокруг которого располагаются сельскохозяйственные земли. Соответственно, размещение сети этих поселений будет определять распределение данных земель по территории, пространственные особенности ее сельскохозяйственного освоения, а, следовательно, и организации земель, не задействованных для сельскохозяйственных нужд и занятых природными угодьями.

От категории поселений, преимущественно их величины, зависит интенсивность использования природных ресурсов как внутри самих поселений, так и на прилегающих к ним территориях. Кроме того, различные категории поселений отличаются друг от друга условиями природопользования, а также наличием значимых для окружающей среды производственных объектов, например, животноводческих ферм и комплексов, а также перерабатывающих предприятий.

Сельское расселение характеризуется существенным динамизмом, что вызывает соответствующие изменения природопользования. Вопросы трансформации сельского расселения Беларуси находят отражения в проводимых исследованиях [1, 2, 3]. Между тем ее влияние на природопользование изучено недостаточно.

Целью исследования явилась оценка влияния изменений региональной системы сельского расселения на природопользование. Для ее достижения решались задачи по выявлению изменений в численности и размещении сельского населения и сельских поселений, а также поголовье сельскохозяйственных животных в домохозяйствах, размещении животноводческих ферм и оказываемого ими влияния на использование местных природных ресурсов и экосистем.

Размещение сельского населения и поселений. В Гомельской области на начало 2020 г. проживало 1386,6 тыс. человек, из них почти четверть (23,3 %) приходилась на сельских жителей и более 3/4 (76,7 %) – городских [4]. Данная численность составляет примерно 15 % от всего населения страны и столько же – городского и сельского.

На динамику численности сельского населения Гомельской области и его размещение наиболее значимое влияние оказало радиоактивное загрязнение территории в результате произошедшей в 1986 г. аварии на Чернобыльской АЭС. Только в первое десятилетие после аварии численность сельского населения области сократилась на 20,5 % при аналогичном показателе по Беларуси в целом на 13,1 %.

В дальнейшем темпы депопуляции сельского населения в области и стране выровнялись и достигли значений 6–8 % за пятилетие по отношению к базовому 1986 г., что свидетельствует об адаптации региональной системы расселения к сложившейся экологической обстановке. За последние 5 лет произошло резкое снижение темпов убыли сельского населения – на 1,8 % в области и 1,2 % в стране. Подобные изменения, вероятно, могут служить признаком перехода национальной и региональной систем сельского расселения к состоянию равновесия и стабилизации численности населения.

Основным показателем, характеризующим пространственную структуру сельского населения, является его плотность. Средняя плотность сельского населения в Гомельской области составляет 8 чел. /км² при ее значении по стране около 10 чел. /км². Меньшую плотность населения сельской местности имеют только Витебская (6 чел. /км²) и Могилевская (7 чел. /км²) области.

Отмеченное пространственное распределение рассматриваемого показателя согласуется в целом с показателем плодородия почв сельскохозяйственных земель. У трех областей, расположенных в восточной части страны (Гомельской, Могилевской и Витебской) балл бонитета ниже средней для Беларуси величины, у трех остальных, приходящихся на центральную и западную части – выше [5]. Подобное соотношение данных показателей свидетельствует о наличии зависимости сельского расселения от почвенных свойств территории.

До 2015 г. каждые пять лет плотность сельского населения в стране и области сокращалась на 1–2 чел. /км² (рисунок 1). В последние годы ее величина стабилизировалась.

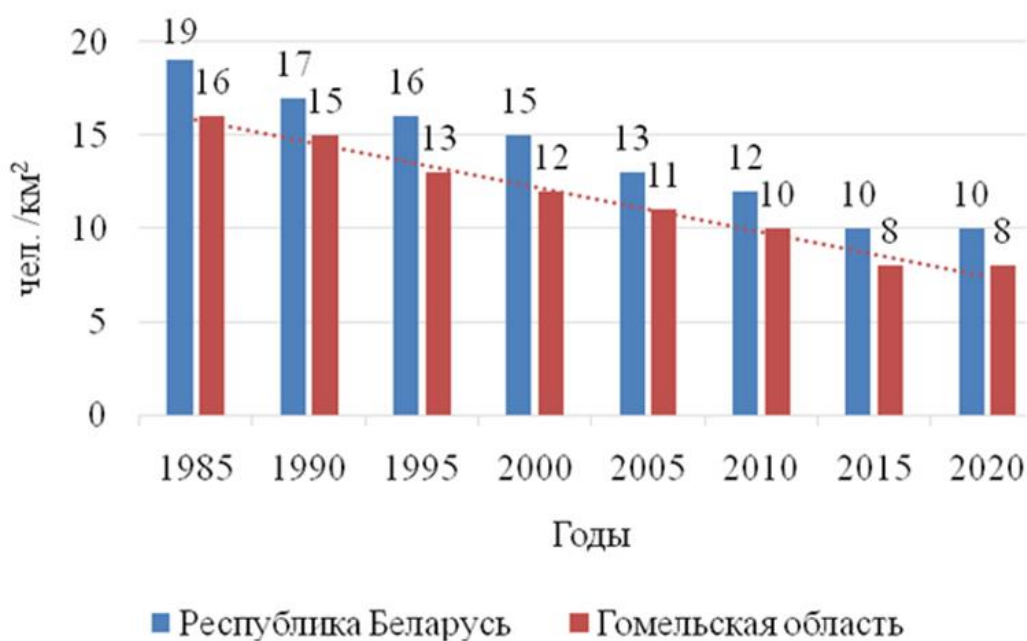


Рисунок 1 – Динамика плотности сельского населения в Беларуси и Гомельской области в постчернобыльский период

Современная система сельского расселения Гомельской области включает 2262 сельских населенных пункта [4], что составляет около 10 % всех поселений данного типа в стране. За постчернобыльский период их число сократилось на 17,6 %, это связано главным образом с ликвидацией выселенных сельских населенных пунктов, расположенных на территории, загрязненной радионуклидами. Одновременно с сокращением количества сельских населенных пунктов происходило уменьшение их людности – на 42 % за исследуемый период, с 247 до 143 человек.

На каждые 100 км² площади в области приходится в среднем около 6 сельских населенных пунктов при 11 в стране. Данный показатель является самым низким среди регионов Беларуси. Эта особенность, по-видимому, обусловлена природно-ландшафтными условиями территории – преобладанием малоплодородных песчаных почв в покровных отложениях, преимущественно равнинным рельефом и сравнительно высокой заболоченностью.

В распределении сельских населенных пунктов по величине прослеживаются изменения, связанные с увеличением доли мелких поселений (до 50 человек) и одновременным ростом числа проживающего в них населения. За постчернобыльский период их значение удвоилось и достигло 55,3 %. За этот же период в 1,7 раза уменьшилась доля крупных сельских населенных пунктов.

Одновременно отмечаются и внутриобластные изменения в размещении сельского населения. За изучаемый период сеть поселений стала более разреженной, появились обширные территории без населенных пунктов, жители которых были выселены из-за высокого радиационного загрязнения. В результате современная плотность сельского населения по административным районам варьирует в очень широких пределах – от 34 чел. /км² в Гомельском до 1 чел. /км² в Наровлянском районах.

Темпы разуплотнения в наиболее подверженных радиоактивному загрязнению районах достигли 60–86%. Среднее расстояние между сельскими населенными пунктами увеличилось на 1–2 км.

Повысилась концентрация сельского населения вокруг самых больших городов области. В 2020 г. половина сельских жителей размещалась в пяти районах – Гомельском, Мозырском, Речицком, Жлобинском и Рогачевском районах. В 1986 г. число таких районов было на 2 больше.

Указанные изменения свидетельствуют об усилении контрастности в размещении сельского населения. На территориях с очень низкой его плотностью создаются условия для снижения интенсивности использования природных ресурсов, вывода из оборота сельскохозяйственных угодий, самовосстановления на их месте естественных экосистем.

Поголовье сельскохозяйственных животных и размещение ферм крупного рогатого скота. За рассматриваемый период при двукратном сокращении численности населения Гомельской области, количество домохозяйств сократилось в 1,7 раза. Одновременно уменьшилось поголовье содержащегося в них крупного рогатого скота (КРС) и свиней. Так, поголовье КРС в расчете на 10 домохозяйств сократилось в 8 раз. В настоящее время на 10 домохозяйств в среднем приходится только одна голова КРС, а на один сельский населенный пункт – 6 голов (2019 г.), при аналогичном показателе 1986 г. – 72 головы [5].

В 1986 г. наличие КРС в сельских поселениях выступало значимым фактором природопользования, определяя интенсивность использования приусадебных земель, а также естественных луговых экосистем прилегающих территорий. Более высокие значения указанного показателя отмечались на третьей части области: в 7 районах, расположенных вдоль р. Припять – 80 голов и более, в том числе в Лельчицком и Житковичском районах – более 120 голов. В 2019 г. только в 4-х районах, центрами которых являются малые города, на один сельский населенный пункт приходилось больше 8 голов КРС, в остальных меньше. Данная величина указывает на то, что КРС в хозяйствах населения практически утратил свое прежнее средоформирующее значение.

Разведение свиней, как и КРС, оказывает влияние на специализацию растениеводства, служит источником образования органических удобрений. В личных подсобных хозяйствах населения поголовье свиней в расчете на 10 домохозяйств сократилось в 2,5 раза – с 10 до 4 голов. В 1986 г. в среднем по области на 1 сельский населенный пункт приходилось

100 голов свиней, в 2019 г. этот показатель снизился в 4,2 раза – до 24 голов. В его распределении по территории более высокими значениями выделялись на протяжении всего исследуемого периода западные районы, более низкими – восточные, что согласуется со средней величиной этих населенных пунктов в данных районах.

Наряду с отрицательной динамикой демографических показателей наметилась тенденция последовательного сокращения пахотных земель населения. Это можно объяснить уменьшением потребности в обработке больших земельных участков из-за происходящего сокращения поголовья КРС и свиней в хозяйствах населения. За последние 10 лет пахотные земли населения сократились в два раза, преимущественно за счет земель под ведение подсобного хозяйства. На одно домохозяйство в 2020 г. приходилось 0,25 га пашни при 0,35 га в 1986 г.

В результате прекращения использования части приусадебных земель типичным явлением стало появление в сельских поселениях заброшенных земельных участков. Наряду с передачей пустующих приусадебных земель сельскохозяйственным организациям, часть из них продолжает зарастать древесно-кустарниковой растительностью. Происходит самовосстановление естественных экосистем, что повышает природно-экологический потенциал территории, однако снижает ее природно-ресурсный сельскохозяйственный потенциал.

Помимо отмеченных негативных для земельных ресурсов последствий сокращения поголовья КРС и свиней в хозяйствах населения имеет и позитивное значение. Оно касается снижения опасности загрязнения вод колодцев со стороны таких локальных источников, как хозяйственные постройки, в которых содержался скот.

От поголовья КРС также зависит степень использования лугов в качестве сенокосов и пастбищ. Луга, не используемые для этой цели, подвергаются залесению, заболачиванию и закустариванию [6].

Деградация естественной луговой растительности на прилегающих к сельским поселениям землях будет зависеть от наличия в их составе ферм КРС. У поселений, где такие объекты имеются, ее интенсивность должна быть ниже.

Всего в Гомельской области действует около 600 ферм КРС. Обеспеченность ими сельских поселений составляет в среднем 25 %. Выше этот показатель в Брагинском и Хойникском районах, где в каждом втором поселении есть фермы КРС. Минимальное число ферм относительно числа поселений в Наровлянском, Чечерском и Буда-Кошелевском районах (менее 15 %). В целом обеспеченность фермами повышается с северо-востока на юг и запад. В размещении ферм прослеживается прямая зависимость от величины населенного пункта – обеспеченность фермами снижается от крупных поселений к средним и малым.

В такой же последовательности будет уменьшаться степень интенсивности использования лугов на прилегающих к сельским поселениям угодьям. Ее показателем выступает площадь луговых земель в расчете на 1 голову крупного рогатого скота. В среднем по области этот показатель равен 0,6 га. Его значения уменьшаются в восточных и северных районах, возрастают – в южных и западных. Самыми низкими они являются в Ветковском (0,3 га), Светлогорском, Жлобинском и Кормянском районах (по 0,4 га). Максимальные значения имеют место в наиболее пострадавших в результате аварии на ЧАЭС районах – Наровлянском (1 га), Брагинском и Хойникском (по 0,9 га).

В 1986 г. аналогичный среднеобластной показатель составлял всего 0,2 га на одну голову КРС. Интенсивность использования луговой растительности была в 3 раза выше. Более высоким уровнем она отличалась также во всех районах, находясь в пределах 0,2 – 0,4 га. Для того времени приоритетное значение, очевидно, имела проблема пастбищной дигрессии луговой растительности из-за перевыпаса скота, а не ее современной дегградации, вследствие прекращения использования.

Для оценки опасности дегградации луговой растительности на территории Гомельской области использовался показатель доли сельских населенных пунктов, не обеспеченных фермами КРС. Исходя из него, для каждого административного района рассчитывались индексы по отношению величины данного показателя в районе к средней для области величине.

Согласно полученным количественным значениям индексов принята следующая шкала оценки напряженности проблемы: низкая – 0,7 и менее; относительно низкая – 0,8 – 0,9; средняя – 1,0 – 1,1; высокая – 1,2 и более. Опасность деградации лугов в целом возрастает в направлении с запада на восток (рисунок 2).

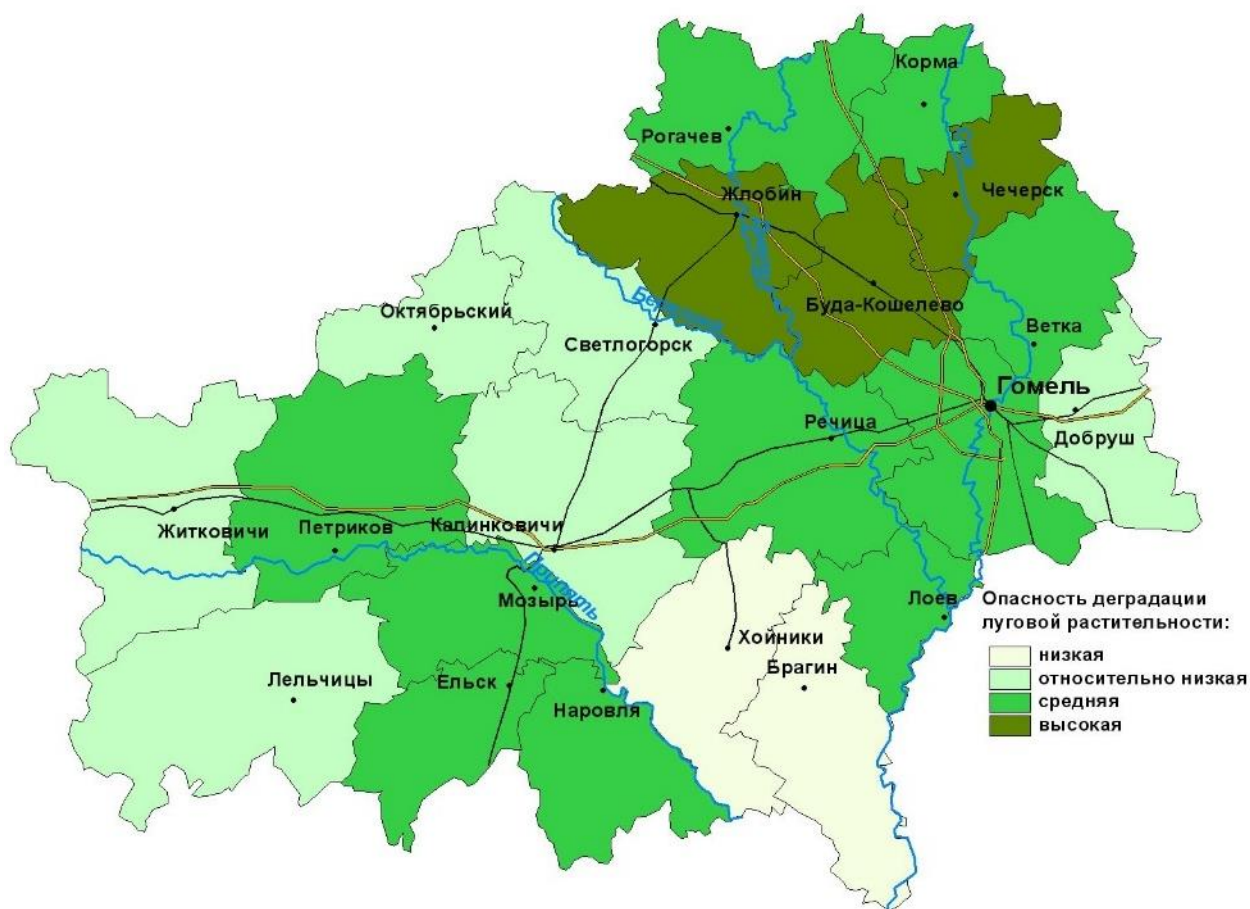


Рисунок 2 – Опасность деградации лугов по административным районам Гомельской области

Высокая опасность деградации луговой растительности отмечается в трех районах – Чечерском, Буда-Кошелевском и Жлобинском, средняя – в десяти, образующих 2 ареала, один из которых включает 4 района, примыкающие к р. Припять (Петриковский, Мозырский, Ельский, Наровлянский), второй, представленный шестью районами, располагается в восточной части области (Ветковский, Гомельский, Лоевский, Речицкий, Кормянский, Рогачевский). Относительно низкая опасность характерна для шести районов – Житковичского и Лельчицкого на западе, Октябрьского, Светлогорского и Калинковичского в центральной части и в Добрушского в восточной части области. Низкая степень опасности фиксируется в двух районах – Хойникском и Брагинском.

Выводы. Развитие системы сельского расселения Гомельской области соответствует общей для страны тенденции к депопуляции сельского населения, получившей в регионе усиление вследствие масштабного радиоактивного загрязнения территории, что выразилось в более высоких темпах сокращения его численности – в 2 раза за постчернобыльский период, против 1,8 раза по стране в целом. Увеличилась контрастность в размещении сельского населения в сторону повышения его концентрации в районах с большими городами и снижения – в периферийных районах, особенно подверженных радиоактивному загрязнению, что создает предпосылки аналогичных изменений в интенсивности природопользования.

За постчернобыльский период произошло существенное сокращение поголовья сельскохозяйственных животных в домохозяйствах: КРС – в 8 раз, свиней – в 2,5 раза, следствием чего явилось двукратное снижение площади приусадебных пахотных земель, а также повсеместное распространение в сельских поселениях заброшенных земель.

Произошедшее трехкратное снижение нагрузок на луговые угодья области, связанное с прекращением их использования в качестве сенокосов и пастбищ и обусловленное общим уменьшением поголовья КРС, привело к масштабному зарастанию, закустариванию и заболачиванию этих угодий. Напряженность данной проблемы повышается в широтном направлении – от западных районов к восточным, в соответствии со снижением обеспеченности сельских поселений фермами КРС.

Список литературы

1 Манак, Б. А. Экономико-географический анализ демографической ситуации и размещения населения на территории Республики Беларусь / Б. А. Манак, Е. А. Антипова. – Минск: БГУ, 1999. – 291 с.

2 Антипова, Е. А. Геодемографические проблемы и территориальная структура сельского расселения Беларуси / Е. А. Антипова. – Минск : БГУ, 2008. – 327 с.

3 Пирожник, И. И. Трансформация системы расселения Беларуси во второй половине XX – начале XXI века / И. И. Пирожник, Е. А. Антипова // Вестник БГУ. Серия 2. – 2006. – № 3. – С. 72 – 78.

4 Статистический ежегодник Гомельской области, 2020. – Минск, 2020. – 451 с.

5 Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Министерство статистики и анализа Республики Беларусь. – Минск, 2003. – 312 с.

6 Степанович, И. Мониторинг луговой и лугово-болотной растительности Беларуси. Научно-методические основы, технология, сеть пунктов: монография / И. Степанович, Е. Степанович. – Германия : LAP LAMBERT Acad. Publ., 2015. – 325 с.

M. I. Struk¹, T. G. Flerko²

CHANGES IN A RURAL SETTLEMENT OF THE GOMEL REGION DURING THE POST-CHERNOBYL PERIOD AND THEIR INFLUENCE ON ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

¹*Institute of Nature Management of Belorussian NAS,
Minsk, Republic of Belarus,
struk-17@mail.ru*

²*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
tflerco@mail.ru*

Abstract. The results of the analysis of changes in a rural settlement of the Gomel region for the post-Chernobyl period related to the dynamics of the number and location of rural population and rural settlements are presented. The features of changes in the number of farm animals in households and the provision of rural settlements with cattle farms are shown. The associated problems of nature management related to irrational usage of homestead lands and degradation of meadow vegetation are identified.

Keywords: rural population, rural settlements, the Gomel region, homestead lands, cattle, degradation of meadows.

В. В. СУЗДАЛЕВ¹, Г.Л. ОСИПЕНКО²

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РЕАКЦИИ БИОИНДИКАТОРА НА ВЫБРОСЫ УГЛЕРОД ОКСИДА (СО) АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ (НА ПРИМЕРЕ КЛЕВЕРА БЕЛОГО)

¹ ГУО «Средняя школа №. 62 г. Гомеля»,
г. Гомель, Республика Беларусь

² Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
osipenko.galina@mail.ru

Транспорт является одним из важнейших показателей экономического и социального развития любой страны. На всех стадиях эксплуатации и дальнейшей утилизации он оказывает воздействие на окружающую среду, потребляет значительное количество энергии и природных ресурсов, и тем самым оказывает негативное воздействие на живые организмы.

Ключевые слова: транспорт, выбросы, концентрация, биоиндикаторы, клевер ползучий, индекс соотношения фенотипов.

В ходе наблюдений за состоянием окружающей среды, а в частности, реакцией живых организмов на ее изменение можно обнаружить опасные для всего живого факторы, происходящие под влиянием природных и антропогенных факторов. Выявить эти факторы и по возможности принять меры для их устранения – одна из основных задач современной экологии. Большую долю в общее количество выбросов загрязняющих веществ вносит автомобильный транспорт (71,9 %). Количество железнодорожного транспорта составляет 5,3 %, воздушного – 0,2 %, водного – 0,05 %, прочих мобильных источников – 22,5 % [1]. Рост количества автотранспортных средств в Республике Беларусь наблюдается в основном за счет легковых автомобилей. Доля легковых автомобилей, приходящихся на личную ответственность граждан составляет 83,8 % от всего количества автотранспорта нашей страны.

Выбросы от автомобильного транспорта включают в себя следующие химические вещества: углерод оксид, азота диоксид, углеводороды, сажа, бенз(а) пирены, из которых преобладает углерода оксид. Так, например, в 2018 г общее количество выбросов от автотранспорта составило 385,9 тыс. тонн, из которых выбросы углерод оксида – 53,5 тыс. тонн, в 2017 г – из 389,5 тыс. тонн общих выбросов, выбросы углерод оксида составили 52,5 тыс. тонн [2].

В качестве фенотипического биоиндикатора мы использовали широко распространенный белый клевер *Trifolium repens* (клевер ползучий). Форма седого рисунка на пластинках листа и частота встречаемости может использоваться как индикатор загрязнения среды. Наблюдения проводились на городских улицах города Гомель с двусторонней застройкой, прилегающих к основному месту жительства и учебы – Речицкий проспект (точка около остановочного пункта «парк Фестивальный») и улица Жукова (точка на пересечении с улицей Богдана Хмельницкого).

Проспект Речицкий – одна из улиц города Гомеля, имеющая статус проспекта. Расположена в Советском районе города. Начинается от пересечения улиц Б. Хмельницкого и улицы Барыкина, заканчивается у окраины городской черты у объездной дороги. До 14 июня 2013 года улица имела название «Речицкое шоссе», так как она плавно переходит в шоссеную дорогу, идущую к городу Речица. Протяженность проспекта – 4,57 км. Промышленных предприятий, примыкающих к данной улице нет, имеются только жилые дома, предприятия торговли и обслуживания населения.

Улица Жукова – находится в Советском районе города, протяженность – 0,94 км, имеет только жилую застройку, пересекается с проспектом Октября и улицей Богдана Хмельницкого). Недалеко находится предприятие пищевой промышленности ОАО «Милкавита», станция шиномонтажа и автоматическая автомойка.

Подсчет количества автотранспорта. проводился в одно и тоже время на двух участках в течение часа три раза в день, отдельно подсчитывался разный вид транспорта, так как выбросы и. скорость у них различна . На улице Речицкий проспект среднее количество автотранспорта составило 680 автомобилей, на улице Жукова данный показатель значительно меньше и составил 368 автомобилей в час. Концентрация загрязнения воздуха (СО) на изучаемых автомагистралях проводилась расчетным методом [3] и представлена в таблице 1.

Сбор экземпляров клевера белого для определения ИСФ проходил в июне 2021 г. близ тех же участков, возле которых проходил подсчет количества автомобильного транспорта (улица Речицкий проспект и улица Жукова). На данных участках отмечается разная нагрузка движения автотранспорта и, как следствие – разное количество концентрации выбрасываемого углерод оксида (СО). Количество собранных листочков клевера белого с различными феноми составило 201 штук на каждом из изучаемых участков. Определение видов фенов и определение ИСФ проводилось в соответствии с литературными данными [4].

Таблица 1 – Концентрация загрязнения воздуха на изучаемых участках дорог

Время замера	Концентрация СО, мг/м ³	Превышение СО, ПДК. м. р
Речицкий проспект		
9. 00 – 10. 00	10,83	в. 2,1 раза
13. 00 – 14. 00	22,27	в 4, 5 раза
18. 00 – 19. 00	22,80	в 4, 56 раза
средняя	18,63	в 3, 73 раза
Улица Жукова		
9. 00 – 10. 00	2,01	-
13. 00 – 14. 00	2,96	-
18. 00 – 19. 00	5,09	-
средняя	3,35	Превышение не отмечается

В ходе наших исследований и расчетов можно сделать выводы:

1) Существует зависимость. между количеством автотранспорта и выбросом углерод оксида (СО). Так, на участке №. 1 – Речицкий проспект. концентрация СО значительно выше концентрации СО на участке №. 2 – улице Жукова. Превышение максимально разовой ПДК установлено только на Речицком проспекте и оно в 3, 73 раза выше нормы (норма ПДК макс. раз – 5, 0 мг/м³). Причем превышение отмечается в разное время суток из-за загруженности проспекта транспортом. На улице Жукова количество автотранспорта значительно ниже, что и подтверждается расчетом выбросов СО – превышение ПДК макс. раз. не установлено.

2) При определении ИСФ клевера белого установлено, что на участке №. 1 –. проспект Речицкий ИСФ равен 49, 80 %, что говорит о загрязнении окружающей среды на исследуемой территории (показатель ИСФ 45 – 70 % говорит о загрязненности окружающей среды), это и доказывает реакция биоиндикатора на стресс-фактор, которым являются выбросы автомобильного транспорта на насыщенной автомобильной автомагистрали.

3) При определении ИСФ клевера белого на участке. №. 2 – улица Жукова, установлено, что данный показатель равен 35, 12 % – классификация окружающей среды оценивается как «чистая», т. к. показатель ИСФ находится в пределах 30 – 45 %.

Таким образом, наши исследования подтверждают, что чувствительны к тем или иным изменениям внешних воздействий на окружающую среду так называемые индикаторные виды, каким в нашей работе является клевер белый. Этот вид реагирует на определенные факторы окружающей среды, даже если остальные менее чувствительные к данному фактору виды легко такие изменения. и воздействия переносят.

В дальнейшей своей научной работе, мы планируем изучить влияние других антропогенных факторов (выбросы химических предприятий) на растительные организмы, но уже в качестве биоиндикатора взять другие представителей флоры, например, сосну обыкновенную, которая является.

«биологическим кроликом» и очень чувствительна к антропогенным воздействиям. А так же изучить влияние выбросов автомобильного транспорта (концентрация CO, мг/м³) на другие растительные организмы.

Список литературы

- 1 Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень / Е. И. Громадская [и др.]; под общ. ред. С. А. Дубенок – Минск : РУП «ЦНИИКИВР», 2021. – 150 с.
- 2 Состояние природной среды Беларуси: ежегодное информационно-аналитическое издание / В. М. Бурак [и др.]; под общ. ред. М. А. Ересько. – Минск : РУП «БелНИЦ «Экология», 2019. – 109 с.
- 3 Экология. Сборник задач, упражнений и примеров: учеб. пособие для вузов / Н. А. Бродская [и др.]; под ред. О. Г. Воробьева, Н. И. Николайкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2006. – С. 312–315.
- 4 Якунина, И. В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учебное пособие / И. В. Якунина. – Тамбов : изд-во ТГТУ, 2009. – 188 с.

V. V. Suzdalev¹, G. L. Osipenko²

ANALYSIS AND EVALUATION OF BIOINDICATOR RESPONSE TO EMISSIONS CARBON OXIDE (CO) BY ROAD (BY THE EXAMPLE OF WHITE CLOVER)

¹*State educational institution “Secondary school No. 62”,
Gomel, Republic of Belarus,*

²*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
osipenko.galina@mail.ru*

Abstract. Transport is one of the most important indicators of economic and social development. At all stages of operation and subsequent disposal, it has an impact on the environment, consumes a significant amount of energy and natural resources, and thus has a negative impact on living organisms.

Keywords: transport, emissions, concentration, bioindicators, creeping clover, fen ratio index.

УДК 613. 63:541. 135:553. 481

С. А. СЮРИН, А. Н. КИЗЕЕВ

РИСКИ ЗДОРОВЬЮ ПРИ КАРБОНИЛЬНОМ ПЕРЕДЕЛЕ НИКЕЛЯ

*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,
s.sjurin@s-znc.ru*

Ретроспективное 12-летнее изучение состояния здоровья 210 работников карбонильного передела никеля выявлено резкое снижение числа профессиональных заболеваний вплоть до их полного отсутствия в 2017–2020 годах. Данный факт заслуживает положительной оценки, но требует научного объяснения.

Ключевые слова: карбонильное производство никеля, риски здоровью, профессиональные заболевания.

Известно, что ни один из применяемых в настоящее время способов передела никеля не обеспечивает допустимых условий труда, однако самым опасным из них считается карбонильный [1]. В процессе карбонильного рафинирования возникает повышенный риск острых и хронических отравлений тетракарбонилем никеля (ТКН) – летучим ядовитым веществом, ПДК которого составляет 0,0005 мг/м³. ТКН попадает в организм преимущественно ингаляционным путем, а также в значительно меньшей степени через кожные и слизистые покровы [2].

Риск острых отравлений ТКН связан с аварийными ситуациями или несоблюдением правил техники безопасности, требующих постоянного применения фильтрующих или изолирующих противогазов. Хроническая интоксикация вызывается фоновым загрязнением воздуха при неконтролируемой диффузии паров ТКН из технологических установок и коммуникационных систем [3]. Доказано раздражающее и канцерогенное действие ТКН на ткани дыхательных путей и легких, токсическое действие на клеточные структуры сердца, головного мозга, печени и других органов [4]. По сравнению другими технологическими участками никелевого производства при карбонильном переделе никеля в течение многих лет отмечался повышенный риск развития профессиональных заболеваний. Однако в последние годы происходило постепенное снижение их числа, не связанное с предшествующим улучшением условий труда [5].

Цель исследования заключалась в ретроспективном изучении профессиональных рисков здоровью при карбонильном переделе никеля.

Материалы и методы. Изучены результаты периодического медицинского осмотра 210 работников карбонильного производства, проведенного в 2008 году (исходная точка исследования). Ежегодная первичная профессиональная патология в этой группе работников отслеживалась в 2009-2020 годах (конечная точка – 2020 год).

Данные периодического медицинского осмотра и сведения о первичной профессиональной патологии были получены в Кольском филиале ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», где проводились осмотр и экспертиза связи выявленных заболеваний с профессией. Вторым источником информации были результаты выполняемого Роспотребнадзором социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» населения Мурманской области в 2008-2020 годах. Данные об условиях труда получены по результатам плановой аттестации рабочих мест в цехе карбонильного никеля.

Для обработки результатов исследования были использованы программное обеспечение Microsoft Excel 2016 и программа Epi Info, v. 6. 04d. Рассчитывались относительный риск (ОР), 95% доверительный интервал (ДИ), критерий согласия χ^2 . Числовые данные представлены в виде абсолютных значений, процентной доли, среднего арифметического и стандартной ошибки среднего арифметического ($M \pm m$). Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимался равным 0,05.

Результаты. Основным вредным производственным фактором при карбонильном переделе никеля являлись химические вещества в воздухе рабочих зон цеха. Прежде всего, это был ТКН, относящийся к вредным веществам 1-го класса опасности. В воздухе “условно чистых” помещений средняя концентрация ТКН составляла 0,0025 мг/м³, а производственных помещений - 0,3233 мг/м³; аэрозоля металлического никеля – соответственно 0,0253 мг/м³ и 0,15037 мг/м³ (ПДК 0,05 мг/м³). Концентрация оксида углерода находилась в пределах 8,6-59,0 мг/м³ (ПДК 20,0 мг/м³). Выполнение технологических операций осуществлялось при температуре 23-44 °С в условиях повышенных физических нагрузок (180-270 Вт) и постоянном применении средств индивидуальной защиты органов дыхания. У работников основных специальностей, занятых в карбонильном производстве, условия труда соответствовали классу вредности 3.3 – 3.4.

Периодический медицинский осмотр в 2008 году был проведен у 210 (85,7%) работников цеха карбонильного никеля. Его не прошли по тем или иным причинам 35 (14,3%) работников, которые в последующем в исследование не включались. Среди участвовавших в медицинском

осмотре было 197 (93,8 %) мужчин и 13 (6,2 %) женщин. Их средний возраст составил 40,7±0,7 лет, а трудовой стаж – 14,0±0,6 лет. Регулярно курили 124 (59,0 %) работника. Экспозиция к табачному дыму, оцененная по индексу курения, находилась на уровне 11,96±0,55 пачка/лет. Практически здоровыми были признаны 26 (12,4 %) человек. У каждого из остальных 184 (87,6%) работников выявлялось от одного до четырнадцати хронических общих заболеваний или 2,82±0,16 случая. В число прошедших осмотр вошли 75 (35,7 %) аппаратчиков всех специальностей, 39 (18,6 %) слесарей-ремонтников, 23 (11,0 %) машиниста компрессорной установки, 19 (9,0 %) электромонтеров, 16 (7,6 %) газовщиков, 10 (4,8 %) мастеров и еще 28 работников менее многочисленных специальностей.

В 2008 году по данным периодического медицинского осмотра у 210 работников было выявлено 593 хронических непрофессиональных заболеваний, наиболее распространенными из которых были болезни костно-мышечной системы. Также в общей структуре патологии долю более 10 % превышали болезни органов дыхания, глаза и его придаточного аппарата, системы кровообращения и органов дыхания. Менее распространенными (3-10 % в структуре патологии) были болезни эндокринной системы, инфекционные и паразитарные болезни, болезни мочеполовой системы, кожи и подкожной клетчатки, уха и новообразования. Болезни других классов выявлялись в единичных случаях. Из числа нозологических форм непрофессиональных заболеваний чаще всего диагностировались артериальная гипертензия, миопия, остеохондроз позвоночника, язвенная болезнь желудка/двенадцатиперстной кишки (таблица 1).

Таблица 1 – Структура непрофессиональной патологии у работников цеха карбонильного никеля

Показатель	Число случаев (%)
Класс. болезней	
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	113 (19,1)
Болезни органов дыхания	83 (14,0)
Болезни глаза и его придаточного аппарата	74 (12,5)
Болезни системы кровообращения	74 (12,5)
Болезни органов пищеварения	61 (10,3)
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	47 (7,9)
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	41 (6,9)
Болезни мочеполовой системы	24 (4,0)
Болезни кожи и подкожной клетчатки	22 (3,7)
Болезни уха и сосцевидного отростка	21 (3,5)
Новообразования	18 (3,0)
Прочие	15 (2,5)
Наиболее распространенные нозологические формы	
Артериальная гипертензия	48 (8,1)
Миопия	34 (5,7)
Остеохондроз позвоночника	34 (5,7)
Язвенная болезнь желудка/двенадцатиперстной кишки	34 (5,7)
Хронический бронхит	29 (4,9)
Онихомикоз	28 (4,7)
Ожирение	23 (3,9)
Искривление перегородки носа с нарушением функции дыхания	21 (3,5)
Люмбагия	19 (3,2)
Хронический гастрит	18 (3,0)

По результатам осмотра 2008 года с учетом стажа, возраста, состояние органов-мишеней, наличие общих заболеваний, способствующих развитию патологии профессиональной этиологии, и курения была определена степень риска развития профессиональной патологии у каждого работника цеха карбонильного никеля. Низкий риск выявлялся у 77 (36,7 %), умеренный – у 42 (20,0 %), средний – у 24 (11,4 %), высокий – у 24 (11,4 %) и очень высокий – у 44 (21,0 %) работников.

В 2009-2020 годах из группы наблюдения выбыли 76 работников по причине установления профессионального заболевания, выхода на пенсию по старости, смены места работы или жительства. В течение 12 лет в цехе не проводилась модернизация технологических процессов, которая привела бы к смене класса вредности условий труда у работников основных специальностей.

Анализ профессиональной патологии показал, что 2009-2020 годах 20 первичных профессиональных заболеваний были диагностированы у 16 работников. Чаще всего профессиональная патология развивалась у аппаратчиков всех специальностей (n=5), слесарей-ремонтников (n=4) и газовщиков (n=3). В структуре профессиональной патологии преобладали 14 (70,0%) заболеваний органов дыхания, в том числе бронхиальная астма (n=6), хронический бронхит (n=6) и хронический ларингит (n=2). ТКН (в концентрациях, соответствующих классу вредности 3. 3-3. 4) являлся вредным фактором, вызвавшим развитие всех болезней органов дыхания. Помимо респираторной патологии, были выявлены хроническая интоксикация ТКН (n=4) и один случай нейросенсорной тугоухости. Из 16 работников, у которых в 2009-2020 гг. были выявлены профессиональные заболевания, в 2008 году очень высокая степень риска определялась у тринадцати, у двух - высокая и у одного – средняя степень риска развития профессиональной патологии. При очень высоком риске время развития в последующем профессионального заболевания составило в среднем 2,58 лет, при высоком риске – 4,50 года, при среднем – 6 лет. Риск развития в течение 12 лет профессионального заболевания при его очень высокой исходной степени превышал риск высокой (ОР=3,63; ДИ 0,89-14,75; $\chi^2=4,19$; p=0,041) и средней (ОР=7,26; ДИ 1,01-52,12; $\chi^2=6,24$; p=0,013) степеней. Несовершенство санитарно-технических установок рассматривалось как обстоятельство развития 18 (90,0%), а их неисправность - двух случаев профессиональной патологии.

В 2009–2020 годах ежегодное распределение впервые выявленных профессиональных заболеваний и больных с профессиональной патологией оказалось крайне неравномерным. Обращали на себя внимание два пика показателей (2009-2010 и 2013-2014 годы), отсутствие установленных профессиональных заболеваний в 2017-2020 годах, а также резко выраженный тренд снижения их числа (рисунок 1). Риск развития профессиональной патологии в первой половине периода наблюдения был выше, чем во второй: ОР=1,50; ДИ 1,17-1,92; $\chi^2=4,41$; p=0,036. Профессиональная заболеваемость, составлявшая в 2009 году 190,5/10000 работников, снизилась в 2020 году до нуля.

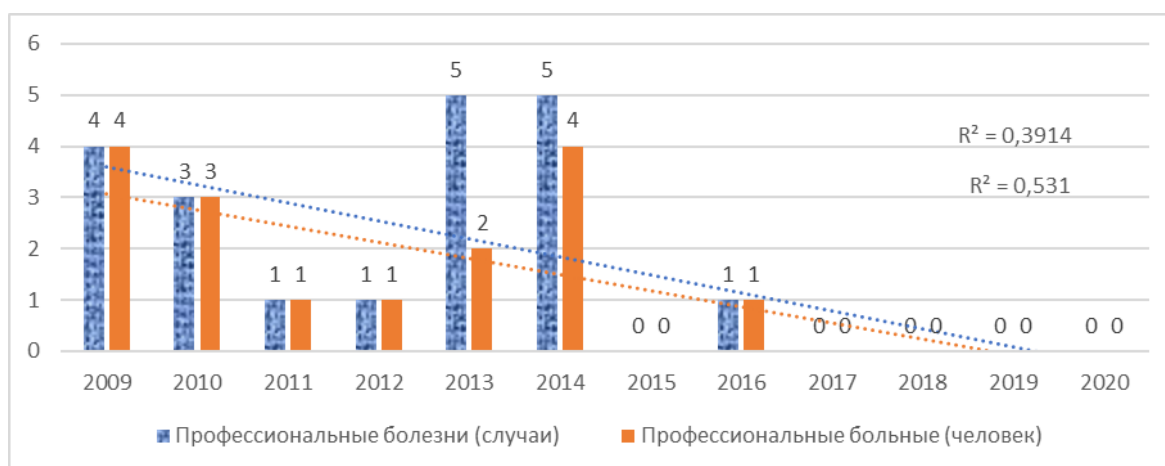


Рисунок 1 – Ежегодное число впервые выявленных профессиональных заболеваний и больных среди работников карбонильного передела никеля

Проведенное исследование выявило ряд фактов, заслуживающих внимания и обсуждения. Так, в структуре непрофессиональной патологии работников карбонильного передела никеля первое место занимают болезни костно-мышечной системы, а профессиональной патологии – болезни органов дыхания, прежде всего, бронхиальная астма и хронический бронхит. Несмотря на обязательное применение изолирующих противогазов при проведении всех видов работ, ТКН остается основной причиной развития нарушений здоровья профессиональной этиологии.

Принципиально важным представляется резкое снижение числа профессиональных заболеваний у работников карбонильного производства во второй половине срока наблюдения и даже их полное отсутствие в 2017-2020 годах. Ранее данный феномен не наблюдался, хотя сведения о профессиональных рисках здоровью у этой категории работников изучаются с начала 70-х годов прошлого века. Более того, риск формирования профессиональной патологии у лиц занятых в карбонильном переделе никеля был выше, чем у работников других производств [1, 5].

Причины отсутствия профессиональной патологии у работников цеха карбонильного никеля нуждаются в изучении. Можно предполагать, что это следствие более строгого соблюдения правил техники безопасности и применения более совершенных средств индивидуальной защиты. Однако нельзя исключить и влияния других факторов. Так, волнообразные изменения показателей заболеваемости могут быть связаны с неудовлетворительным качеством организации и проведения медицинских осмотров, неполным выявлением патологии или её диагностикой на поздних стадиях развития, различными подходами врачей к трактовке выявленных нарушений здоровья [6]. Нельзя в таких случаях исключить и возможность административного влияния на работников с целью сокрытия нарушений здоровья, связанных с производством [7].

Заключение. У работников карбонильного производства никеля в последние годы выявлено резкое снижение числа профессиональных заболеваний вплоть до их полного отсутствия в 2017-2020 годах. Данный факт не только заслуживает положительной оценки, но требует научного изучения и объяснения.

Список литературы

1 Сюрин, С. А. Профессиональная патология работников различных производств медно-никелевой промышленности Крайнего Севера / С. А. Сюрин, И. В. Гуцин, А. Н. Никанов // Экология человека. – 2012. – №. 6. – С. 8–12.

2 Сидорин, Г. И. Материалы к корректировке предельно допустимой концентрации карбонила никеля в воздухе рабочей зоны / Г. И. Сидорин, А. Д. Фролова, Л. В. Луковникова // Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века : материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2001. – №. 2. – С. 179–182.

3 Сарманаев, С. Х. Карбонил никеля: острая профессиональная заболеваемость на нефтехимическом производстве / С. Х. Сарманаев, Н. А. Мулдашева, Л. К. Каримова // Медицина труда и экология человека. – 2020. – №. 4. – С. 14–18.

4 Casarett and Doull's Toxicology: The basic science of poisons / Ed. C. D. Klaassen, P. McGraw. – Hill Companies Inc. – 2001. – P. 649–650, 837–839.

5 Горбанев, С. А. Профессиональная патология у работников медно-никелевой промышленности в Кольской Арктике (1989-2018 гг.) / С. А. Горбанев, С. А. Сюрин // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – №. 10 (331) – С. 22–27.

6 Чеботарев, А. Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающих предприятий / А. Г. Чеботарев // Горная промышленность. – 2018. – №. 1 (137). – С. 92–95.

7 Мигунова, Ю. В. Динамика профессиональной заболеваемости в России: сущность, признаки, особенности проявления на региональном уровне / Ю. В. Мигунова // Теория и практика общественного развития. – 2021. – №. 6. – С. 37–40.

S. A. Syurin, A. N. Kizeev

HEALTH RISKS IN NICKEL CARBONYL PRODUCTION

*Northwest Public Health Research Center,
Saint Petersburg, Russia,
s.sjurin@s-znc.ru*

Abstract. A retrospective 12-year study of the health status of 210 nickel carbonyl workers revealed a sharp decrease in the number of occupational diseases up to their complete absence in 2017-2020. The achieved result is undoubtedly welcome, but requires a thorough scientific explanation.

Key words: nickel carbonyl production, health risks, occupational diseases.

УДК 338. 48-53:556. 55 (476. 2-21Гомель)

М. С. ТОМАШ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗЕР ГОРОДА ГОМЕЛЯ В ЦЕЛЯХ РЕКРЕАЦИИ

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tmarinka@mail.ru*

В статье объектом изучения выступают малые водоемы озерного типа областного центра – город Гомель. Исследование заключается в выполнении оценки степени использования озер города в целях рекреации, а также для определения целесообразности развития различных видов туризма и отдыха на водоемах. Проведена рекреационная оценка использования акватории города Гомеля в купально-пляжном отдыхе, SWOT-анализ перспектив развития купально-пляжного туризма.

Ключевые слова: водоем, Гомель, рекреация, туризм, озеро.

Крупнейший областной центр Беларуси – город Гомель имеет уникальную для Беларуси аквально-геосистему: русло реки Сож в районе города имеет протяженность более 15 км, при этом достаточно сильно меандрирует, образуя тем самым каскад крупных озер с ровными песчаными берегами. Озера города Гомель по своим параметрам относятся к малым и очень малым (площадью 1–10 км² и 0,1–1 км²) и изученность вследствие их многочисленности и разнообразия характеристик, пока недостаточна [1].

Основными морфометрическими характеристиками для определения направлений рекреационного использования озер является их площадь, длина и ширина. По пространственным параметрам адекватными по величине для создания экологически комфортной средой для отдыха являются озера до 1 км², наилучшие условия для организации массовых видов рекреационной деятельности формируются на озерах площадью 1–5 км² (таблица 1).

Анализ данных таблицы 1 показывает, что практически все озера, расположенные в пределах города Гомеля соответствуют экологически допустимой рекреационной емкости, а также в той или иной степени пригодны для различных форм рекреации и туризма [1].

Озера города Гомеля пользуются большой популярностью у отдыхающего местного населения. Эти природные объекты обладают множеством характеристик, которые делают их уникальными и способствуют большей притягательности. Почти все озера города Гомель округлые по форме с пологим песчаным дном, прозрачной водой, что делает их пригодным для семейного отдыха, а также с наличием некоторой рекреационной инфраструктуры (пляжи и отдельные элементы благоустройства).

Таблица 1 – Морфометрические характеристики водоемов города Гомеля

Название водоема	Тип водоема	Площадь, км ²	Длина, км	Ширина, км	Длина береговой линии, км
Роповское	Старица	0,59	1,3	0,5	5,4
Шведская Горка	Старица	0,44	1,19	0,7	2,8
Шапор	старица	0,13	1,1	0,3	2,7
Володькино	старица	1,1	1,3	1,0	4,2
Обкомовское	старица	0,3	0,8	0,4	1,9
Любенское	старица	0,37	1,24	0,45	3,6
Волотовские	искусственное	0,1	1,0	0,17	2,3
Бурое болото	искусственное	0,056	0,85	0,05	2,7

В ходе исследования была собрана информация по инфраструктуре рекреационных зон в каждом из районов г. Гомель. Согласно государственным стандартам, оборудование пляжей может включать в себя следующую инфраструктуру: пешеходные дорожки с твердым покрытием (асфальт, плитка и т. п.); общественные туалеты; урны или мешки для сбора твердых отходов; оборудованная площадка с мусорными контейнерами; стоянка для личного или общественного транспорта, обозначенная соответствующим дорожным знаком; кабины для переодевания (раздевалки); площадки для спортивных игр; теневые навесы; беседки; лежаки; отмостки для вхождения в воду; душевые; стенды для информирования отдыхающих; пункты проката водно-спортивного инвентаря (лодки, катамараны и т. д.); торговые объекты.

В настоящее время в Гомеле действует 9 официально утвержденных пляжей. Сводные данные об инфраструктуре рекреационных зон (пляжей) по районам города Гомеля представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Инфраструктура зон рекреации г. Гомеля

Инфраструктура, название места рекреации (пляж)	Дорожки	Туалеты	Урны для мусора	Контейнеры	Автостоянка	Раздевалки	Спортплощадки	Теневые навесы	Беседки	Лежаки	Отмостки	Душевые	Информ. стенды	Прокат лодок	Магазины
«Каскад 1»	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+
«Каскад 2»	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-
«Центральный»	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
«Прудковский»	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
«Волотовской»	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
«Новобелицкий»	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
«Западный»	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
«Роповский»	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
«Любенский»	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-

На территории города Гомеля в припойменной и пойменной зонах рек Сож и Ипуть расположено свыше 50 водных объектов, т. е. озер и прудов. Часть из них является техническими сооружениями для отвода сточных вод с городских улиц, а также звеньями мелиоративных

каналов. Водоемы, как правило, безымянные, в большинстве случаев – результат антропогенного воздействия на окружающие ландшафты. Лишь десяток озер по происхождению являются старичными и пойменными, но вместе с тем имеются несколько остаточных водоемов на месте осушенных болот [1].

Концепция развития города в пойменной части реки Сож предусматривает намыв песка под новые микрорайоны. Еще в советские времена на территории Гомеля было создано около двух десятков песчаных карьеров. Свой ресурс к настоящему времени они уже исчерпали. На месте карьеров были созданы каскады озер, часть из которых используется в рекреационных целях.

Программа расширения города вдоль реки Сож не утратила силу. В настоящее время в юго-западной части Гомеля, на строительные нужды города (ежегодная потребность свыше 1 млн. м³) изымается песок на площади свыше 100 га. Данный участок находится непосредственно в пойме реки Сож и сразу же затопляется. Таким образом, в ближайшем будущем в городе Гомеле появится новое искусственное озеро, длина которого составит 2,9 км, ширина 2,5 км, участок сопряжения с руслом реки Сож длиной свыше 2 км. Озеро станет самым крупным в городе [2].

В настоящее время в Беларуси особое внимание уделяется развитию внутреннего туризма, в частности рекреационного, купально-пляжного и агроэкотуризма. Создание мест для отдыха, строительство агроусадоб и развитие туристической инфраструктуры приоритетно вблизи водоемов. Наличие живописного вида и чистого озера не означает экономическую целесообразность оказания туристических услуг и создание инфраструктуры для пляжного отдыха или рыбалки. Пляжный досуг и купально-пляжный туризм в нашей стране приурочен к крупным рекам и водохранилищам и населенным пунктам вблизи их.

Как уже говорилось ранее, город Гомель имеет много зон рекреации на озерах, в связи с чем создаются благоприятные условия для развития купально-пляжного туризма. Сильные и слабые стороны от развития этого вида туризма в городе можно выявить методом SWOT-анализа, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – SWOT-анализ купально-пляжного туризма на озёрах в городе Гомеле

Параметр	Критерий	Пояснение
1	2	3
Сильные Стороны	Благоприятный климат, погодные условия	Теплое продолжительное лето со средней температурой воздуха +19 °С, длительность пляжного сезона 3 и более месяцев
	Большое количество озер, на некоторых уже созданы пляжи	В городе немалое количество озер, большая часть из них имеют площадь > 0,1 км ²
	Туристические организации	В Гомеле свыше 30 туристических организаций или филиалов
	Статус и уровень развития города	Областной центр, второй город по численности населения в Беларуси, возможность быстро попасть в столицу по железнодорожному или авиасообщению.
	Конкурентоспособность на внутреннем рынке	В Беларуси, как и в г. Гомеле купально-пляжный туризм развит слабо
	Доступность для иностранных туристов	Безвизовый режим РБ со всеми развитыми странами, открытость г. Гомель для туристов
Слабые Стороны	Инфраструктура	Не все имеющиеся пляжи имеют полную комплектацию и развитый сервис, затруднен проезд к местам отдыха

Окончание таблицы 3

1	2	3
	Недостаток финансовых средств	Пляжи финансируются за счет государства, а не инвестиций со стороны туристических фирм
	Низкий уровень развития гостиничного бизнеса	В городе немного отелей, цены не соответствуют качеству обслуживания
	Нерегулярный уход за озерным дном и водной гладью	Многие малые озера быстро покрываются водорослями, не везде есть песчаное чистое дно в прибрежной полосе
	Отсутствие интереса со стороны туристических фирм	Туристические организации нацелены на внешний туризм, а не на внутренний
Угрозы	Медленный рост рынка	Невысокий рост экономики страны
	Невысокая гибкость экономики страны	Низкая скорость реакции экономики на колебания спроса и предложения на мировом рынке
	Отсутствие поддержки со стороны государства	В настоящее время большее внимание уделяется культурно-познавательному туризму в городах
	Отсутствие заинтересованности у иностранных туристов	Роль Беларуси в мировом туризме несущественная
Возможности	Развитие международных связей	Беларусь открыта для сотрудничества со всеми странами мира
	Сочетание нескольких видов туризма в одном месте	Сочетание оздоровительного, познавательного, купально-пляжного, охотничьего и других видов туризма в пределах акватории одного большого озера
	Развитие туристической инфраструктуры	Расширение сети агроусадеб и курортных поселков
	Уверенность в отсутствии появления конкуренции на внутреннем рынке	Город Гомель имеет опыт в создании зон рекреации на водоемах, которые в большей степени нацелены на оздоровление
	Активная рекламная поддержка в стране и за рубежом	Возможность привлечения туристов из других областей Беларуси и сопредельных государств за счет инвестиций в рекламу

Особенности климата, длительная геологическая история, обилие заболоченных территорий и развитая речная сеть сформировали на территории г. Гомель большое количество малых водоемов, преимущественно старичного происхождения. Озера Гомеля используются как источники водоснабжения и объекты рыболовства и рыбозахвата. Нынешний облик озер города Гомель по большей части результат антропогенного преобразования ландшафтов [2].

Среди озер города Гомель интенсивное развитие и использование в целях рекреации и туризма получили водоемы, имеющие большие размеры и относящиеся к пойменной части реки Сож. Рекреационное использование водоемов в других районах областного центра осуществляется лишь на местном уровне населением, проживающим непосредственно вблизи этих озер.

Не смотря на большое количество озер в г. Гомель, официальные зоны рекреации созданы лишь на некоторых водоемах. По результатам рекреационной оценки лишь некоторые озера областного центра имеют туристические комплексы и пляжи. Самыми благоустроенными и привлекательными для туристов и горожан оказались такие озера в Гомеле как Роповское, Володькино, Любенское, а также два русловых участка реки Сож с пляжами.

Результаты SWOT-анализа перспектив развития купально-пляжного туризма в городе Гомеле свидетельствуют о перспективности использования малых водоемов областного центра для развития различных направлений туризма в регионе. Для реализации этой цели необходимо привлечь инвестиции и создать заинтересованность туристических фирм в развитии купально-пляжного отдыха в стране. Привлечь финансирование со стороны государства и направить его на расширение гостиничного фонда, обеспечение быстрого доступа к местам рекреации, создание и улучшение агроусадеб и туристических баз, в том числе с обустроенными пляжами.

Как уже отмечалось ранее, город Гомель имеет много зон рекреации на озерах, в связи с чем создаются благоприятные условия для развития купально-пляжного туризма. Однако, все малые водоемы в пределах города так или иначе испытывают некую рекреационную нагрузку разной степени.

Особым рекреационным значением обладают малые водоемы, такие как Любенское, Обкомовское и Волотовские, так как они в дополнение к существующей рекреационной емкости имеют хорошее транспортное обеспечение.

В целом рекреационные возможности озер Гомеля в жаркие летние периоды не гарантируют достаточного обеспечения жителей и гостей города рекреационными возможностями, поэтому при рекультивации земель, освободившихся после добычи полезных ископаемых (строительных материалов) целесообразно в первую очередь рассматривать возможность их водохозяйственной рекультивации.

Комплексная оценка рекреационной пригодности акватории озер города Гомеля, основанная на дифференцировании качества водоема для различных видов отдыха, ранее не проводилась, вследствие чего существует необходимость проведения ежегодной рекреационной оценки городских водоемов с целью определения степени их пригодности и аттрактивности для удовлетворения потребностей населения в отдыхе и туризме [2].

Список литературы

1 Томаш, М. С. Рекреационный потенциал лимносистем г. Гомеля / М. С. Томаш // Веснік Брэсцкага універсітэта - Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – №. 2. – 2020. – С. 148–156.

2 Томаш, М. С. Малые водоемы г. Гомеля: история и современное состояние / М. С. Томаш // Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : сб. материалов V Междунар. науч. -практ. конф., Брест, 27–29 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол. : С. А. Лысенко [и др.]. – Брест : БрГУ, 2021. – Ч. 2. – С. 45–48.

M. S. Tomash

USE OF GOMEL LAKES FOR RECREATIONAL PURPOSES

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
tmarinka@mail.ru*

Abstract. In the article, the object of study is small reservoirs of the lake type of the regional center - the city of Gomel. The study consists in assessing the degree of use of the city's lakes for recreational purposes, as well as to determine the feasibility of developing various types of tourism and recreation on water bodies. A recreational assessment of the use of the water area of the city of Gomel in a swimming and beach vacation was carried out, a SWOT analysis of the prospects for the development of swimming and beach tourism was carried out.

Keywords: reservoir, Gomel, recreation, tourism, lake.

К. Д. ХАМЕНОК, Е. В. ХАЦКЕВИЧ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ ЗЕЛЁНОЙ ЭКОНОМИКИ В БЕЛАРУСИ

*Барановичский государственный университет,
г. Барановичи, Республика Беларусь,
kk.khamianok@mail.ru, liza.khatskevich. 03@mail.ru*

В данной статье рассмотрено понятие зеленой экономики, выявлены ее достоинства и недостатки. Изучена государственная политика совершенствования зеленой экономики в Беларуси. Более того, определены основные принципы исследуемой экономики и способы их реализации.

Ключевые слова: зеленая экономика, зеленые принципы, реализация принципов, достоинства зеленой экономики, отрицательные стороны.

Нередко придаётся недостаточно внимания трудностям взаимоотношения экономики и экологии. Помимо этого, непросто опровергнуть то, что регулирование экономического развития обусловлено увеличением загрязнения и деградацией окружающей среды. Данное явление изъясняется в истощении природных ресурсов и изменении климатических условий, что лимитирует возможности последующего совершенствования.

На сегодняшний день представляется актуальным восприятие того, что формирование «зелёной» экономики подразумевается неотъемлемой частью политики любого правительства и занимает значимое место в государственном управлении. На всевозможных ступенях своего становления государство может отдавать предпочтение определённому её направлению. Стабильность улучшения «зелёной» экономики всего населения представляет собой показатель конкурентоспособности конкретной страны, которая способна при её использовании удовлетворить жизненные потребности человека, находящегося на данной территории.

В документах международных организаций «зелёной» называется экономика, которая приводит к повышению благосостояния людей и укреплению социальной справедливости при одновременном существенном снижении рисков для окружающей среды и дефицита экологических ресурсов [1].

Одним из основополагающих достоинств «зелёной» экономики характеризуется смягчение проблем окружающей среды как в международном, так и в национальном масштабах. Кроме того, она благоприятно сказывается на социально-экономический рост, а также приводит к инвестированию в конкретную отрасль, к росту внутреннего валового продукта и к формированию рабочих мест для населения, тем самым уменьшая показатель безработицы в стране. Тем не менее, существуют отрицательные стороны «зелёной» экономики. К примеру, для того, чтобы совершить переход к вышеуказанной модели экономики, необходимо обладать достаточными средствами и уровнем развития технологий. Переход способен вызвать значительные изменения рынка главных отраслей промышленности стран, что может привести к потерям рабочих мест.

В условиях глобальных преобразований в экологии, истощении ресурсов и социально-экономического расслоения «зелёная» экономика может служить выходом, а именно помочь населению перейти на новый уровень развития и дать уверенность обрести равновесие между флорой и фауной.

В последние несколько лет идеи экономического развития и организации человеческой жизни осуществляются основе «зелёных» принципов, пользующимися популярностью как на глобальном, так и на национальном уровнях. Развитие «зелёной» экономики в республике основывается на принципах:

- межсекторальности;
- инновационности;

- научности;
- ресурсосбережения;
- повышения конкурентоспособности и укрепления занимаемых позиций на мировых рынках с учетом глобальных тенденций экологизации;
- международного сотрудничества и ответственности [2].

Реализация данных принципов «зелёной» экономики ориентировано на увеличение потенциала белорусской экономики, улучшение качества элементов окружающей среды и решение задач в данной области, внедрение значительных объёмов инвестиций в технологи, которые в последующем могут стать главными источника экономического роста и развития.

Основным примером реализации принципов экономического развития «зелёной» экономики служит преобразование Бреста в зелёный город. На сегодняшний день выстроены следующие задачи, которые целесообразны для достижения данной цели: необходимо создать зелёные коридоры, посредством которых будут связаны парки; требуется освоить потенциал водно-зелёного диаметра и заняться восстановлением парков.

Брест имеет невероятно хороший потенциал для формирования экологического фундамента. Экологический фундамент возможно образовать из нескольких слоев. Например, из зелёных бульваров. В настоящий момент они прерываются пешеходной связью с поездами. Поэтому, если Брест потеряет бульвары в историческом центре, то он утратит свою узнаваемость в качестве города бульваров. Более того, страна не настолько богата, чтобы просто так раскидываться участками в пользу зелени. Должен быть баланс. Для того, чтобы его достичь, нужно много людей, которые способны организовать отличную коммуникацию для всеобщего понимания: куда идти, что сохранять, где строить.

Понятие «зелёной» экономики раскрывается в стратегии устойчивого развития Республики Беларусь. В число приоритетных направлений развития «зелёной» экономики в нашей стране вошли:

- внедрение принципов устойчивого потребления и производства;
- развитие экологического туризма и агротуризма;
- развитие электротранспорта (инфраструктуры) и городской мобильности;
- смягчение последствий изменения климата и адаптация к климатическим изменениям;
- сохранение и устойчивое использование биологического и ландшафтного разнообразия;
- развитие сферы «зеленого» финансирования;
- образование, подготовка кадров и социальная вовлеченность [2].

Республика Беларусь характеризуется одним из участников многоплановых международных соглашений: европейских международных природоохранных конвенций и протоколов. Более того, они являются платформой всестороннего сотрудничества для:

- развития национальных инициатив и проектов,
- совершенствования законодательной базы,
- регулирования вовлечения в страну и оптимальное применение донорских финансирования.

Участие страны в международном партнёрстве в отрасли охраны окружающей среды и разумного задействования природных ресурсов не только увеличивают престиж республики на международной арене, но также дают перспективу продвижения белорусских инициатив на международный уровень, гарантируя при этом вовлечение национальных экспертов для их реализации.

Базовыми направлениями сотрудничества являются вопросы, касающиеся поддержания биологического разнообразия и стабильного функционирования системы охраняемых водно-болотных угодий в белорусском Полесье, недопущения загрязнения окружающей среды нефтепродуктами, а также осуществления мероприятий по уменьшению сельскохозяйственных источников загрязнения.

Следует отметить, что участие в международных процессах в сфере охраны окружающей среды позволяет приобрести доступ к новейшим технологиям и наработкам, заимствовать опыт ведущих стран по их использованию. В свою очередь это будет благоприятствовать более результативному урегулированию экологических проблем в Беларуси.

Таким образом, «зелёная» экономика признается оптимальным решением для нашего непростого времени. Политика «зелёной» экономики способна оказать помощь развивающимся государствам с целью достижения социально-экономической выгоды в определённых направлениях. Например, формирование чистых энергетических технологий, наращивание эффективности задействования ресурсов посредством инвестиций в более чистые производства, улучшение продовольственной безопасности путём внедрения более стабильных способов технического обслуживания сельского хозяйства и доступа к появляющимся новым рынкам «зелёных» товаров и услуг.

Список литературы

1 Правовое обеспечение реализации принципов «зеленой» экономики в Республике Беларусь: монография / Е. В. Лаевская [и др.]; под ред. Е. В. Лаевской. – Минск : Четыре четверти, 2017. – 256 с.

2 Умные города, экотуризм, циркулярная экономика. Как будет развиваться «зеленая» экономика в Беларуси до 2025 года [Электронный ресурс] // Pravo. by. – Режим доступа: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2021/december/67779>. – Дата доступа: 10. 02. 2022.

K. D. Khamianok, E. V. Khatskevich

STATE POLICY FOR GREEN ECONOMY DEVELOPMENT IN BELARUS

*Educational Establishment "Baranovichi State University",
Baranovichi, Republic of Belarus,
kk.khamianok@mail.ru, liza.khatskevich.03@mail.ru*

Annotation. This article discusses the concept of a green economy, identifies its advantages and disadvantages. The state policy of improving the green economy in Belarus has been studied. Moreover, the basic principles of the studied economy and ways of their implementation are determined.

Key words: green economy, green principles, implementation of principles, advantages of green economy, negative aspects.

УДК 911. 5+502. 31

В. М. ЯЦУХНО, С. С. БАЧИЛА

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНИЦИАТИВЫ ПО ОЦЕНКЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
yatsukhno@bsu.by*

В статье рассмотрены основные положения международной инициативы, направленной на определение выполняемых функций экосистемами и предоставляемых ими различных услуг в виде материальных и нематериальных благ и выгод. Анализируются подходы эколого-экономической, включая стоимостную их оценку, а также отмечается востребованность интеграции ее результатов в практику планирования и реализации задач устойчивого природопользования Республики Беларусь.

Ключевые слова: функции экосистем, экосистемные услуги, биоразнообразие, классификация экосистемных услуг, природный актив.

В условиях продолжающегося расширения масштабов и роста интенсивности проявления вызовов и угроз, обусловленных усилением антропогенного воздействия на окружающую среду, изменениями климата и др., весьма актуальными и практически востребованными являются задачи по сохранению и восстановлению природных экосистем. При этом особую значимость приобретают научные и прикладные исследования по определению, учету, классификации, эколого-экономической оценке, обоснованию компенсационных рыночных механизмов платежей за предоставляемые экосистемами различных услуг в виде материальных и нематериальных выгод и благ [5]. До недавнего времени вовлечение в хозяйственный оборот экосистем рассматривалось и оценивалось лишь с ресурсных позиций, т. е. как совокупность природных богатств, которые используются в качестве естественных (минеральных, водных, биологических, почвенно-земельных, климатических) ресурсов для производственной, рекреационной и иной деятельности. В данном контексте экосистемы становятся основной структурной единицей природного капитала, который является в системе национального богатства как важный экономический актив, характеризующийся накопленной стоимостью [1]. Однако, следует учитывать, что природный капитал имеет двойственную природу, являясь, с одной стороны – чисто экономической категорией, с другой – одновременно частью экологической системы. Выполняемые экосистемами, наряду с хозяйственно значимыми, ряд других, не менее важных экологических функций, и при условии их использования в производственной деятельности, также относятся к экономическому активу. К ним следует отнести обеспечение и поддержание круговорота питательных веществ, включая детритофикацию биомассы, ассимиляцию отходов и промышленных выбросов, регулирование водного режима, климата, поглощение парниковых газов, обеспечение биологического контроля, трофико-динамическую регуляцию, предотвращение деградации земель, формирование рекреационного потенциала, поддержание визуально-эстетической привлекательности и сакральной ценности ландшафтов и др.

В проводимых научных исследованиях, посвященным экосистемным услугам, последние трактуются с позиций трех характерных функций природного капитала: 1) ресурсной, согласно которой обеспечение производства товаров и услуг осуществляется в результате использования природных ресурсов; 2) экосистемной – обеспечение средоформирующих и регулирующих функций природными компонентами; 3) социальной – услуги природы, связанные с культурными, историческими, научными, рекреационными и духовными ее аспектами. Исходя из этого, была предложена классификация экосистемных услуг, разделенных на 4 группы: обеспечивающие, регулирующие, поддерживающие и культурные. Указанная классификация впервые отражена в разработанной в 2005 г. Международной программе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия», выполненной под эгидой ООН, ЮНЕП, МСОП и ФАО, Международного валютного фонда [8]. В программе подчеркивается, что при адекватном экономическом учете экологического фактора эффективность ресурсопользования заметно выше, чем при наращивании природоемкости экономики, что подтвердило развитие ряда стран в последние несколько десятилетий. Преобладающее до настоящего времени мнение о поддержании техногенного природоемкого развития требует все больших средств в природозэксплуатирующие комплексы и отрасли, функционирование которых нередко сопровождается истощением и деградацией природных комплексов и их отдельных компонентов. В свою очередь, это требует дополнительных затрат для поддержания на прежнем уровне объемов эксплуатации и добычи природных ресурсов. Перспективным направлением изменения сложившейся ситуации является опора на «...современные знания и технологии способные существенно уменьшить воздействие человека на экосистемы. Однако их потенциал вряд ли можно будет использовать в полном объеме до тех пор, пока экосистемные услуги не перестанут рассматривать как бесплатные и бесконечные, а их ценность не будет в полной мере приниматься во внимание» [2, с. 6].

К числу востребованных задач в изучении экосистемных услуг относится их классификация, в соответствии которой необходимо использовать международный подход, включая биологические, экологические, географические и экономические методы исследования и накопленный опыт в этой

области. В настоящее время обоснованы и разработаны более двух десятков классификаций экосистемных услуг, отражающих разнообразие структурных, функциональных, а также национальных и региональных особенностей их интерпретации. Однако, наиболее используемыми в практических целях признаны классификации трех международных инициативных групп, объединяющих ученых, специалистов и практиков из разных стран и регионов мира. Первая из этих классификаций была представлена рабочей группой программы «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» [8], вторая – в рамках проекта «Экономика экосистем и биоразнообразия» (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB*) [10], а третья, получившая название «Общая международная классификация экосистемных услуг» (*Common International Classification of Ecosystem Services, CICES*). Классификация CICES выполнена под эгидой Европейского агентства по окружающей среде [6], имеет 5-уровневую иерархическую структуру, состоящую из секций, разделов, групп, классов и типов классов, наиболее соответствует и отражает структурные и функциональные особенности экосистем Беларуси и предоставляемые ими услуг. Согласно вышеуказанной классификации выделяется 83 типов классов экосистемных услуг, которые в настоящее время используются при оценке шести наиболее распространенных на европейском континенте экосистем: лесных, сельскохозяйственных, водно-болотных, морских, городских, почвенных экосистем.

К числу важнейших проблемных направлений, требующих раскрытия особенностей содержания и использования предоставляемых экосистемных услуг следует отнести: определение эколого-экономической ценности, в том числе стоимостной оценки выгод и благ, получаемых в процессе функционирования экосистем с последующим их отражением активов в системе национальных счетов, бухгалтерского учета, проектирования и планирования и территориальной организации хозяйственной деятельности. Несмотря на наличие множества методов и подходов, которые могут применяться при оценке экосистемных услуг, они не получили достаточно широкого применения (таблица) [4]. Это обусловлено не только сложностью и комплексностью решаемой задачи, необходимостью учета этических и культурных аспектов, но и тем обстоятельством, что рассматриваемые услуги и их активы не являются предметами рыночного оборота. В этой связи должны быть реализованы и применены, в том числе нерыночные методы определения ценовых параметров. Наибольшую известность получила оценка экосистем на основе общей экономической стоимости (*total economic value*), рекомендуемая Статистической комиссией ООН при ведении Системы экономических и экологических счетов (СЭЭС–12) [9]. Последняя выступает в качестве международного признанного метода учета природного капитала в рамках национальных счетов. СЭЭС–12 предполагает разработку оценок экосистемных услуг и включение счетов по экосистемам в качестве отдельного раздела. Так, Европейское экологическое агентство (*the European Environment Agency*) совместно с рядом партнерских институтов успешно развивает и тестирует методологии оценки экосистемных услуг и внедрение их в национальные счета природного капитала [7].

Таблица – Сущность и содержание методик, применяемых при эколого-экономической оценке экосистемных услуг (по [3] с дополнением авторов)

Цель исследования	Алгоритм оценки	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4
<i>Производственная функция (определение изменений в сфере производства)</i>			
Проследить влияние Изменений в услугах, предоставленных экосистемой на производственные блага	Определяет ценность ресурсов и функций экосистем, не имеющих рынка, моделируя изменения экономических результатов в зависимости от вклада ресурсов и функций	Позволяет определить максимально возможный объем выпуска продукции при различных сочетаниях и объемах экослуж	Данные об изменениях качества экослуж, в сфере производства, часто отсутствуют, что приводит к уменьшению получаемой прибыли

Окончание таблицы

1	2	3	4
<i>Затратные методы</i>			
Выявить затраты на подготовку и использование блага, экоуслуг	Подсчет затрат общества на поддержание и восстановление экоуслуг в достаточном объеме	Легче измерить затраты на поддержание экоуслуг, чем затраты на сами блага	Чем лучше по качеству экоуслуга, тем меньшую экономическую оценку она получит
<i>Стоимость замещения блага (экоуслуги)</i>			
Определить стоимость замещения утраченного блага, или экоуслуги	Предполагает определение расходов в текущих ценах на создание нового блага, являющегося по своим функциональным характеристикам аналогом оцениваемого блага	Предусматривает прямую замену блага и экоуслуг, не имеющих рыночной стоимости, на блага и экоуслугу, имеющих такую стоимость	Возможна переоценка Фактической стоимости блага или экоуслуги
<i>Метод гедонистических цен</i>			
Проследить изменения стоимости объектов недвижимости с учетом их связи с экоуслугами	Получение оценки природного блага, экоуслуг исходя из разницы в ценах на объекты недвижимости	Позволяет определить, насколько стоимость недвижимости зависит от различных экоуслуг, а также определяет, сколько люди готовы заплатить за лучшие экоуслуги	Возможна информационная ошибка при анализе, эксперт может наблюдать не за равновесными ценами
<i>Транспортно-путевые затраты (ТПЗ)</i>			
Сформировать кривую спроса на посещение рекреационной зоны на основании фактических ТПЗ	Определение стоимостных или временных затрат, связанных с посещением рекреационной зоны. При этом ценность блага будет определяться уплаченной суммой	Использование объективных данных о количестве посещений и стоимости проезда	Подход сложно использовать, если поездки осуществляются в несколько пунктов
<i>Субъективная оценка (СО)</i>			
Получить информацию с помощью опросов	Непосредственный опрос респондентов об их готовности платить за определенную экоуслугу	Используется при отсутствии потенциальных рынков оцениваемых экоуслуг	Полученные результаты зависят от уровня информированности опрашиваемых респондентов и их запросов
<i>Перенос полученных выгод в одних условиях для проведения оценки в других условиях</i>			
Провести оценку Экоуслуг	Использование результатов оценки экоуслуг, полученных в одних условиях, для анализа других условий	Не требует больших расходов и затрат времени	Не все полученные результаты в одних условиях можно применить в других условиях
<i>Экосистемная природная рента</i>			
Получить дополнительный доход от использования блага (экоуслуги)	Определить разницу между предельными издержками на восстановление блага (услуги) для природопользователей, работающих с разными экосистемами	Экосистемную ренту можно получить, используя даже худшие по качеству экоуслуги	Недостаточно учитывается географическое расположение объектов (экоуслуг) и их региональные и локальные различия

В Республике Беларусь первая попытка рассчитать стоимость экосистемных услуг и биологического разнообразия приведена в специально разработанном техническом нормативном акте: (ТКП 17. 02-10-2013 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок определения стоимостной оценки экосистемных услуг и биологического разнообразия». БелНИЦ «Экология», Минск, 2013. – 24 с. В зависимости от целей стоимостной оценки экосистемных услуг и сферы применения ее результатов использовались два ее вида: интегральная стоимостная оценка и стоимостная ценность биоразнообразия применяемых для обоснования альтернативных вариантов их использования и поэлементная оценка, связанная с учетом ценности конкретных экосистем (лесных, луговых, болотных, водных). В упомянутом выше ТКП для детального расчета стоимости экосистемных услуг по четырем типам основным природным типом экосистем и отдельных функциональных их свойств (поглощение диоксида углерода, водоочистные и ассимиляционная их способность) приводятся формулы по которым определяется стоимость таких услуг.

Следует признать, что несмотря на быстро развивающееся направление по идентификации, оценке, картографирования и практике применения результатов экосистемных услуг в зарубежных, в том числе соседних странах, в Республике Беларусь все эти вопросы находятся в начальной стадии их осуществления. Все необходимые предпосылки для активизации работ в этой области имеются. В первую очередь это касается наличия в структуре земельного фонда республики природных комплексов и экосистем, которые занимают 11,84 тыс. га или 57 % территории страны, представленные лесными, древесно-кустарниковыми, естественными луговыми, болотными, водными и сельскохозяйственными экосистемами. Площадь озелененных территорий в городах, районных центрах, играющая важную роль в предоставляемых экосистемных услугах и оздоровлении окружающей среды городских поселений достигла 40 %. Кроме того, существенным потенциалом экосистемных услуг в республике отличаются лесные и болотные ландшафты, занимающие соответственно свыше 9,2 млн. га и 863,0 тыс. га. В первоочередном порядке нуждаются в оценке экосистемных услуг, предоставляемые природными комплексами ООПТ общая площадь которых составляет около 1,9 млн. га или 9,1 % от площади республики.

Из общего числа 1399 ООПТ (на 01. 01. 2022), включающих 1 заповедник, 4 национальных парка, 375 заказников и 959 памятников природы, они играют не только природоохранную, но обеспечивающую и средоформирующую роль в сохранении благоприятной окружающей среды и создания условий для жизнедеятельности местного населения. Развитие концепции многофункциональности экосистем, становление нового направления экологических исследований, позволяет получить не только фундаментальные знания о процессах их функционирования, но и создать рынки ранее не оцениваемых экосистемных услуг, а также обеспечить устойчивое природопользование и более полно оценить имеющийся природный капитал Республики Беларусь.

Список литературы

1 Бобылев, С. Н. Экосистемные услуги и экономика / С. Н. Бобылев, В. М. Захаров; Ин-т устойчивого развития, Центр экологической политики России. – М. : ООО «Типография ЛЕВКО», 2009. – 72 с.

2 Дардабаева, Д. А. Природный капитал в устойчивом развитии эколого-экономической системы / Д. А. Дардабаева, В. Б. Яковлева. – СПб. : Гос. ин-т экономики и финансов, 2012. – 134 с.

3 Михаленко, П. В. Экономический компенсационный механизм экосистемных услуг: дисс. ... канд. эконом. наук; 08. 00. 05. / П. В. Михаленко. – М., 2008. – 204 с.

4 Неверов, А. В. Учет ценности экосистемных услуг для обеспечения устойчивого природопользования / А. В. Неверов, В. М. Яцухно // Природопользование и экологические риски : материалы науч. -практ. конф., Минск, 5 июня 2019 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 115–120.

5 Юрак, В. В. Экономическая оценка ценности экосистемных услуг региона: обзор мирового опыта / В. В. Юрак, М. Н. Игнатъева, А. В. Душин // Journal of New Economy. – Vol. 21. – №. 4. – 2020. – С. 79–103.

6 Common International classification of ecosystem services (CICES). V. 5. 1. Guidance on the application of the revised structure. Fibs consulting, Nottingham, UK. – 2018. – 19 p.

7 Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment // JRC Science for Policy Report. Luxembourg, 2020. – 359 p.

8 Millennium Ecosystem Assessment (MEA): Ecosystem and Human Well-being. Synthesis. Island Press. Washington, DC. USA. – 2005. – 59 p.

9 System of Environment – Economic Accounting 2012. Central Framework, UN, NY. – 2014. – 347 p.

10 The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Ecological and Economic Foundation. Rutledge, Abington, UK. – 2010. – 410 p.

V. M. Yatsukhno, S. S. Bachila

**ON THE RELEVANCE OF THE IMPLEMENTATION
OF THE INTERNATIONAL INITIATIVE ON THE ASSESSMENT
OF ECOSYSTEM SERVICES IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
yatsukhno@bsu.by*

Abstract. The article discusses the main provisions of the international initiative aimed at determining the functions performed by ecosystems and the various services provided by them in the form of material and nonmaterial benefits and benefits. The approaches of ecological and economic, including their cost assessment, are analyzed, and the relevance of integrating its results into the practice of planning and implementing the tasks of sustainable environmental management of the Republic of Belarus is noted.

Keywords: ecosystem functions, ecosystem services, biodiversity, classification of ecosystem services, natural asset.

Научное электронное издание

**ТРАНСГРАНИЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО
В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

VI Международная научно-практическая конференция

(Гомель, 2–3 июня 2022 года)

Сборник материалов

Подписано к использованию 12.07.2022.

Объем издания 11,0 МБ

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017.
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013.
Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.

<http://conference.gsu.by>