

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ»

РУП «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БЕЛОРУСНЕФТЬ»

ГОМЕЛЬСКИЙ ОБЛАСТНОЙ ОТДЕЛ ОБЩЕСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ
«БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУК О ЗЕМЛЕ
В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ**

IV Международная научно-практическая конференция
молодых ученых

(Гомель, 29–30 ноября 2018 года)

Сборник материалов

В 2 частях

Часть 1

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2018

УДК 55(476)(082)

Сборник материалов международной научно-практической конференции посвящен вопросам наук о Земле, исследованиям их состояния на современном этапе и перспектив развития в теоретической и практической сферах.

Издание состоит из двух частей. В первой части представлены материалы по секциям: «Общая и региональная геология», «Гидрогеология и инженерная геология», «Геология нефти и газа, месторождения полезных ископаемых», «Литология, седиментология и геохимия осадочных бассейнов», «Современные методы исследований в палеонтологии и стратиграфии», «Инновационные методы геофизических исследований скважин и сейсморазведки», «Физическая география, биогеография, геоморфология, климатология и гидрология».

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:

канд. геогр. наук А. И. Павловский (главный редактор),
М. С. Томаш (ответственный секретарь),
С. В. Андрушко, Т. А. Мележ

ISBN 978-985-577-455-7(Ч. 1.)
ISBN 978-985-577-454-0

© Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

БЕССМЕРТНЫЙ И.В., ЛАТУН В.В., МЕРИНОВА Ю.Ю. ФАКУЛЬТАТИВНЫЙ КУРС «ГЛОБАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ» В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ.....	7
ВИНОГРАДОВА А.А. ЭКОЛОГО-ЭТНОГРАФИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ.....	11
ВОЙТЮК Ю.Ю., КУРАЕВА И.В. КОМПЛЕКСНОЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЭЦ.....	15
ГРЕЧАНОВСКИЙ А.Е. ОПЫТ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ МАЛОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ В СЕКЦИИ «ГЕОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ» С УЧЕНИКАМИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ.....	18
КАРЧЕВСКАЯ Е.Н., КРАВЧЕНКО М.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛАВЯНСКИХ ТРАДИЦИЙ В ТУРИЗМЕ.....	22
КОНОНЕНКО О.С., ЗАГОРУЛЬКО Т.О., САВЕНКО Д.О., ШЛОШЕНКОВ А.О., МАЧУЛЬСЬКИЙ Г.М. ФОРМУВАННЯ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ.....	25
КОПТЄВА Т.С. ВИСОТНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ҐРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ЛАНДШАФТІВ (НА ПРИКЛАДІ БУРЩІТСЬКОГО ВІДВАЛУ).....	27
КУНАФИН А.Д., БАЛЫКОВА С.Д. ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ СО СВОЙСТВАМИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД ГОРНЫХ РЕК.....	30
ЛОЙКО С.В., КУЗЬМИНА Д.М., КЛИМОВА Н.В. ПЕРВИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ В КОТЛОВИНАХ ОСУШЕННЫХ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР ЮЖНОЙ ТУНДРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	35
МАМЕНОВ С.Д. ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	38
СУХОВИЛО Н.Ю., РОМАНЧУК А.И. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛЫХ ОЗЕР И МЕЛОВЫХ КАРЬЕРНЫХ ВОДОЕМОВ БЕЛАРУСИ И ПОЛЬШИ.....	42
ЯКОВЕНКО О.І., ДАНЬКО Г.В., ЛУКАШ О.В. ОСЕРЕДКИ ФОРМУВАННЯ ПСАМОФІТНОЇ РОСЛИННОСТІ НА ҐРУНТАХ ЛЕСОВИХ ОСТРОВІВ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ.....	47

ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

БЕЛЯЕВА К.В. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ НА ФОНОВУЮ И АНОМАЛЬНУЮ СОСТАВЛЯЮЩИЕ.....	51
ГАЛЕЗНИК О.И., МЕЛЕЖ Т.А. КАРЬЕР «ЛЕНИНДАР» КАК ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ, ИЗУЧАЕМЫЙ В ХОДЕ УЧЕБНОЙ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ.....	54
ДОНДОГ ГАРАМЖАВ, ОТГОНБАЯР САНСАР ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЭРДЭНЭТИЙН-ОВОО.....	59
КУХАРИК Е.А. ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	70
МЕЛЕЖ Т.А., ГАЛЕЗНИК О.И. КАРЬЕР «ЛЕНИНО» КАК ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ, ИЗУЧАЕМЫЙ В ХОДЕ УЧЕБНОЙ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ.....	73
МЕЛЕЖ Т.А., ГАЛЕЗНИК О.И. ОБЗОР ОБЪЕКТОВ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ-ГЕОЛОГОВ НА ПРИМЕРЕ АРХЕЙ-ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ КАРЬЕРОВ «ГЛУШКОВИЧИ» И «МИКАШЕВИЧИ».....	77
МЕЛЕЖ Т.А., КАШУТЧИК К.И. ЭКСПОЗИЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ГЕОЛОГОВ (НА ПРИМЕРЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА УО «ГТУ ИМ. Ф. СКОРИНЫ»).....	80
ПАРФЕНЦОВ Н.А. МОЗЬРСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ КАК ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ РЕЛИКТОВОГО РЕЛЬЕФА.....	85

ПОМОЗОВ Д.Е. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВОЗВЕДЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ.....	88
ТИМОФЕЕВ С.П. АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ СЛАНЦЕВЫХ ФОРМАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	91

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

АХМЕТДИНОВ Ф.Р. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ МИКРОКЛИМАТА ПЕЩЕР.....	94
БАДРЕТДИНОВ Р.Ф. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧАСТКА ИЗЫСКАНИЙ В ОРДЖОНИКИДЗОВСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДА УФЫ.....	97
ГОРБАЧЕВ Е.И., КОНЦЕВОЙ Е.Н., ЛЕВКОВСКИЙ В.В., ПАРАХНЯ С.С. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЛЮВИАЛЬНО-ТЕХНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ НАМЫВА «ЮЖНЫЙ».....	101
ДОЙЛИДОВ А.А. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗУЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	106
ЕРЗОВА В.А. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФГУП «РОСРАО» (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	110
КАШУТЧИК К.И. МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ПУЧИНИСТОСТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИЗЫСКАНИЙ.....	113
МЕЛЕЖ Т.А. СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЭКЗОГЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ В РЕЧНОЙ ДОЛИНЕ ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ.....	119
НЕСТЕРОВ Д.С., КОРОЛЕВ В.А. МИКРОСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ЭЛЕКТРООСМОСЕ.....	125
РУДЬКО В.С., МЕЛЕЖ Т.А. ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПЛОЩАДКЕ ИЗЫСКАНИЙ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО 18-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПО УЛИЦЕ СОЖСКОЙ, 5 В ГОРОДЕ ГОМЕЛЕ.....	130
САФАРГАЛИНА Р.Р. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	133
СОЛОМЕНКО Р.Е. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ С РЕЗУЛЬТАТАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ДРУГИМИ МЕТОДАМИ.....	137
СУВХАНОВ Д.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДОВ.....	140
УМУТБАЕВА И.Р. ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН.....	143
ФЕДОРСКИЙ М.С., ШАВРИН И.А., ГУСЕВ А.П. МОНИТОРИНГ ЭКЗОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УРБАНИЗИРОВАННОМ ЛАНДШАФТЕ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОГО ОБХОДА ГОРОДА ГОМЕЛЯ).....	148
ХАРЛАМОВА А.Е., БАЛЫКОВА С.Д. ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ ЗЕРЕН НА ПЛОТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭОЛОВЫХ И ОЗЕРНО-АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПЕСКОВ ТУКУЛАНОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ.....	151
ЧАРЫЕВ Б.Б. РАСЧЕТ ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО СУММИРОВАНИЯ.....	155
ШЕХОВЦОВА А.В., КОРОЛЕВ В.А. К РАЗРАБОТКЕ ГРУНТА–АНАЛОГА МАРСА.....	158
ЮЩЕНКО И.С. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА «ХРАНИЛИЩЕ ЖИДКОЙ СЕРЫ ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД».....	162
ЮЩЕНКО И.С. ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД».....	166
ЯКОВЕЦ С.В. ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ГОРНЫХ ОТВОДОВ ДЛЯ ОДИНОЧНЫХ АРТЕЗИАНСКИХ СКВАЖИН НА ТЕРРИТОРИИ БУДА-КОШЕЛЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	169

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

АБРАМОВИЧ О.К. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ.....	173
ГАЛЕЕВ Р.И. НЕТРАДИЦИОННЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	177
КЕЧКО А.В., МЕЛЕЖ Т.А. УТОЧНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО ПЛАНА МЕЖСОЛЕВЫХ ЕЛЕЦКО-ЗАДОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТИШКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ).....	180
КОНДРАТЕНКО Н.И., КОНДРАТЕНКО А.В. ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕНОСНОСТИ ГАЛИТОВОЙ ПОДТОЛЩИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА.....	184
КУРБАНОВ Б.А. ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В ГАЗОНЕФТЕНОСНЫХ ОБЛАСТЯХ ТУРКМЕНИИ.....	189
ЛОПУШКО А.А. ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ НЕФТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ).....	193
МАКСИМОВ Ю.О., БОБИКОВА Т.В. СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРИПЯТСКОМ ПРОГИБЕ.....	195
МЕЛЕЖ Т.А., ЮРЧЕНКО Д.Н. ПРИМЕНЕНИЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ) РАДОНОВОГО ИНДИКАТОРНОГО МЕТОДА.....	200
САРЫЧЕВА О.В. ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕЛОВЫХ И ЮРСКИХ НЕФТЕГАЗОПРОДУКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОБЪЕКТАХ ЮЖНО-КАРСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО БАССЕЙНА.....	203
СКОРКО И.С., МЕЛЕЖ Т.А. ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СЕВЕРО-ЗУЕВСКОЙ ПОДСОЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВАНИИ БУРЕНИЯ ПОИСКОВОЙ СКВАЖИНЫ 604S2 ЗУЕВСКАЯ.....	206
ХУСНУЛЛИН Т.Р., МУСТАФИН С.К. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГТИ (ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ) ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ БАССЕЙНОВОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ СУРГУТСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА.....	211
ШКОДИН С.Д., ХРУСТАЛЕВ С.Ю., РЕШЕТНИКОВ М.В. ПЕТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ ПОИСКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА.....	213

ЛИТОЛОГИЯ, СЕДИМЕНТОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ

АБРАМОВИЧ А.А. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ОРГАНОГЕННЫХ ПОСТРОЕК В КАРБОНАТНОЙ ФОРМАЦИИ НИЖНЕГО ФАМЕНА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА.....	216
КУЛИКОВ А.А. ГАЗО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОНАХ.....	218
ХУСАИНОВА М.А. ХАРАКТЕРИСТИКА КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАВОЛЖСКОГО НАДГОРИЗОНТА МИХАЙЛОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ).....	223
ЧЕРНЕНКО И.С. ФАЦИАЛЬНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БРАГИНСКО-ХОЙНИКСКОГО РЕГИОНА.....	226
ШКУРГАНОВ И.Н. СОПОСТАВЛЕНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОЛИГОНА «ОСОВЦЫ».....	230

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПАЛЕОНТОЛОГИИ И СТРАТИГРАФИИ

ДОРОЖКО Н.В. ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ БАТРАХОФАУНЫ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В ТЕЧЕНИЕ ГОЛОЦЕНА.....	236
---	-----

ЦВИРКО Д.И. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ...	240
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ	
АЛЬТЕМИРОВ Д.В. КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СУРГУТСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА.....	245
ЗАЯЦ Ю.И. РАСЧЛЕНЕНИЕ РАЗРЕЗА КРАСНОЦВЕТНОЙ ФОРМАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ БАМНЕТ-НАРОНГ ПО ДАННЫМ ФОТОГРАММЕТРИИ КЕРНА СКВАЖИН.....	247
ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОМОРФОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ	
АБРАМЧУК Ю.А., ЗУЕВ В.Н. О НЕКОТОРЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ОЗЕРА СОМИНСКОЕ (ИВАЦЕВИЧСКИЙ РАЙОН).....	251
АНДРУШКО С.В. ЛАНДШАФТНЫЙ ФАКТОР РАЗМЕЩЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА И РАННЕГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ.....	254
БОВКУНОВИЧ А.В. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА БЕЛАРУСИ ЗА 1980–2016 ГОДЫ.....	259
ВОСТРОВА Р.Н., ШУБЕРТ А.Ю., ХОН Т.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОШАГОВОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ ОТКРЫТОГО РУСЛА.....	262
ГЕБЕРТ Г.А., КАТКОВ М.Б. КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ ОРЕНБУРЖЬЯ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ МЕСТА ЗИМОВОК РУКОКРЫЛЫХ.....	266
ГЕРМАН К.Г., ВИНОКУРОВ И.О. ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА РЕКИ ВЕЛИКАЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	270
ГЛИНСКАЯ А.Н., ГЕРТМАН Л.Н., ШАРИКОВ А.П. ИЗ ОПЫТА КОРРЕКТИРОВКИ ПРОЕКТОВ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ПРИБРЕЖНЫХ ПОЛОС В ЛОЕВСКОМ РАЙОНЕ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	274
ГРЕЧАНИК А.В., БОНК Д.А. ДИНАМИКА ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	280
ДОРОЖКО О.О. ЗАБОЛЕВАНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ: ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....	285
ИГНАТЬЕВА А.В. ДИНАМИКА ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ В СУБЪЕКТАХ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА.....	291
КУЗЬМИН К.А., ЧЕРНОВА М.А., БУКОВСКИЙ М.Е. АНАЛИЗ ПРОДОЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ И УКЛОНОВ РУСЕЛ В БАССЕЙНЕ РЕКИ БИТЮГ.....	296
ПОЛЮХОВИЧ А.Н. ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ПИНСКОГО РАЙОНА).....	301
РУДЬКО В.С. ПРОДОЛЬНЫЕ ПРОФИЛИ РЕК КАК ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИНДИКАТОРЫ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ.....	304
РЫЖКО К.В. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛУНИНЕЦКОГО И ПИНСКОГО РАЙОНОВ).....	307
СОТНИКОВ Р.В., ЗУЕВ В.Н. МИКРОПЛАСТИК В РЕЧНОЙ ВОДЕ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ МЫШАНКИ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА).....	311
ТОМАШ М.С., БОГДАНОВ Д.Н. ОЦЕНКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ВОДОХРАНИЛИЩ И ПРУДОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	314
ТРУБЧИК М.Н. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭОЛОВОГО РЕЛЬЕФА МАЛОРИТСКОЙ РАВНИНЫ.....	319
ШЕМАНАЕВ К.В., TRAN NGOC ANH, DANG DINH KHA ТЕХНОЛОГИЯ ФОНОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОКА.....	322
ШВАЮК И.В. ИЗМЕНЕНИЕ ДАТ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО СНЕЖНОГО ПОКРОВА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА.....	324
ЯКУБИЧ М.Ю. ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В 1987–2016 ГОДАХ.....	328

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

И.В. БЕССМЕРТНЫЙ, В.В. ЛАТУН, Ю.Ю. МЕРИНОВА

ФАКУЛЬТАТИВНЫЙ КУРС «ГЛОБАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ» В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

*ФГАОУ ВО «Южный Федеральный Университет»,
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
bessmertny74@gmail.com, vlatun@yandex.ru, yuliyamerinova@yandex.ru*

Одной из ключевых целей современного образования является формирование мировоззрения обучающихся, как важного качества гармоничной личности. Формирование целостной научной картины мира у старшеклассников предполагает, в том числе, географическую наполненность естественнонаучных и гуманитарных знаний. География, широко используя региональный компонент, остается дисциплиной, синтезирующей естественное и общественное направление в науке.

Особенностью предлагаемого авторского факультативного курса «Глобальная география» является ярко выраженный междисциплинарный характер, пронизанный идеей географического единства человечества и проблемами его выживания. Изучение данного факультативного курса в старших классах позволяет интегрировать знания, полученные по другим предметам, максимально использовать общеобразовательный и культурологический потенциал географии как учебного предмета, сочетать линейно-ступенчатый и концентрический принципы обучения.

Факультативный курс «Глобальная география» разработан для учащихся 10 – 11 классов в объеме 70 часов, в соответствии с учебным планом МБОУ Лицей № 3. Курс рассчитан на 2 года обучения и является программой повышенного уровня обучения для учащихся естественнонаучного профиля. В 10 классе запланировано проведение 35 часов занятий, в 11 классе – 35 часов, второе полугодие 11 класса полностью посвящено непосредственной подготовке к ЕГЭ. Суммарная учебная нагрузка – 70 часов, по часу в неделю.

Целью данного курса является познание пространственных проявлений общепланетарных процессов и явлений.

В ходе достижения цели решаются задачи:

- овладение системой знаний о глобальных проблемах современности, что исключительно важно для целостного осмысления планетарного сообщества людей, единства природы и общества;
- формирование глобального мышления учащихся в противовес узко понимаемым национальным и экономическим интересам;
- развитие познавательных интересов учащихся к приобретающим все большую актуальность проблемам социального характера – межнациональных отношений, культуры и нравственности;
- вооружение учащихся специальными и общенаучными знаниями, позволяющими им самостоятельно «добывать» информацию географического характера по данному курсу;
- успешной сдачи Единого Государственного Экзамена по географии.

В результате освоения факультативного курса ученик должен знать и понимать географический характер многих закономерностей окружающего мира, формировать пространственное мышление. После изучения курса учащийся должен знать и понимать:

- предмет изучения глобальной географии;
- систематизацию глобальных проблем, причины возникновения и пути их решения;
- антропогенное воздействие на природу в целом и ее отдельные компоненты;
- особенности этнической, лингвистической, религиозной структуры общества;
- политическую анатомию современного мира, культурно-исторические регионы мира;
- экономическую дифференциацию мира;
- особенности глобальной и социальной экологии.

По итогам занятий школьник должен уметь:

- определять и сравнивать по разным источникам информации тенденции развития процессов и явлений;
- оценивать и объяснять степень природных и техногенных изменений в природе;
- проводить учебные исследования, моделирование ситуаций в пространственно-временной конкретности;
- решать социально значимые задачи на основе проведения учебной экспертизы.

Изучение данного курса через межпредметные связи способствует развитию логического мышления учащихся, расширению их географического кругозора. Факультатив формирует метапредметные и предметные умения (объяснять, сравнивать, классифицировать, определять, обобщать, составлять описания, находить информацию). На занятиях запланировано проведение информационных занятий (рассматривающих базовые термины, определения), игровых форм обучения (способствующих развитию самостоятельного мышления), практических и творческих задач с использованием картографического материала (закрепляющих навыки работы с картами). Содержание материала подобрано с учетом возрастных особенностей обучающихся, их интересов, знаний и способностей.

Факультативный курс «Глобальная география» предполагает следующую логику построения занятий: от обзора глобальных естественнонаучных и общественных проблем современности, представляемого учителем и дающего общее представление о предмете географии, к более детальной характеристике отдельных проблем человечества и особенностей пространственного развития государств мира, прорабатываемой учениками. Такой подход направлен на повышение мотивации учащихся и обеспечение целостного восприятия дисциплины.

Содержание факультатива разбито на введение и 4 основных раздела, каждый из которых разбит на несколько тем:

Введение. Глобальная география: терминология и содержание. Систематизация глобальных проблем.

I раздел. Современный лик Земли. Изменившийся лик Земли. География человечества. Этнография. Политическая карта современного мира. Экономическая дифференциация мира. Крупнейшие страны мира. Социально-экономическая характеристика крупнейших стран мира.

II раздел. Глобальные проблемы человечества. Демографическая проблема [1]. Проблема отсталости. Продовольственная проблема. Энергетическая проблема. Сырьевая проблема. Проблема Мирового океана. Глобальный этнический кризис. Проблема здоровья и долголетия. Другие глобальные проблемы современности: проблема преступности, терроризм и региональные конфликты; проблема урбанизации; проблема

технологических аварий; проблема дефицита демократии и свободы; предотвращение ядерной войны и сохранение мира на Земле; всемирное наследие человечества.

III раздел. Геоэкология – фокус глобальных проблем. Биосфера как планетарная организация жизни. Техногенез: глобальные масштабы и региональные проявления. Глобальная экология. Экология атмосферы, гидросферы, педосферы. Социальная экология. Геоэкология России.

IV Раздел. Подготовка к ЕГЭ. Географические модели. Литосфера. Атмосфера. Гидросфера. Формы, размеры, движение Земли. Географическая оболочка как крупнейший природно-территориальный комплекс. География отраслей промышленности.

Занятия по факультативу проводятся как в традиционной форме уроков под руководством учителя, так и в виде индивидуальных заданий, предполагающих самостоятельную проработку учениками отдельных тем, работу над домашними заданиями. Для оценки достижений учениками уровня государственного стандарта используются следующие виды и формы контроля: стартовый, текущий и итоговый контроль; собеседование, зачет, семинары, практикумы, рефераты, контрольные и тренировочные упражнения, периодические тестирования в формате ЕГЭ. На каждое занятие обучающиеся самостоятельно решают один вариант ЕГЭ из одного из следующих ресурсов: сборника тренировочных заданий автора Эртель А.Б., сборника ЕГЭ-2018 автора Барабанов В.В., конструктора КИМ ЕГЭ сайта «Решу ЕГЭ».

Апробация факультатива была проведена на учащихся 10 класса МБОУ лицей №3 города Батайска Ростовской области. Факультативный курс был разработан к началу 2017 – 2018 учебного года по итогам проводимого школой предварительного мониторинга предпочтений в выборе предметов для сдачи ЕГЭ обучающихся, поступающих в 10 класс. По результатам мониторинга было выявлено, что 6 обучающихся 10 класса планируют сдачу географии, как одного из итоговых экзаменов. Для улучшения их подготовки и было принято решение о введении курса.

На первом занятии было проведено входное тестирование в формате ОГЭ-9, которое выявило пробелы в знаниях по общему землеведению, строению и свойствам геосфер, практическим умениям работы с картографическим материалом. В течение первого года прохождения обучающимися курса были проведены три контрольных теста в формате ЕГЭ с целью мониторинга качества усвоения теоретического материала и умения применять полученные знания практически в ЕГЭ. Первое тестирование – после первого полугодия, второе – в конце мая, третье – в начале нового учебного года. Оценивание полученных результатов также проводилось в формате ЕГЭ с использованием первичного и вторичного тестовых баллов.

Первичный балл ЕГЭ формируется путем суммирования баллов за каждое верно выполненное задание, цена каждого задания утверждается Федеральным Институтом Педагогических Измерений (ФИПИ), по каждому предмету отдельно. Максимальный первичный балл по географии составляет на 2018 – 2019 гг. – 47.

Так как система ЕГЭ предполагает стобалльную систему оценивания, существует так называемый вторичный балл ЕГЭ, формирование которого происходит путем перевода первичного тестового балла с помощью специальной таблицы перевода, которая ежегодно утверждается распоряжением Рособрнадзора [2]. Результаты тестов были обобщены в таблице 1.

Как видно из представленной таблицы, динамика качества и глубины знаний, обучающихся в целом положительная.

Таблица 1 – Результаты тестирования школьников 10 класса в формате ЕГЭ-11
(составлено автором)

№	Первый контроль		Второй контроль		Третий контроль	
	Первичный балл	Вторичный балл	Первичный балл	Вторичный балл	Первичный балл	Вторичный балл
1	21	49	32	61	31	60
2	17	44	24	52	25	53
3	14	41	22	50	22	50
4	23	51	37	67	35	64
5	31	60	41	74	40	69
6	33	62	43	83	43	83

По результатам третьего входного контроля наблюдается некоторая отрицательная тенденция, что, может быть объяснено временем проведения контроля: после летних каникул без предварительного повторения изученного в 10 классе материала. Данный контроль наглядно показывает, какие навыки и знания были усвоены на недостаточном уровне. Остаточные знания по первой части ЕГЭ были сопоставимы со вторым контролем перед каникулами, однако полностью были утрачены навыки решения заданий цикла земля как планета, среди некоторых обучающихся отмечено снижение качества решения задач на построение профиля рельефа местности.

По результатам проведенных тестирований выявлено повышение качества знаний и умений в области социально-экономической географии, на что в первую очередь и направлен данный курс. Обучающиеся успешно справляются практически со всеми заданиями блока социально-экономической географии. Это является положительным результатом проведения факультативного курса, так как преподавание географии на базовом уровне объемом 1 час в неделю не дает возможности успешно решить задания второй части ЕГЭ и, следовательно, получить более 62 баллов. Предполагаемый средний результат ЕГЭ для школьников, посещавших факультативные занятия «Глобальная география» должен составить не менее 70 баллов.

Таким образом, курс «Глобальная география» призван дать учителю теоретический материал для повышения культуры мышления и развития познавательного интереса школьников к географии, а также нацелен на повышение качества знаний обучающихся в рамках подготовки к сдаче единого государственного экзамена. Особенности организации учебного процесса по факультативной дисциплине являются: возможность интегрировать знания, полученные по другим предметам; максимальное использование общеобразовательного и культурологического потенциала географии как учебного предмета; сочетание линейно-ступенчатого и концентрического принципов в обучении; использование широкого спектра применяемых технологий преподавания; методическое и техническое обеспечение, форм и методов ведения уроков. Апробация в старшей школе показала, что обучающиеся, посещающие факультатив, являются более высокомотивированными и грамотными в изучении географии, и как следствие, лучше подготовлены для сдачи ЕГЭ, что подтверждает эффективность факультативного курса «Глобальная география».

Список литературы

- 1 Холина В.Н. География. Углубленный уровень. Учебник 10 класс. – М. : Изд-во «Дрофа», 2016
- 2 Распоряжение Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) № 617-10 от 16.04.2018.

А.А. ВИНОГРАДОВА

ЭКОЛОГО-ЭТНОГРАФИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

*Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь,
marizza_94@mail.ru*

В настоящее время эколого-этнографический туризм стал набирать популярность, так как туристы начали более активно интересоваться путешествиями в регионы для изучения и участия в сохранении этнографического наследия территории, придерживаясь природоохранных норм, местных законов и обычаев [3].

Под *этнографическим туризмом* понимается ознакомление туристов с народными обычаями и ремеслами, бытом и традициями, историей и творчеством коренного населения. Также это понятие можно трактовать следующим образом – это вид познавательного туризма, целью которого являются путешествия к этнографическим объектам для познания культуры, архитектуры, быта и традиций народа, этноса, который сейчас проживает и когда-либо проживал на данной территории [6].

Целесообразным является *сочетание этнографического и экологического туризма*, с общей целью – ознакомление туриста с традиционным жизнеобеспечением и природным окружением конкретных народов. Наиболее часто эколого-этнографический туризм встречается в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов. По отношению к этим народам – это важное средство развития местной экономики [4].

В данном направлении туризма можно выделить 3 основные цели, которые преследуют туристы, посещая эколого-этнографические туры:

- посещение экскурсий на территории этнических деревень, которые сохранили в себе характерные черты традиционной культуры различных народов (временные или постоянные);

- ознакомление туристов с музеями народного быта. «Живые» этнографические музеи под открытым небом схожие с фольклорными деревнями привлекают внимание посетителей из-за того, что в этих музеях присутствуют образцы традиционной архитектуры, предметы быта. Особый интерес состоит в том, что туристы могут своими глазами увидеть предметы, которые принадлежали к различным культурам и эпохам, узнать об их назначении, соприкоснуться с культурой своего и других народов. В сельских домах туристы могут пообщаться с местными жителями, одетыми в национальные костюмы и занятыми традиционными ремеслами. Количество элементов этнографического наследия в таких музеях оказывает значительное влияние на их степень привлекательности для данного направления туризма;

- ознакомление туристов с непредметными формами наследия такими как: традиции, праздники, обряды и обычаи. Все это элементы социально-культурного наследия, которое передается народами из поколения в поколение и сохраняется в определенных обществах, классах и социальных группах на протяжении длительного периода времени [1].

Этнографический туризм основан на желании посетителей узнать о настоящей жизни народов, познакомиться с их народными традициями, обрядами, творчеством и культурой. В современном мире человеку свойственно хотеть изучать свои этнические корни, а также знакомиться с другими культурами и их этническими характерными чертами. Все вышеперечисленное предоставляет ему возможность сформировать целостную картину многогранного мира народов и народностей. Данный вид туризма способствует более тесным связям, обменом информацией представителей этих народов и включению их культуры в мировое культурное наследие [6].

Следует отметить, что в связи с тем, что эколого-этнографический туризм придерживается природоохранных норм, местных законов и обычаев, он преимущественно сосредоточен на особо охраняемых природных территориях.

В России развитием данного направления туризма занимаются, прежде всего, национальные парки, на территориях которых чаще всего располагаются объекты национального, исторического и культурного наследия.

В рамках эколого-этнографических туров посетители могут познакомиться с деревенскими ремеслами, художественными промыслами, народными обычаями, особенностями местной кухни, формами природопользования, историческим прошлым, языками и наречиями. Представители национальных парков, объединяясь вместе с местным населением, организуют для туристов народные фестивали и праздники, экскурсии, ярмарки с мастер-классами деревенских ремесел [3].

Эколого-этнографический туризм организуется с целью приобщения к самобытной культуре различных этно-территориальных сообществ в привычной среде их проживания. По своей сути данное направление схоже с агроэкотуризмом, предполагающим не только отдых в сельской местности, но и активное знакомство туристов с культурными традициями, обрядами, верованиями, историей местных жителей [5]. В последнее десятилетие между этническим и экологическим туризмом появился и развивается агроэкотуризм, специфика которого заключается в том, что туристы во время своего пребывания – отдыха в регионах с сохранившимся народным бытом живут в домах сельских жителей и ведут «сельский образ жизни» [4].

Эколого-этнографический туризм условно можно разделить на 2 вида: традиционный и ностальгический. Их объединяют ярко выраженные этнокультурная и языковая составляющие.

1. *Традиционный этнографический туризм* обычно является внутренним. Он подразумевает знакомство городских жителей с бытом, культурой, языком местных жителей, которые сохранили архаичный уклад жизни. Данный вид туризма предполагает посещение музеев, в которых воссозданы условия жизни многовековой давности. Традиционный этнографический туризм может основываться и на знакомстве с культурой и бытом местных народов, которые проживают на территории данной страны. Типичным примером являются поездки в резервации индейцев, которые практикуются в США.

2. *Ностальгический этнографический туризм* представляет собой визит туристами своей исторической родины, поэтому часто это внешний туризм. Характерной чертой ностальгического туризма является достаточно пожилой возраст туристов. Например, начиная с 1990-х годов, в СНГ приезжают люди, которые пострадали от многочисленных войн, среди которых немало бывших жителей Советского Союза. Ностальгический туризм позволяет им снова увидеть свою историческую родину [6].

Был исследован регион Припятского Полесья для изучения особенностей эколого-этнографического туризма на данной территории. Согласно Указу Президента Республики Беларусь «О государственной программе социально-экономического развития и комплексного использования природных ресурсов Припятского Полесья на 2010 – 2015 годы» Припятское Полесье включает в себя 3 района Брестской области (Лунинецкий, Пинский и Столинский) и 4 района Гомельской области (Житковичский, Мозырский, Наровлянский и Петриковский) [2].

Стоит отметить, что в основном этнографическое наследие представлено в *краеведческих музеях* всех районов изучаемого региона:

Государственное учреждение «Музей Белорусского Полесья», который находится в городе Пинске, был создан для изучения и пропаганды истории и этнографии родного края, героического прошлого отцов и дедов, приобщения к художественному наследию. На экскурсиях можно познакомиться с экспозициями и выставками, которые связаны с ремеслами и промыслами Полесья (предметы народного быта и культуры:

народный костюм Пинщины, предметы обработки льна, ткацкий станок, токарный станок, бочки, ковши и деревянный велосипед, макет кузнечного горна и изделия кузнецов XIX – начала XX вв.); городским бытом жителей Пинска первой половины XX в. (предметы мебели, одежды, интерьер комнаты горожанина, обставленный подлинными предметами).

Лунинецкий районный краеведческий музей. На постоянной основе музей тесно сотрудничает с народными мастерами Лунинетчины. В музее проводилась выставка ярмарка изделий ручной работы «Лунинецкий млын», в процессе которой были проведены мастер-классы и встречи с мастерами.

Столинский районный краеведческий музей находится в одном из живописных уголков ландшафтно-пейзажного парка «Маньковичи», который является наследием старинного магнатского рода Радзивиллов и принадлежит к числу памятников природы республиканского значения. Столинский район имеет богатую и славную историю, истоки которой ведутся с глубокой древности. Любая культура каждого народа состоит из их исторического и духовного наследия.

Туровский краеведческий музей. Современная музейная коллекция насчитывает более 11 тысяч единиц основного фонда предметов археологии, этнографии, документов и др. Сейчас в музее есть 5 экспозиционных и 1 выставочный зал: древности, этнографии, Великой Отечественной войны и природы. Раздел этнографии включает в себя предметы, характеризующие материальную культуру Белорусского Полесья XIX – начала XX вв.: лозоплетение, соломоплетение, одежда, предметы домашнего быта, приспособления для рыболовства, ткачества и многое другое.

Для большей популяризации Наровлянского района работает *Наровлянский историко-этнографический музей*. Музей представлен следующими залами: выставочным, культуры сельского быта, Чернобыльской тематики, зал вышивки и ткачества, природы Полесья. Ежегодно музей посещает более 1000 человек. Историко-этнографический музей является памятником архитектуры XIX века. Фонд музея насчитывает более 6500 единиц музейных предметов. Регулярное пополнение фондов является показателем жизнедеятельности музея.

Петриковский краеведческий музей. Экспозиция подразделяется на две составляющие: одна из которых посвящена археологии и этнографии Петриковщины, а другая – Великой Отечественной войне и войне в Афганистане. Посетители музея могут прикоснуться к истокам самобытности и народной мудрости полешуков, жизнь которых всегда была связана с рекой, так как река была главной транспортной артерией. В связи с вышесказанным, центральное место в экспозиции музея занимает долбленая лодка, рыболовные снасти и принадлежности к ним. Особый колорит экспозиции придают домотканые покрывала и рушники, вытканые руками местных ткачих с соблюдением традиций народного художественного ткачества Петриковщины.

С 1 октября 2014 года музей Деда Талаша был объединен с районным краеведческим музеем. С тех пор в музее работает отдел истории национального героя Деда Талаша и партизанского движения на Петриковщине.

Народные праздники и обряды, неповторимый фольклор, самобытные ремесла, национальный костюм, кухня Пинщины – все это богатое наследие необходимо сохранить, возродить и пригласить познакомиться с ним гостей. С этой целью был создан *Центр традиционной культуры и быта «Спадчына Палесся»* в деревне Мерчицы Пинского района, который стал базой для размещения и сохранения предметов крестьянского быта, народных промыслов предков региона. В Пинском районе культура признается одним из главных факторов самобытности белорусского народа. Центр осуществляет свою деятельность по следующим направлениям:

– *научно-исследовательское*, в рамках которого решаются задачи создания фольклорно-этнографической базы (формирование фондов, их обработка и т.п.),

изучения системы местных культурных традиций, определения возможностей их внедрения в современное социокультурное пространство;

– *реконструктивное* – освоение песенных, хореографических, ремесленных, празднично-обрядовых, семейно-бытовых, хозяйственных и т.п. традиций народной культуры и восстановление их в жизни современного общества;

– *образовательное*, которое включает в себя учебно-воспитательную, методическую, пропагандистскую и художественно-просветительскую работу.

В центре есть 7 экспозиционных залов, где представлены белорусские национальные костюмы, гончарные изделия, ткачество, изделия из дерева, а также предметы истории, ярко иллюстрирующие быт и занятия жителей Пинщины.

Центр традиционной культуры и быта – это база для организации народных праздников, семинаров, пленэров, форумов с участием фольклорных коллективов; выставок работ мастеров декоративно-прикладного искусства и народного творчества; фольклорно-игровых программ. Здесь можно увидеть уникальные народные обряды, сохранившиеся в Пинском районе: фрагмент свадебного обряда «Скоки на лавах», троицкий обряд «Ваджэнне куста», юрьевский обряд «Качанне ў расе», обряды «Засеўкі гуркоў» и «Праводны тыдзень», а также другие элементы семейно-бытовых и календарно-обрядовых праздников. А мастера-ремесленники района проведут мастер-классы и представят гостям эксклюзивные сувениры.

В деревнях Погост и Ричев сохранилась *нематериальная историко-культурная ценность «Юрьев хоровод»* – это песенный стиль Туровского междуречья Припяти – Ствиги. Праздник урожая организован местным коллективом «Междуречье». На въезде в деревню находится символ – грабли. А в Лунинецком районе ежегодно проводится праздник «*Лунінецкія клубніцы*» в связи с тем, что район богат сборами клубники. В 2012 году клубника стала брендом района. Ежегодно в г. Туров проходит *Фестиваль куликов*. Праздник птиц, подготовленный совместно с общественным объединением «Ахова птушак Бацькаўшчыны», «Імпрэза камернай і духоўнай музыкі» з удзелам Заслужанага калектыву «Нацыянальны акадэмічны канцэртны аркестр Беларусі» в г. Житковичи и г. Туров.

Наровлянина – это край с богатыми народными традициями и богатым историческим наследием. Местные жители сохранили в своей памяти много песен, сказок, легенд и преданий про свою малую родину. На территории района ежегодно проводятся театрализованные действия на народные и религиозные праздники, такие как: «Яблочный Спас», «Масленица», «Ивана Купала», выставки мастеров-умельцев, что также способствует привлечению туристов в регион. Для большего ознакомления с историей, традициями и достопримечательностями района функционирует 6 туристических маршрутов.

Музей промыслов и ремесел г. Наровля (ГУО «СШ №3 г.Наровли»). В музее представлены следующие экспозиции: «Земледелие», «Рыболовство», «Кузнечное дело», «Столярное и бондарное дело», «Бортничество» с уникальными экспонатами. Впечатляет собрание навесных замков. В музее также можно увидеть реконструированную сельскую кузницу. Есть в экспозиции и горн с мехами, и сверлильный станок, и деревянный плуг, и даже экспонаты, применявшиеся в старину в хозяйстве, но назначение их неизвестно.

В целях сохранения и развития традиционного и современного народного творчества, изучение и возрождения промыслов и ремесел района функционирует *Наровлянский районный центр ремесел*. Основными направлениями деятельности данного учреждения являются: научно-исследовательская, экспозиционная, методическая, научно-просветительная. В центре ремесел работают кружки, по направлениям – аппликация соломкой, соломоплетение, вышивка, вытинанка, бисеронизание, изделия из природных материалов. В центре предоставляются платные услуги по изготовлению сувениров на заказ, проработке эскизов, проведению мастер-классов. Есть возможность собственноручно изготавливать сувениры.

Развитие эколого-этнографического туризма в Припятском Полесье становится новым направлением деятельности, который набирает свою популярность в связи с богатым наследием региона, а также наличием на его территории соответствующих музеев, центр ремесел. Следует отметить, что достаточно привлекательным для туристов является возможность проведения театрализованных представлений на народные и религиозные праздники, а также проведение различных обрядов с учетом этнической специфики местных жителей.

Данное направление туризма будет востребовано в будущем, благодаря его уникальности и неповторимости. Это связано с этническим разнообразием, которое сокращается со скоростью, сопоставимой с темпами утраты биологического разнообразия. Местные жители (полешуки) являются носителями уникальной культуры и системы хозяйствования, в связи с этим развитие этнографического туризма перспективно в сочетании с развитием экологического туризма на территориях их традиционно проживания, которое может стать возможным стратегическим направлением сохранения и развития экономики традиционного хозяйства. Развитие эколого-этнографического туризма должно способствовать сохранению культурного наследия и быть фактором устойчивого развития территорий [6].

Список литературы

- 1 Воскресенский, В.Ю. Международный туризм: учебное пособие / В.Ю. Воскресенский. – М.: Юнити-Дана, 2007. – 255 с.
- 2 О государственной программе социально-экономического развития и комплексного использования природных ресурсов Припятского Полесья на 2010 – 2015 годы: Указ Президента Респ. Беларусь от 29 марта 2010 г. № 161: текст по состоянию на 30 марта 2010 г. – Минск: Консультант Плюс, 2010.
- 3 Эколого-этнографический туризм [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://multiring.ru/eor/html/2575/>. – Дата доступа: 23.10.2018.
- 4 Этнический туризм в развитии регионов [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://tourlib.net/statti_tourism/tihonova6.htm. – Дата доступа: 23.10.2018.
- 5 Этнографический потенциал развития сельского туризма в Волгоградской области (Кривцов И.В.) – Туристская деятельность – Предпринимательство и право [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://lexandbusiness.ru/view-article.php?id=1312>. – Дата доступа: 16.09.2017.
- 6 Этнографический туризм. Традиционный и ностальгический этнографический туризм [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.svastour.ru/articles/puteshestviya/vidyturov/etnograficheskiy-turizm.html>. – Дата доступа: 23.10.2018.

Ю.Ю. ВОЙТЮК, И.В. КУРАЕВА

КОМПЛЕКСНОЕ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЭЦ

*Институт геохимии, минералогии, рудообразования им. Н. П. Семененко
НАН Украины, г. Киев, Украина,
voitiuk_yulia@ukr.net*

В настоящее время накоплен большой фактический материал о закономерностях распределения химических элементов в почвах техногенных ландшафтов. Исследованию распределения химических элементов в объектах окружающей среды в зонах влияния теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) посвящены работы А.И. Самчука,

Т.В. Огарь (распределение микроэлементов в почвах и растительности на территории Трипольской ТЭЦ) [8]; Н.Г. Куимовой, А.Г. Сергеевой, Л.П. Шумиловой, Л.М. Павловой, И.Г. Борисовой (исследования снежного покрова в зоне влияния Благовещенской ТЭЦ) [6] и др. Большой вклад в изучение атмосферных выбросов в промышленных агломерациях внесли работы Какареки С.В. [3].

В условиях постоянного роста теплоэнергопотребления современным обществом, проблема взаимодействия теплоэнергетики и окружающей среды становится все более острой и требует постоянного контроля, научного анализа с целью уменьшения негативного воздействия на компоненты окружающей среды.

Цель работы – проведение эколого-геохимических исследований объектов окружающей среды (почва, растительность, поверхностные воды) на примере г. Сумы. Для проведения исследований выбраны следующие участки: основной корпус Сумской ТЭЦ, золошламонакопитель Сумской ТЭЦ, центральная часть г. Сумы и фоновый участок.

Одной из основных проблем города Сумы и области в целом по охране атмосферного воздуха является вопрос морально и физически устаревшего технологического оборудования промышленных предприятий. За последние годы почти на всех предприятиях области установки очистки газа, технологическое оборудование не обновлялись (количество оборудования со сроком эксплуатации 40 лет и более составляет более 70 %). На промышленных предприятиях области в течение последних лет почти не внедрялись лучшие доступные, экологически чистые технологии. За 2017 год в атмосферу от стационарных источников загрязнения г. Сумы выброшено 7,4 тыс. т загрязняющих веществ, в частности ООО «Сумитеплоэнерго» – 2,92 тыс. т [5].

Содержание тяжелых металлов в образцах почв, растительности и воды определяли атомно-адсорбционным анализом на приборе КАС-115, а также методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS). Отбор проб почвы проведен в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-84 [7]. Опробование представительных видов растительности проведено параллельно с отбором почвенных проб. Опробование природных вод проведено в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000 [2]. Анализ проб воды на содержание тяжелых металлов выполняли по следующей схеме: фильтрат обрабатывали концентрированной азотной кислотой в фарфоровой чашке, выпаривали образец до объема 25 мл, доводили до 100 мл бидистиллированной водой и анализировали методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Эколого-геохимическая оценка по суммарному показателю загрязнения и расчет коэффициентов концентрации осуществлены по методике Ю.Е. Саета [4]. Изучение форм нахождения тяжелых металлов в почвах выполнено методом последовательных вытяжек в соответствии с методикой А.И. Самчука [9]. Коэффициент биологического поглощения элемента рассчитан по методике И.А. Авессаломовой [1].

Город Сумы находится в северо-восточной части Украины, на Среднерусской возвышенности в пределах лесостепной зоны. Почвы г. Сумы представлены преимущественно черноземами типичными мало- и слабогумусовыми на лессовых породах, черноземами оподзоленными преимущественно на лессовых породах, луговыми солонцеватыми на делювиальных и аллювиальных отложениях. Также встречаются серые почвы, в основном темно-серые оподзоленные.

По геохимическим критериям (коэффициенты концентрации) установлено, что для почв зоны влияния Сумской ТЭЦ характерна ассоциация тяжелых металлов: $Cr(6,6) > Pb(3,6) > Cu(2,8) > Ni(2,7) > V(2)$. Почвы, которые находятся в непосредственной близости от золошламонакопителя Сумской ТЭЦ, характеризуются такой ассоциацией тяжелых металлов: $Cu(31) > Zn(4,2) > Pb(1,9) > Ni(1,5) > Cr(1,4)$. Почвы центральной части г. Сумы – $Pb(3,4) > Cr(2,9) > Cu(2,2) > Ni(2,1) > Co(1,8)$.

По среднему значению суммарного показателя загрязнения (СПЗ) установлено, что почвы вблизи золошламонакопителя Сумской ТЭЦ характеризуются высоким (опасным)

уровнем загрязнения (СПЗ – 36). Почвы зоны влияния Сумской ТЭЦ – средним (умеренно опасным) (СПЗ – 16), центральной части г. Сумы – ниже среднего (СПЗ – 9).

Эколого-геохимические исследования форм нахождения тяжелых металлов, особенно их подвижность в почвах и миграция в окружающую среду, необходимы для объективной оценки степени загрязнения окружающей среды.

Для исследования форм нахождения были отобраны пробы в зоне влияния золошламонакопителя Сумской ТЭЦ, как наиболее загрязненных тяжелыми металлами среди исследованных территорий, а также фоновые почвы на расстоянии 10 км от г. Сумы.

В фоновых почвах содержание металлов в водорастворимой форме составляет 0,15–1 %. Доля тяжелых металлов в обменной форме – 2–5 %. Количество тяжелых металлов, связанных с карбонатами – 8–14 %. Тяжелые металлы, адсорбированные гидроксидами *Fe* и *Mn* составляют 8–12 %, органических или связанных с гумусовыми кислотами форм – 3–5 %. В труднорастворимой форме содержится 45–78 % тяжелых металлов.

По сравнению с фоновыми, в почвах зоны влияния золошламонакопителя Сумской ТЭЦ увеличивается подвижность тяжелых металлов (водорастворимая и обменная формы) в 2–3 раза. Также увеличивается доля форм нахождения тяжелых металлов, связанных с органическим веществом до 10–15 %. Увеличивается содержание форм нахождения, связанных с гидроксидами *Fe* и *Mn* до 25–38 %.

Таким образом, на исследованной территории с техногенным влиянием произошло перераспределение тяжелых металлов по формам нахождения и увеличение их миграционной способности.

Особое внимание было уделено изучению экосистем территории исследований. Экспериментальные исследования по изучению миграции тяжелых металлов проведено на наиболее распространенном представителе травянистой растительности – пырей ползучий (*Elytrigia repens*). Наиболее интенсивно этим видом растительности поглощаются *Mo* и *Cu* (элементы сильного биологического накопления), менее интенсивно *Mn*, наименее *Cr* и *V*. Коэффициент биогеохимической активности вида, характеризующий интенсивность поглощения элементов растениями составляет 2,4–4,5, зольность – 16–25 %. В результате проведенного исследования установлено, что на техногенно загрязненных участках (территория Сумской ТЭЦ) поглощение тяжелых металлов из почвы растительностью происходит вдвое интенсивнее по сравнению с урбоэкосистемами центральной части г. Сумы.

Проведено сравнение данных по среднему химическому составу поверхностных вод р. Псел в районе Сумской ТЭЦ и на фоновом участке. Исследования показали, что по макросоставу поверхностные воды относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу. Следует отметить, что в поверхностных водах зоны влияния Сумской ТЭЦ значительно повышается содержание таких тяжелых металлов по отношению к фоновым значениям: *Cu*, *Zn*, *Mn*, *Cr*. Зафиксировано превышение предельно допустимых концентраций по таким элементам – *Cu*, *Zn*, что свидетельствует о техногенном загрязнении поверхностных вод р. Псел в зоне влияния Сумской ТЭЦ.

Также проводились исследования отходов производства Сумской ТЭЦ. Исследование золы и шлама показали, что они характеризуются значительной концентрацией многих химических элементов, особенно высокие значения характерны для *V* (400–500 мг/кг), *Cr* (350–400 мг/кг), *Cu* (200–300 мг/кг), *Pb* (200–300 мг/кг) и *Zn* (80–300 мг/кг). Повышенные концентрации этих элементов характерны для почв и поверхностных вод техногенно загрязненных территорий в зоне влияния Сумской ТЭЦ.

Полученные данные и их анализ дают предварительную картину характера и особенностей загрязнения различных промышленно-структурных участков городской агломерации. Кроме того, полученные результаты могут служить основой для составления многолетнего перспективного плана по охране окружающей среды городской агломерации и геохимического мониторинга.

Список литературы

- 1 Авессаломова, И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. Учебно-методическое пособие / Авессаломова И.А. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 108 с.
- 2 Вода. Общие требования к отбору проб: Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51592-2000 (принят и введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 21 апреля 2000 г. N 117-ст.). [Дата введения 1 июля 2001 г.] – М.: Изд-во Госстандарт, 2000. – 12 с.
- 3 Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: опыт оценки удельных показателей / [Какарека С. В. [и др.]. – Минск: Институт геологических наук НАН Беларуси, 1998. – 156 с.
- 4 Геохимия окружающей среды / [Сает Ю. Е. [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 325 с.
- 5 Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2017 році / Сумська обласна державна адміністрація, Департамент екології та охорони природних ресурсів. – Суми, 2018. – 225 с.
- 6 Куимова, Н.Г. Эколого-геохимическая оценка аэротехногенного загрязнения урбанизированной территории по состоянию снежного покрова / Н.Г. Куимова, А.Г. Сергеева, Л.П. Шумилова, Л.М. Павлова, И.Г. Борисова // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2012. – №5. – С. 422–435.
- 7 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа ГОСТ 17.4.4.02-84. - [действующий от 1986-01-01]. – М.: Госстандарт СССР, 1984. – 7 с.
- 8 Самчук, А.І. Розподіл мікроелементів у ґрунтах та рослинності природних і техногенних ландшафтів / А.І. Самчук, Т.В. Огарь // Мінералогічний журнал. – К., 2008. – №1. – С. 80–86.
- 9 Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах / [Самчук А. И. [и др.]. // Минералогических журнал. – М., 1998. – № 2. – С. 48–59.

А.Е. ГРЕЧАНОВСКИЙ

ОПЫТ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ МАЛОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ В СЕКЦИИ «ГЕОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ» С УЧЕНИКАМИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

*Специализированная школа №2 им. Д. Карбышева с углубленным изучением предметов
естественного цикла, г. Киев, Украина*

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семеново НАН
Украины, г. Киев, Украина
grechanovsky@gmail.com*

По определению, малая академия наук Украины (далее МАН) – образовательная система, которая обеспечивает организацию и координацию научно-исследовательской деятельности учеников, создает условия для их интеллектуального, духовного, творческого развития и профессионального самоопределения, способствует наращиванию научного потенциала государства.

После нескольких этапов своего существования, растянувшихся на 70 лет, МАН оформилась как общегосударственная организация с основной целью поиска, развития и поддержки одаренных и талантливых учеников. Ежегодно количество научно-методических мероприятий возрастает, увеличивается количество и качество привлечения учеников к научно-исследовательской деятельности МАН. Около 250 тысяч учеников ежегодно пробуют свои силы в проектах МАН. Научно-исследовательская работа в МАН организована по научным отделениям и секциям в соответствии со структурой, утвержденной Президиумом МАН. Для удовлетворения интересов и потребностей детей в исследовательской деятельности в различных областях науки и техники ежегодно в системе работы МАН вводятся новые секции и

научные отделения. Так, в 2008 – 2009 гг. структура научных отделений МАН состояла из 48 секций 8 научных отделений, с 2014 – 64 секции 12 научных отделений.

В основном, одаренные ученики, выбирающие деятельность в МАН, предпочитают научно-исследовательскую деятельность в области филологии и искусствоведения (25 %), химии и биологии, экологии и аграрных наук (23 %), истории и географии (20 %). Несколько меньше детей учится в секциях научных отделений математики (10 %), компьютерных наук (7 %), физики и астрономии (6 %), технических наук (4 %) (рисунок 1).

Одним из направлений мановских исследований в геологии являются исследования, связанные с проблемой переработки, утилизации и захоронения отработанного ядерного топлива в геологическую среду. Эта проблема возникает в результате работы атомных электростанций.

За последние годы во многих странах мира наблюдается высокий рост атомной энергетики в области энергообеспечения. Если в 1960 году атомная энергетика обеспечивала менее 1 % потребностей человечества в электроэнергии, то на сегодня это около 15 %. В среднем, производство «ядерной» электроэнергии, по прогнозным оценкам МАГАТЭ, будет расти до 2030 г. на 2,5 % ежегодно. В 31 стране мира построен 441 реактор, еще 29 находятся в стадии строительства [1].

Украина входит в десятку стран по производству электрической энергии на АЭС. В энергообеспечении Украины часть ядерной энергии более 50 %, а в выходные дни, когда промышленные предприятия в основном не работают, эта часть составляет более 60 %. Это четвертое место в мире по обеспечению энергией страны с АЭС, после таких европейских стран как Франция, Словакия, Венгрия (рисунок 2).



Рисунок 1 – Секция «Геология, геохимия, минералогия» в структуре МАН

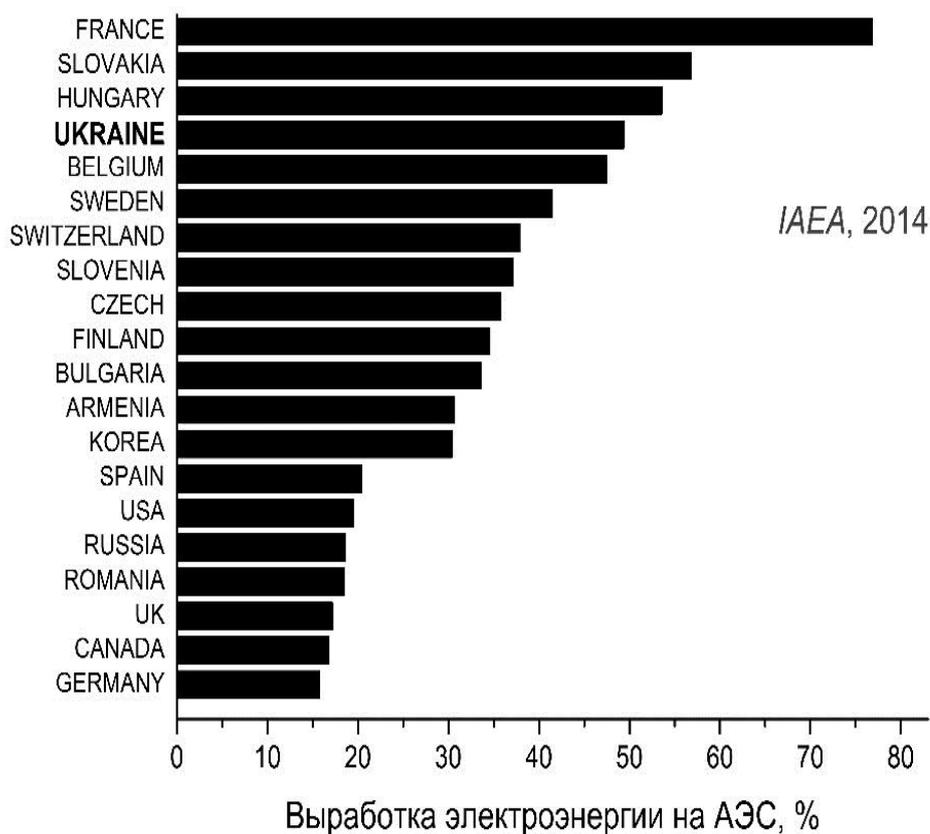


Рисунок 2 – Выработка электроэнергии на АЭС в мире

Накопление больших объемов радиоактивных отходов различного состава и активности, связанных с ядерным топливным циклом (отработанное ядерное топливо, отходы), научными и экспериментальными работами, военной промышленностью приводит к значительным радиационным нагрузкам на биосферу и может вызвать аварийные ситуации неконтролируемого распространения радиоактивных веществ.

Поэтому одной из важнейших проблем для дальнейшего развития (и даже существования) атомной энергетики является выбор радиационно устойчивых матриц, которые при контакте с долго существующими высокоактивными отходами (ВАО) в течение необходимого срока не будут менять свои физико-химические свойства [1].

Боросиликатное стекло, которое используется сейчас, является метастабильным и неизбежно корродирует при взаимодействии с водой или с влажным воздухом. Поэтому ведется поиск матриц с более приемлемыми эксплуатационными характеристиками [1].

В последние десятилетия было установлено, что для утилизации ВАО кристаллическая керамика подходит значительно лучше [2]. Активно исследуются такие материалы, как цирконолит $CaZrTi_2O_7$, циркон $Zr[SiO_4]$, пирохлор $Gd_2Ti_2O_7$ и $Gd_2Zr_2O_7$, монацит $A[PO_4]$ и другие сложные окислы. Из этих материалов структура циркона исследована лучше, а сам циркон находит широкое применение в геологии и геохронологии [3].

На эту тему в СШ №2 им. Д. Карбышева был написан цикл научно-исследовательских работ («Влияние химического состава некоторых *U*-, *Th*- минералов на их радиационную устойчивость», «Изучение кинетики формирования дефектов в структуре циркона под

действием α - излучения», «Типы матриц для утилизации радиоактивных отходов», «Экологически безопасная утилизация радиоактивных отходов»).

На протяжении выполнения мановских исследований по этой тематике ученики СШ №2 им. Д. Карбышева имеют возможность посещать Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. М.П. Семененко НАН Украины, на базе которого происходят подобные исследования. Ученики имеют возможность ознакомиться с лабораторной базой, экспериментальными методами и общаться с учеными-исследователями.

Сотрудники отдела физики минеральных структур и биоминералогии могут рассказать о методах радиоспектроскопии минерального вещества (электронный парамагнитный резонанс и ядерный магнитный резонанс), а также продемонстрировать работу приборов ЭПР и ЯМР, объяснить полученные результаты с позиций физики минералов.

В отделе оптической спектроскопии и люминесценции минералов изучают минералы методами инфракрасной спектроскопии и люминесценции. Сотрудники этого отдела могут рассказать об оптических спектрах минералов. В частности метод инфракрасной спектроскопии помогает качественно определить степень аморфности минералов.

Сотрудники отдела региональной и генетической минералогии могут, в частности, проводить исследования минералов рентгеновским методом.

С другой стороны следует упомянуть о том, что в СШ №2 им. Д. Карбышева уже несколько лет геология является учебным предметом. Специалисты и научные сотрудники Киевского национального университета имени Тараса Шевченко приглашаются в нашу школу и ведут этот важный предмет.

Мановцы являются призерами районного и городского уровня Всеукраинского конкурса-защиты научно-исследовательских работ, а также различных олимпиад.

Так, в апреле этого года в Национальном эколого-натуралистическом центре учащейся молодежи состоялся Всеукраинский конкурс «*DreamECO-2018*» в таких номинациях: «Ресурсы и энергия», «Качество окружающей среды», «Экология и биоразнообразие», «Мой город».

Победителем конкурса в секции «Ресурсы и энергия» стала ученица 9-А класса СШ №2 им. Д. Карбышева с углубленным изучением предметов естественного цикла Бабич Кристина (проект «Особенности метамиктного состояния цирконов Ястребецкого месторождения Украинского щита»). Она блестяще представила свой проект и получила Золотую медаль и Диплом победителя, а также ценный подарок – планшет.

Научно-исследовательская работа, проводимая с учениками средних школ, дает возможность заинтересовать подрастающую молодежь проблемами геологических наук. Мановские работы являются элементом обучения геологии в средних школах. Для достижения успехов в этом направлении необходима слаженная работа средних школ, университетов и научных организаций.

Список литературы

1 Гречановский, А.Е. Радиационная устойчивость природных и искусственных минеральных матриц для долговременной и экологически безопасной утилизации высокоактивных радиоактивных отходов. / А.Е. Гречановский – К. : Логос, 2012. – 128 с

2 Ewing R.C. Zircon: Amorphization of complex ceramics by heavy-particle irradiations. Microstructure of Irradiated Materials / R.C. Ewing, L.M. Wang, W.J. Weber // Proc. of the Materials Research Society – 1995. – Vol. 373. – P. 347–358.

3 Hobbs L.W. Radiation effects in ceramics / L.W. Hobbs, F.W. Clinard, S.J. Zinkle, R.C. Ewing // J. Nucl. Mater. – 1994. – Vol. 216. – P. 291–321.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛАВЯНСКИХ ТРАДИЦИЙ В ТУРИЗМЕ

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого
г. Гомель, Республика Беларусь
karchevskaya09@mail.ru, miss.Margaret98@mail.ru*

В каждой стране есть свои исторические знаки, символы, обереги. Согласно легендам, они защищают людей от сглаза, приносят в семью богатство и предохраняют от болезней. Однако, как показывают исследования, эти символы мало кому известны.

В Азии и странах Востока люди верят в свойства амулетов и вешают их буквально на все. Амулеты можно встретить при входе в дом, в гостиницу, на различных украшениях и всевозможных брелоках. Каждый амулет имеет свою легенду, которую может рассказать любой продавец сувениров. Турист, побывавший в странах Востока, считает своим долгом приобрести во время путешествия себе и своим близким мифический амулет.

Особой популярностью во всем мире пользуются такие известные восточные амулеты, как полумесяц, мусульманский оберег Хамса, глаз Фатимы от сглаза и другие [3].

У древних славянских народов также были свои мифические обереги. Однако они давно утратили свою популярность, малоизвестны как сувениры на туристском рынке. Более того, немногие могут расшифровать то, что они обозначают.

В славянских традициях существует четкое разделение амулетов на мужские и женские обереги. Мужские обереги олицетворяют собой выносливость, силу, уверенность в себе, усиливают черты характера, которыми должен обладать настоящий мужчина. Самыми популярными мужскими оберегами считаются: печать Велеса, Всеславец, Громовик, Знич и другие. Предназначение женских оберегов кроется в помощи женщине сохранить семейный очаг, родить здоровых детей, выйти замуж, сохранить свою красоту и молодость. Популярными женскими амулетами являются: Лунница, звезда Лады, Макошь, Рожаница. Кроме того, существует ряд славянских оберегов для дома. Как гласит легенда, они защищают от краж, пожара и других несчастий. В славянских традициях полагалось, что изображением практически любого амулета можно украсить стены жилища за исключением амулетов, предназначенных для личного ношения. К числу таких амулетов относятся Алатырь, Родовик, Молвинец и другие. Отдельно можно выделить оберег для молодоженов «Свадебник», защищающий любовь супружеской пары от ссор, измен и угасания [4].

Существует огромное разнообразие славянских амулетов, о которых мы чаще всего совершенно ничего не знаем, а ведь именно они помогали нашим предкам выживать и строить свой быт в те далекие времена. Культура пользования оберегами – это небольшая часть большой славянской культуры. Возрождение старых славянских традиций использования амулетов своих народов может быть перспективным направлением в развитии туризма, в привлечении гостей в нашу страну и ее регионы. Нужно стремиться к тому, чтобы каждый турист, приехавший в Республику Беларусь, хотел приобрести амулет, который будет приумножать богатства и исполнять желания.

Кроме амулетов славяне довольно серьезно подходили к вышивке на одежде, так называемому орнаменту.

Белорусский орнамент, есть традиционный набор символов и цветов, которые использовали наши предки много столетий с дохристианских времен. Белорусы, а когда-то и все славяне, использовали два цвета: основной красный цвет на белом фоне. Эти цвета имеют глубокую символику. Считалось, что белый фон – цвет чистоты, а красный – цвет солнца, крови как символа жизни, и в целом символ жизни. У

белорусов, как ни у кого из славян, сохранилась до XX столетия чистота узоров. Наши корни – это красный узор на белом фоне.

Но существует так же мнение, что орнамент – это не просто узоры, а своего рода смысловое письмо. Письмо, как известно, осуществляется при помощи знаков. А знаки, в свою очередь, имеют собственное значение. Если руководствоваться такой логикой размышлений, сможем прийти к выводу, что орнамент выполнял коммуникативную функцию: он был способом сообщения между людьми, нес и передавал определенную информацию. Орнамент имел магическое значение. Свидетельства этнографов (М.С. Кацар и др.) демонстрируют нам факты использования орнамента в лечебных целях. Орнамент вышивался от порчи, от болезней живота и простуды. И, конечно, связывался с магией благополучия семьи, дома и приворота парня или девушки.

Сохранились уникальные факты. Они уникальны потому, что записаны в 40-х годах нашего века. Факты, которые подтверждают то, что орнаменты использовались для обозначения определенных вербальных формул, фраз. Орнаментами записывали присказки, поговорки, безусловно, магического характера. Есть факты иллюстрирования в орнаментах на рушниках загадок и отгадок. Но в какой ситуации использовались предметы с этими знаками, к сожалению, трудно определить. Вполне вероятно, что эти предметы использовались в брачной практике, брачной ритуалистике [1].

На сегодняшний день уже расшифрованы определенные узоры. Например, узоры жизни вышивались, чтобы человек пришел в чувство, жытневая баба вылечивала от женских болезней и помогала при родах, а молодые девушки при помощи вышивки показывали свои чувства парням.

Много информации несут в себе на первый взгляд обычные узоры, вышитые на одежде. То есть орнамент – это своеобразный текст, который мы сегодня в состоянии прочитать лишь приблизительно.

Таким образом, многочисленную интересную и в некоторой степени загадочную информацию, содержащуюся в славянских орнаментах и оберегах, мы можем использовать в туризме. Такое направление в туризме видится нам перспективным как для местных жителей, так и для иностранных туристов.

Особую роль в туризме играют праздники. Как правило, люди специально едут в страну, чтобы поучаствовать в народных празднествах. Наиболее популярные этнические праздники: «помидорный» праздник Томатина в Испании; фестиваль воздушных змеев в Китае; пивной фестиваль Октоберфест в Германии и многие другие.

Для привлечения туристов в Беларусь можно использовать славянские праздники, отмечая их более масштабно и интересно. Например, языческий праздник – день богини Макоши, отмечаемый 30 октября. В этот день славяли Макошь, ту, которая «прядет» человеческие судьбы, покровительствует семьям и детям в ней, дает счастливый яркий очаг и помогает научиться женским ремеслам: ткачеству, прядению, шитью, вышиванию. Ей приносились яства, вино, монеты и пшеница как символ зажиточности. В этот день активировались заранее вышитые обереги для дома, славянские амулеты-украшения [2]. Данный праздник можно сделать масштабным и интересным, что позволило бы привлечь туристов.

Одним из перспективных направлений в туризме является свадебный туризм, набирающий в последнее время популярность среди молодоженов. Наиболее привлекательный турпродукт в Гименей-туризме предлагают: Сейшельские острова, где молодожены устраивают церемонию на закате у берега океана; Прага (Чехия), где церемония происходит в замке; Испания, где свадьба проводится в стиле фламенко.

Для интересующихся славянскими традициями молодоженов можно создать соответствующий турпродукт. Слово «свадьба» у славян рассматривалось как единое целое, объединяющее три части, в полной мере выражающие отношение предков к этому событию: «сва» означало небо, «д» – земное деяние, а «ба» – благословенное

богами. Сформулировать эту расшифровку можно было бы как «земное деяние, благословленное богами на небесах». Высказывание определяло и характер всех древних обрядов на славянской свадьбе. Репертуар славянских свадебных песен предлагает несколько десятков произведений, которые актуализируются в наши дни. Значимая роль в событии отводится костюмам и выбору места проведения свадьбы. Ключевую роль в стилизации играет отделка интерьера и экстерьера.

Древние славяне строго следовали установленным порядкам и всегда знали, кто и сколько должен был преподнести в дар, чтобы все присутствующие остались довольны. Подарить тогда могли все, что могло пригодиться в быту, и при этом олицетворяло состоятельность и благополучие. Это могли быть домашние животные, провизия, полотенца без бахромы как символ единства и любви поженившихся. К слову, древнеславянские обычаи предписывали делать подарки чего-то в большом количестве и обязательно кратном десяти. Самый старший из родственников в семье жениха по традиции дарил ему плетень. Символизм заключался в данном случае в демонстрации власти мужа над женой. Другим родственникам тоже полагалось преподносить определенные дары согласно традициям и обычаям славянской свадьбы. Например, будущая свекровь обычно дарила своей невестке какую-нибудь ценную семейную реликвию, чем завещала хранить семейные традиции в доме будущей супружеской пары. В качестве реликвии выступало кольцо или любое другое украшение.

Интересной традицией были так называемые «отдарки». В первые полгода семейной жизни муж и жена оценивали подарки гостей на свадьбе. После этого они обязательно наносили личный визит каждому гостю и преподносили ему ответные дары, которые по стоимости превышали врученные им ранее свадебные подарки. Смысл данного обычая заключался в том, что семья показывала ценность полученных подарков и то, как эти дары приумножили их семейное благосостояние.

В настоящее время становится популярным у молодоженов наносить татуировку в виде амулета «свадебник». Этот талисман у наших предков олицетворял в общем смысле объединение двух родов, оберегал будущую семью от дурного глаза и всех бед, а также приносил благополучие, взаимопонимание и счастье в дом поженившихся [5].

Таким образом, перспективным направлением в развитии туризма может быть туризм, построенный на использовании славянских традиций, исторических знаков, символов, мифических берегов наших предков. Пока это – «нишевый» туризм, однако, как показывает опыт других стран, он может послужить хорошим толчком для увеличения въездных туристских потоков, повышении туристского имиджа Беларуси.

Список литературы

- 1 Белорусский орнамент – это шифр народа [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.kp.by/daily/26291.5/3168929/> – Дата доступа: 20.10.2018.
- 2 Календарь славянских праздников и список языческих обрядов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://veles.site/news/kalendar-slavyanskikh-prazdnikov-i-yazycheskih-obryadov>. – Дата доступа: 20.10.2018.
- 3 Мусульманские амулеты и талисманы на все случаи жизни [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://grimuar.ru/zashita/musulmanskie-amuletyi-talismanyi.html>. – Дата доступа: 20.10.2018.
- 4 Потустороннее. Все о мистической стороне жизни [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://potustoronnee.com/primeta>. – Дата доступа: 20.10.2018.
- 5 Славянская свадьба: описание, традиции, обычаи, наряды жениха и невесты, оформление зала и стола [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://fb.ru/article/412656/slavyanskaya-svadba-opisanie-traditsii-obyichai-naryadyi-jeniha-i-nevesty-i-oformlenie-zala-i-stola>. – Дата доступа: 20.10.2018.

О.С. КОНОНЕНКО, Т.О. ЗАГОРУЛЬКО, Д.О. САВЕНКО,
А.О. ШЛЮШЕНКОВ, Г.М. МАЧУЛЬСЬКИЙ

ФОРМУВАННЯ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка,
м. Чернігів, Україна,
gmmsi@ukr.net

Чернігівське Полісся утворює фізико-географічну область яка входить до складу провінції – Лівобережного високого Полісся та Лівобережної низовинної провінції і приурочена до правого берега р. Десна.

Чернігівське Полісся розташоване між Київським Поліссям на заході та Новгород-Сіверським на північному сході. З півдня та південного сходу воно обмежене лісостеповою зоною, на північному заході межує з Республікою Білорусь, а на півночі – з Росією.

В адміністративному відношенні ця область включає більшу північно-західну частину Чернігівської та незначну північно-східну частину Київської області.

Особливості природної зони визначаються переважно балансом тепла і вологи. У зоні мішаних лісів баланс вологи позитивний. Річна сумарна сонячна радіація складає 3800–4000 МДж/м², кількість годин сонячного сяйва – 1800 за рік, середньорічні температури: січня – 7 °С, липня +19 °С, середньорічна кількість опадів 550 – 660 мм. Вегетаційний період триває з другої декади квітня до третьої декади жовтня. Тривалість безморозного періоду становить 160 днів [1].

Клімат, орографія та геологічна будова території зумовлюють її значну обводненість, найбільші річки – Дніпро, Десна з притоками Сейм, Остер, Снов, Убідь.

У рослинному покриві Чернігівського Полісся переважають природні ділянки, насадження та культури сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), дуба звичайного (*Quercus robur* L.), вільхи клейкої (*Alnus glutinosa* L.), осики (*Populus tremula* L.), ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill L.), берези бородавчастої (*Betula pendula* Roth (L.)) [3, 4]. Найбільш розповсюджені ліси, в яких, в якості домінанта виступає сосна звичайна, це так звані бори та субори. Із злаків слід відмітити: пирій повзучий (*Elytrigia repens* L.), китник (лисохвіст) лучний (*Alopecurus pratensis* L.), кострицю лучну (*Festuca pratensis* L.), тимофіївку лучну (*Phleum pratense* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.).

Чернігівське Полісся являє собою низовинну моренно-зандрову слабо хвилясту рівнину з невеликими лесовими островами на водорозділах і терасах. Поверхня його розчленована прохідними долинами рік Замгай та Ольшана й сучасними долинами рік Дніпро, Десна, Снов і Сейм.

У моренно-зандрових обліснених рівнинах залягають дерново-підзолисті ґрунти, а на лесових островах – сірі лісові ґрунти. Серед цих ґрунтів у понижених елементах рельєфу трапляються лучно-болотні ґрунти.

Дерново-підзолисті ґрунти розвиваються під впливом підзолистого і дернового ґрунтотворних процесів. Ґрунтовий профіль у них чітко диференційований на генетичні горизонти за елювіально-ілювіальним типом.

За розвитком підзолистого і дернового процесів ці ґрунти поділяються на:

- дерново-слабопідзолисті, в яких глибина гумусово-елювіального горизонту НЕ дорівнює 18 – 24 см і більше, а елювіального *E* чи *Eh* – до 5 см;
- дерново-середньопідзолисті, в яких глибина гумусово-елювіального горизонту НЕ становить 15 – 18 см, а елювіального *E* чи *Eh* – 5 – 20 см;
- дерново-сильнопідзолисті, в яких глибина гумусо-елювіального горизонту НЕ становить 8 – 12 см, а елювіального *E* – понад 20 см;

– приховано-підзолисті, в яких глибина вираженого гумусо-елювіального горизонту HE становить 10 – 12 см і під ним відразу ж залягає перехідний горизонт *Pi* або його зовсім немає;

– підзолисто-дернові, в яких інтенсивніше виражений гумусо-елювіальний горизонт HE з глибиною до 26 – 40 см немає суцільного елювіального горизонту *E* і слабо виражений ілювіальний горизонт *I*.

Дерново-слабопідзолисті ґрунти переважно залягають на вершинах і пологих схилах моренних горбів і гряд. Вони характеризуються такою генетико-морфологічною будовою ґрунтового профілю.

Дерново-середньо- і сильнопідзолисті ґрунти відрізняються від слабопідзолистих наявністю добре вираженого суцільного елювіального горизонту. Гумусово-елювіальний горизонт HE в цілинних ґрунтах має товщину 18 – 20 см, у освоєних збігається із глибиною оранки (20 – 25 см), сірий, грудкувато-пилуватий з горизонтальним діленням на плитки, складається із відмитих від гумусових і глинистих речовин зерен кварцу, які надають горизонту білуватого відтінку. Елювіальний горизонт у верхній частині *Eh* – сірувато-палевий, слабогумусований, не повністю відмитий від глинистих речовин, в нижній – білуватий, складається із повністю вимитих зерен кварцу, пластинчастий. Елювіально-ілювіальний горизонт *EI* – неоднорідний, являє собою фактично недорозвинутий ілювіальний горизонт *I*, який міститься у промивному режимі. Складається він із окремих і гнізд і клинів відмитого піску. Ілювіальний горизонт – темно-червоний, грудкувато-призматичний, щільний, твердий. До глибини 70 – 80 см (особливо в орних землях) грані окремоостей покриті відмитими мінеральними зернами, ними ж заповнені і міжагрегатні пори-тріщини. Часто нижня частина ілювіального горизонту має легший гранулометричний склад і переходить у пісок. У ґрунтах на морені перехід ілювіального горизонту у породу дуже нечіткий. Майже всюди порода у цих ґрунтах оглеєна.

За гранулометричним складом дерново-підзолисті ґрунти переважно піщані та супіщані. У ґрунтах, на морені, здеформованих, фракції середнього і дрібного піску містяться майже в однакових кількостях і становлять 30 – 40 %, грубий пил – близько 30 %; у ґрунтах на лесовидних суглинках різко переважає грубий пил (40 – 50 %), менше дрібного піску (20 – 30 %) і дуже мало (5 – 10 %) середнього піску.

Глиниста частина у цих ґрунтах на морені становить 10 – 12 %, у т. ч. мулиста – 5 – 7 %; у ґрунтах на лесовидних супісках – 15 – 18 %, у т. ч. мулиста – 7 – 10 %.

Мулиста фракція дуже різко перерозподіляється по профілю, тобто зменшується до 2 – 5 % в елювіальному горизонті, особливо в білуватій його частині, і збільшується до 10 – 15 % в ілювіальному горизонті.

У повній відповідності до гранулометричного складу перебуває і валовий хімічний склад дерново-підзолистих ґрунтів. Зокрема, верхня елювіальна частина профілю збагачена кремнеземом і збіднена Fe_2O_3 і Al_2O_3 , кальцієм і магнієм. Нижня, ілювіальна частина, навпаки, збагачена оксидами R_2O_3 , кальцієм і магнієм. Деяка невідповідність між гранулометричним і хімічним складом відзначена у гумусово-елювіальному горизонті. Порівняно з елювіальним горизонтом, у ньому дещо більший вміст мулистої фракції, проте кількість півтораоксидів тут не збільшується. Це свідчить про те, що гумусовий горизонт дерново-підзолистих ґрунтів перебуває у постійному вимивному режимі [2].

Окремі підтипи і різновиди дерново-підзолистих ґрунтів дещо відрізняються і за фізико-хімічними властивостями.

Зокрема, ті дерново-підзолисті ґрунти, які утворилися на лесовидних суглинках, мають нейтральну реакцію у верхніх горизонтах (pH сольове – 6,5 – 6,9), яка з глибиною по профілю змінюється до кислої (pH сольове – 4,6 – 4,9), а глибше реакція змінюється в бік лужної (pH водне – 7,5 – 8). Гідролітична кислотність цих ґрунтів невисока – близько 2 мекв/100 г ґрунту. Ємність вбирання також низька: 5–6 мекв/100 г ґрунту у гумусовому, 3 – 4 в ілювіальному і 7 – 10 мекв/100 г ґрунту в ілювіальному горизонтах.

У складі обмінних катіонів переважає кальцій, хоч кількість його також незначна: у гумусовому горизонті близько 5 мекв/100 г ґрунту, елювіальному – близько 3, ілювіальному – близько 7. Ці ґрунти бідні на обмінний калій (6 – 13 мг/кг ґрунту) [2].

Вбирний ґрунтовий комплекс дерново-підзолистих ґрунтів, які розвинулись на морені, ще бідніший. Вони більш кислі: рН сольове 4,4 – 4,6 у верхньому горизонті змінюється на більш кислу вглиб по профілю. гідролітична кислотність становить 1,95–3,15 мекв/100 г ґрунту при меншій, ніж у попередніх ґрунтах, ємності вбирання (2,80–3,40 мекв/100 г ґрунт).

У дерново-підзолистих ґрунтах, які розвинулись на річних породах навколо Київського водосховища (Київська і Чернігівська області), а також у здовж р. Десна, виявлено підлужнювання нижньої частини профілю (1,5 – 2м) до рН 7,8 – 8,3 за рахунок соди.

Вміст гумусу у верхньому гумусо-елювіальному горизонті переважно становить 0,7–1,75 %. З глибиною його кількість різко зменшується. У складі гумусу переважають фульвокислоти. Співвідношення гумінових кислот до фудьвокислот коливається від 0,44 до 0,69 і не залежить від ґрунтоутворної породи.

Запаси поживних речовин їх так само невеликі, %: фосфору – 0,07, калію – близько 1,5, азоту – до 0,1.

У груповому складі фосфатів переважають сухі форми – 64 % загальних запасів. Вони представлені фосфатами (107 мг/кг ґрунту); міцно зв'язані відновно-розчинні фосфати становлять лише 8%, а нерозчинні форми – близько 28 %. Таким чином, фосфатний запас у цих ґрунтах дуже бідний. Бідні ці ґрунти й на калій та азот [2].

Отже, склад і властивості дерново-підзолистих ґрунтів пов'язані зі ступенем розвитку підзолистого процесу ґрунтоутворення. Гранулометричний та хімічний склад змінюються по профілю за елювіально-ілювіальним типом: максимальне нагромадження кремнезему спостерігається у підзолистому горизонті, низька кількість півтора оксидів й мулу. Ілювіальний горизонт збіднений на кремнезем й збіднений на півтора оксиди і мул. Вміст гумусу в даних ґрунтах низький – 0,7 – 2,0 %.

Список літератури

- 1 Назаренко І.І., Польчина С.М., Дмитрук Ю.М. та ін. Ґрунтознавство з основами геології / І.І. Назаренко, С.М. Польчина, Ю.М. Дмитрук та ін. – Чернівці: Книги – ХХІ, 2006. – С. 303 – 318.
- 2 Панас, Р.М. Ґрунтознавство: навчальний посібник для вузів / Р.М. Панас. – Львів : Новий Світ, 2000 – 371 с.
- 3 Карпенко, Ю.О. Лісова рослинність нижньої частини межиріччя Десна-Сейм/ Ю.О. Карпенко / Укр. ботан. журн. – 1998. – № 3. – С. 257–262.
- 4 Шеляг-Сосонко, Ю.Р. Ліси України: сучасний стан, збереження, використання / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, С.М. Стойко, Л.П. Вакаренко. – К.: 1996. – 32 с.

Т.С. КОПТЄВА

ВИСОТНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ЛАНДШАФТІВ (НА ПРИКЛАДІ БУРЩІТСЬКОГО ВІДВАЛУ)

*Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
м. Вінниця, Україна
koptevatania36@gmail.com*

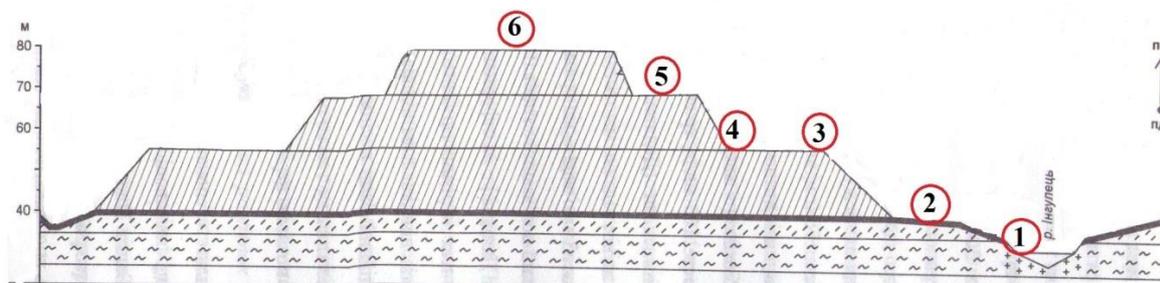
Висотна диференціація будь-яких ландшафтних комплексів характеризується їх приналежністю до висотно-ландшафтних рівнів, які в свою чергу, включають в себе певні типи місцевостей, типи урочищ, фацій, тощо. Висотна диференціація гірничопромислових ландшафтів зумовлюється особливостями внутрішньої будови

самих ландшафтів. У результаті видобутку корисних копалин утворюються нові типи місцевостей характерні лише для гірничопромислових ландшафтів [1]. Гірничопромислові розробки створюють передумови для виникнення нових ландшафтних комплексів на їх прикладі добре простежується явище висотної диференціації: урочища кар'єрів, траншей, каналів, відвалів, насипів, териконів [2].

Детально висотну диференціацію гірничопромислових ландшафтів можна продемонструвати на прикладі *Бурцітського відвалу*.

Бурцітський відвал розташований в місті Кривий Ріг, в Інгулецькому районі, поблизу Гданцівки, с. Шевченко, височить над річкою Інгулець, має такі координати: 47°52'23"N, 33°20'0"E відноситься до Новокриворізького гірничозбагачувального комбінату. Відвал складений пухкими розкривними породами кайнозою. Висота Бурцітського відвалу становить 80 метрів, крутизна схилів 35 – 45°. Клімат місцезнаходження відвалу помірно – континентальний. Середня температура січня становить – 5 °С, середня температура липня становить + 22 °С, а середньорічна температура складає + 9 °С. Найбільша кількість опадів випадає в червні – липні – до 65 мм, найменша у лютому – березні 28 мм, річна кількість опадів – до 483 мм.

У геологічній будові відвалу такі насипні шари – смуги (рисунок 1) :



Умовні позначення :

⑥ - точки вимірювань

	Кристалічні породи не задіяні розробками
	Граніти
	Лесоподібні суглинки
	Чорнозем звичайний
	Розкривні суглинисті породи

Рисунок 1 - Висотна диференціація та точки вимірювань температури, атмосферного тиску, напрямку вітру та вологості повітря на Бурцітському відвалі с. Шевченко, НКЗК

– нижня – акумулятивна мікросмуга характеризується кристалічними породами, які не задіяні розробками.

– середня акумулятивно–денудаційна мікросмуга представлена лесоподібними суглинками, а біля тераси річки Інгулець присутні граніти.

– верхня денудаційна мікросмуга, що відповідає верхній надземній частині відвалу складена розкривними суглинистими породами.

Бурцітський відвал зараз повністю рекультивований, рослинні угруповання на відвалі різноманітні:

– у підніжжі відвалу притаманні такі рослини як тополя біла, в'яз граблистий, клен ясенелистий;

– на нижній акумулятивній мікросмузі росте буркун білий, горошок мишачий, полин, пирій;

- до середньої акумулятивно–денудаційної мікросмуги належить скереда покрівельна, костриця борозниста та злаки;
- верхня денудаційна мікросмуга характеризується такими рослинами як тонконіг, буркун білий, келерія, житняк [3].

Отже, з висотою рослинне угруповання змінюється: у підніжжі відвалу притаманна деревоподібна рослинність, верхня денудаційна смуга відвалу являє собою різнотрав'я. Це пояснюється впливом таких чинників як клімат, рельєф, кут нахилу відвалу, вологообін, біохімічною міграцією, надходження сонячної енергії та виходом речовини з екотопу.

Результати дослідження (проведено 15 червня 2018 року) показують, що висотна диференціація гірничопромислових ландшафтних комплексів чітко проявляється (рисунок 1).

Дослідження було виконано за допомогою таких приладів: анемометр, барометр, вимірювальна палиця – лінійка, гігрометр, компас, навігатор.

Встановлено, що на нижній акумулятивній смузі (точка 1), а саме у підніжжі відвалу (35 м) температура повітря становила + 26 °С, атмосферний тиск 1010 Па, вологість 56 %, напрям вітру північний (таблиця 1).

Таблиця 1 – Зміна температури, атмосферного тиску, вологості та напрямку вітру з висотою на прикладі Бурщітського відвалу

№	Назва точки	Висота м	Кут нахилу в град.	Темпер. t, °С	Атмос. тиск, Па	Волог. %	Координ.	Напр. вітру
1	Русло р. Інгулець	23	8	+26	1010	56	47°52' 34"N 33°19' 34"E	Пн.
2	Підніжжя відвалу	35	11	+26,2	1009	55	47°52'29"N 33°19 '14"E	Пн.- Зх.
3	Нижня акумулят. смуга	53	35	+27,3	1003	53	47°52'29"N 33°19 '44"E	Пн.
4	Середня акум.-денуд. смуга	55	35	+27,2	1002	52	47°52'27"N 33°19 '49"E	Пн.
5	Верхня акум. смуга	60	45	+ 27	1000	52	47°52'24"N 33°19 ' 52"	Пн.
6	Вершина відвалу	80	90	+ 25,3	997	49	47°52'34"N 23°19 '33"E	Пн.

За таблицею 1 і рисунком 1, можна зробити висновок, що з підняттям на Бурщитський відвал, температура повітря збільшувалась і максимальної позначки досягла 27, 2 °С (точка 4), на середній денудаційно-аккумулятивній мікросмузі на висоті відвалу 55 м, температура знижується, мінімальна температура становила +25,3 °С на висоті 80 м (точка 6).

Атмосферний тиск становив максимум 1010 Па біля підніжжя відвалу на нижній денудаційній мікросмузі (точка 1), а потім почав поступово з висотою знижуватися, мінімальний показний 997 Па зафіксовано на верхній денудаційній мікросмузі, а саме на вершині відвалу (точка 6).

Максимальний показник вологості повітря становив на нижній аккумулятивній мікросмузі (точка 1), біля русла річки Інгулець 56 %, менше вологості в повітрі виявлено на верхній денудаційній мікросмузі на висоті 80 м (точка 6).

Напрямок та сила вітру з висотою змінювалася, на висоті Бурщитського відвалу, що становив 80 м, сила вітру визначена в 5 балів, напрям вітру змінювався на пн - зх сторону горизонту, на вершині відвалу (точка 6) прохолодно і вітряно.

Отже, диференціація показників з висотою, зумовлюються причино - наслідковими зв'язками, а саме повітря нагрівається не від сонячних променів, а від нагрітою ними земної поверхні, тому температура зменшується з висотою, з висотою зменшується й атмосферний тиск на окремо взятому відвалі.

Список літератури

1 Война І.М. Аналіз досліджень висотної диференціації і пов'язаного з нею різноманіття ландшафтів / І.М. Война // Наукові записки ВДПУ ім. Коцюбинського. Серія: Географія. – Вінниця: 2004. – Вип. 8.– С. 90–95.

2 Война І.М. Висотна диференціація типів місцевостей Вінницької області / І.М. Война // Науковий вісник Чернівецького університету. – Чернівці: Рута, 2006. – Вип. 305. – С. 181-188.

3 Ярков С. В. Сингенез рослинних угруповань у ландшафтах зон техногенезу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.01 «Фізична географія, геофізика і геохімія ландшафтів» / С. В. Ярков. – К., 2010. – 23 с.

А.Д. КУНАФИН, С.Д. БАЛЫКОВА

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПЕСЧАНЫХ ЗЕРЕН И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ СО СВОЙСТВАМИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД ГОРНЫХ РЕК

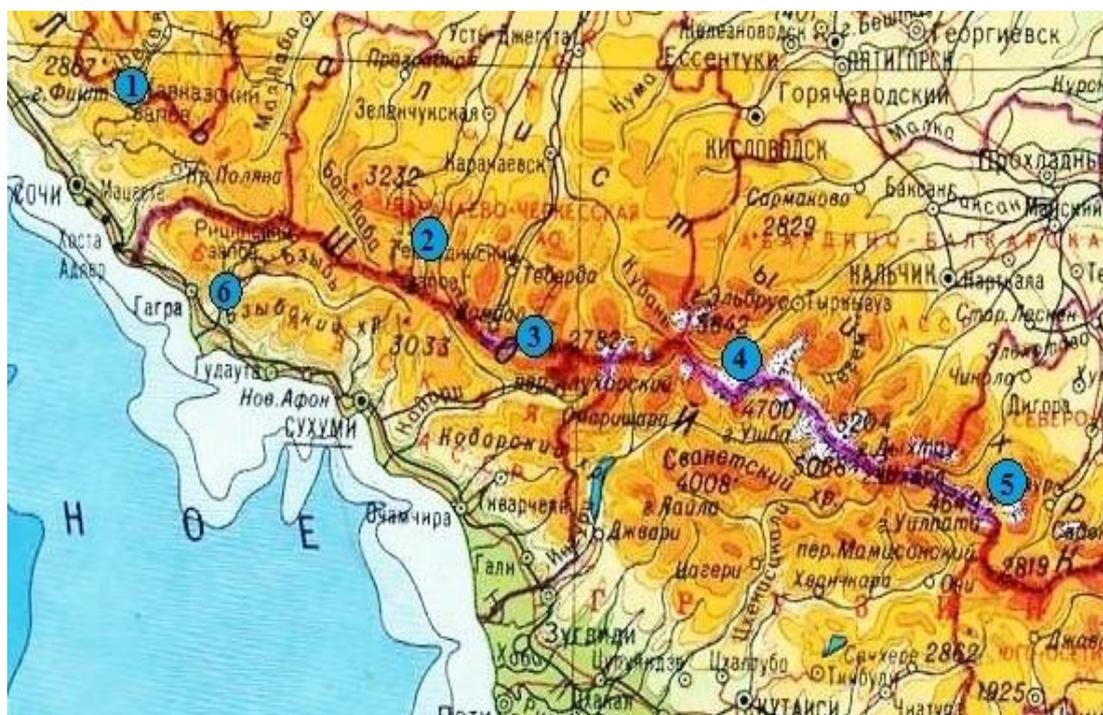
*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Российская Федерация,
voooooody@mail.ru, balykova@geol.msu.ru*

В исследованиях использовались образцы песчаных грунтов из разрезов современных пойменных отложений горных рек Северного Кавказа (№ 1-5): в верховьях Белой, Большого Зеленчука, среднем течении Домбай-Ульген, верховье Баксана, устье Танадона; один из образцов – из отложений среднего течения реки Бзыбь (№ 6, Абхазия). Местоположение мест отбора показано на (рисунке 1).

Минерально-петрографический состав песков изучался с помощью оптического микроскопа и метода рентгеновской дифрактометрии [1] на оборудовании, приобретенном по Программе развития МГУ (дифрактометр *ULTIMA-IV*). Результаты минералогического анализа образцов аллювиальных песков представлены в (таблице 1).

Названия по минеральному составу в соответствии с классификацией Е.М. Сергеева приведены в (таблице 2).

Особенностью минерального состава всех образцов песка является преобладание полевошпатовой составляющей – около 35 – 45 %, кроме образца из р.Белая; кварц по своему содержанию является вторым – в пределах 25 – 40 %. Во всех образцах присутствуют слюды, в наибольшем количестве в образце из р.Белая – 22,6 %, в наименьшем (9,4 %) – из р.Танадон. Содержание глинистых минералов (каолинита и монтмориллонита) невелико – до 7 % в песках из р.Бзыбь; для этих же образцов характерно высокое содержание хлорита – до 14 %.



1 – р.Белая, верховье, Адыгея; 2 – р.Большой Зеленчук, Архыз; 3 – р.Домбай-Ульген, среднее течение, Домбай; 4 – р.Баксан, верховье, Терскол; 5 – р.Танадон, устье, Дигория; 6 – р.Бзыбь, среднее течение, Абхазия

Рисунок 1 – Точки отбора исследованных песчаных грунтов

Таблица 1 – Минеральный состав исследованных песков

№ на карте	Место отбора	кварц	микроклин (КПШ)	альбит	лизардит	амфиболы	кальцит	доломит	слюды	хлорит	каолинит	монтмориллонит
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Адыгея, верховье р. Белая	38,3	11,5	7,3	-	2,0	11,3	-	22,6	6,1	1,0	-
2	Архыз, р. Большой Зеленчук	31,4	6,8	32,2	-	9,7	1,1	-	11,5	6,7	0,7	-
3	р.Домбай-Ульген	31,9	12,1	25,5	-	8,1	2,2	1,1	15,8	2	1,3	-

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	Терскол, р. Баксан аллювий	28,2	12,1	34,4	0,8	2,2	0,6	3,3	16,2	0,8	1,4	-
5	Дигория, р.Танадон	38,6	14,0	31,6	-	1,7	0,2	-	9,4	3,2	1,2	-
6	Абхазия, р.Бзыбь	30,2	6,7	24,8	-	2,6	4,0	-	10,7	14,0	2,1	4,9

Таблица 2 – Название по минеральному составу по классификации Е.М.Сергеева

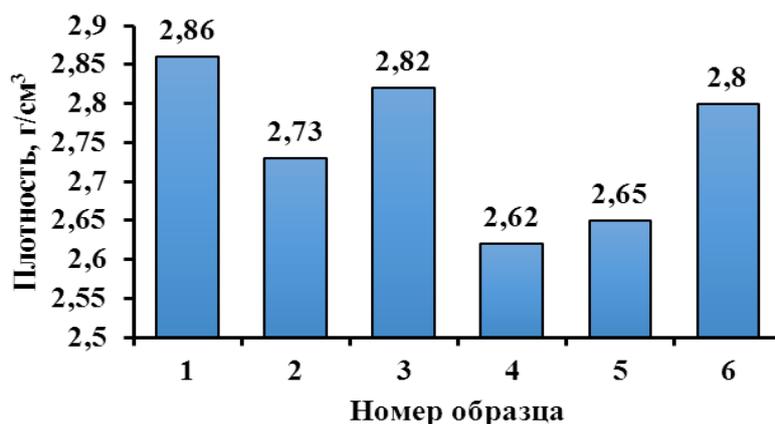
№ на карте	Место отбора	Группа	Вид	Петрографический состав
1	Адыгея, верховье р. Белая	полиминеральный	полиминеральный	обломки горных пород, карбонаты
2	Архыз, р. Большой Зеленчук	триминеральный	иллитово-кварц-полевошпатовый	обломки пород, сланцев
3	р.Домбай-Ульген	триминеральный	полевошпатово-кварц-иллитовый	обломки пород, слюд
4	Терскол, р. Баксан	триминеральный	полевошпатово-кварц-иллитовый	обломки горных пород, сланцев
5	Дигория, р.Танадон	биминеральный	иллитово-кварц-полевошпатовый	обломки горных пород
6	Абхазия, р.Бзыбь	полиминеральный	полиминеральный	обломки карбонатов

В целом можно отметить, что исследованный состав аллювиальных песчаных грунтов соответствует минерально-петрографическому составу пород, слагающих зоны эрозии долин рек.

Исследования минерального состава частиц различных фракций показало, что последние во всех песках полиминеральны. Однако, во всех образцах в мелких фракциях (<0,05, 0,05 – 0,25 мм) преобладает кварц, что говорит об его устойчивости к выветриванию и денудации; полевой шпат, наоборот, наблюдается в большем количестве в крупных и средних фракциях, в мелкое его содержание снижается, поскольку полевые шпаты легко разрушаются, истираются. Замечена также тенденция к увеличению зерен с железистыми пленками на их поверхности при возрастании размерности фракции. Также, было замечено увеличение количества обломков горных пород с увеличением фракции. В образцах из аллювия р.Баксан встретились вулканогенно-осадочные зерна (пемзы, вулканических туфов, шлаковые частицы). В образцах из р.Белая замечено закономерное увеличение количества зерен кальцита с увеличением размера частиц в диапазоне 0,25 – 3 мм; аналогично – для хлорита в песках р.Домбай-Ульген – в диапазоне 0,5 – 3 и более.

Изучение плотностных показателей песков показало:

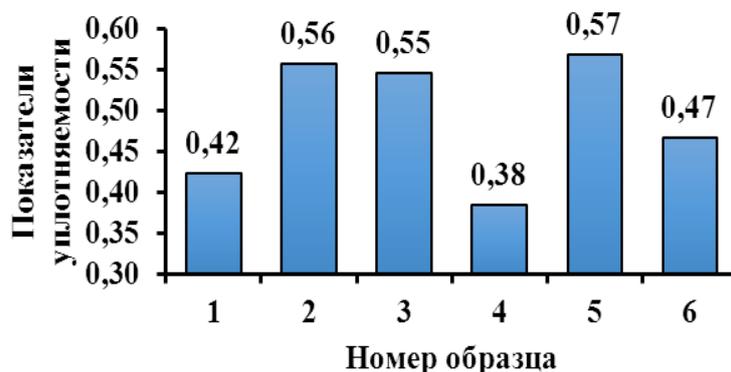
1) Величины плотности твердой фазы исследованных песчаных грунтов, как видно из диаграммы, представленной на (рисунке 2), варьируют в диапазоне от 2,62 для образца 4 из р.Баксан до 2,86 для образца 1 из р.Белая. Так как плотность твердой фазы грунта непосредственно зависит от минерального состава, высокие значения для образца 1 объясняются самым высоким содержанием слюд, хлорита по сравнению с другими образцами; наименьшие значения для образца 4 объясняются преобладанием в его составе легких минералов – кварца и полевых шпатов. Кроме того, на поверхности зерен песков аллювиального генезиса горных рек часто формируются железистые пленки, что также может влиять на величину плотности твердой фазы;



1 – р.Белая, верховье, Адыгея; 2 – р.Большой Зеленчук, Архыз; 3 – р.Домбай-Ульген, среднее течение, Домбай; 4 – р.Баксан, верховье, Терскол; 5 – р.Танадон, устье, Дигория; 6 – р.Бзыбь, среднее течение, Абхазия

Рисунок 2 – Значения плотности твердой фазы, исследованных грунтов

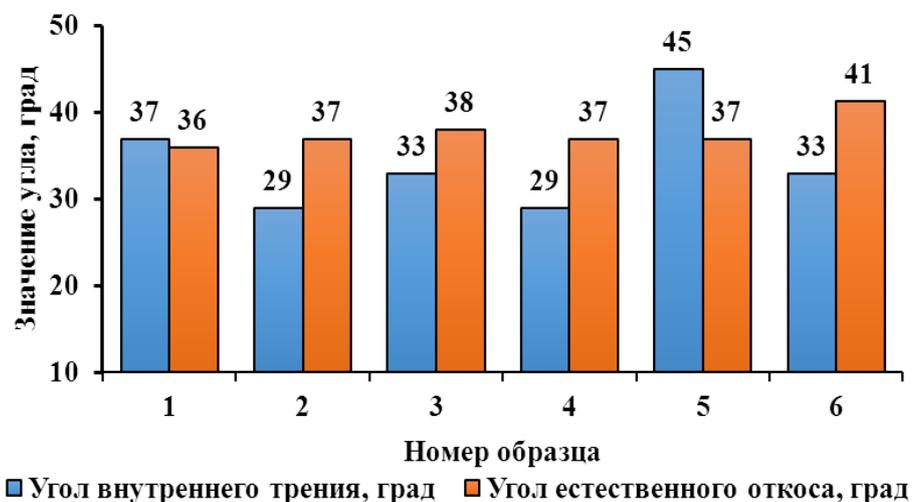
2) Показатели уплотняемости исследованных песчаных грунтов, как видно из диаграммы, представленной на (рисунке 3), изменяются в диапазоне от 0,38 для образца 4 из аллювия р.Баксан до 0,57 для образца 5 из р.Танадон. Возможно, на значения уплотняемости влияет содержание слюды, поскольку в рыхлом сложении ее частицы способствуют очень рыхлой упаковке образца в целом.



1 – р.Белая, верховье, Адыгея; 2 – р.Большой Зеленчук, Архыз; 3 – р.Домбай-Ульген, среднее течение, Домбай; 4 – р.Баксан, верховье, Терскол; 5 – р.Танадон, устье, Дигория; 6 – р.Бзыбь, среднее течение, Абхазия

Рисунок 3 – Показатели уплотняемости для исследованных песчаных грунтов

Исследование прочностных показателей песчаных грунтов, как видно из диаграммы, представленной на (рисунке 4), показало, что низкие углы внутреннего трения и естественного откоса характерны для 2 и 4 образцов. Наибольшее значение угла естественного откоса характерна для песков из аллювия р.Бзыбь, для которых отмечено наибольшее содержание пылеватой фракции.



1 – р.Белая, верховье, Адыгея; 2 – р.Большой Зеленчук, Архыз; 3 – р.Домбай-Ульген, среднее течение, Домбай; 4 – р.Баксан, верховье, Терскол; 5 – р.Танадон, устье, Дигория; 6 – р.Бзыбь, среднее течение, Абхазия

Рисунок 4 – Значения углов внутреннего трения и естественного откоса, исследованных грунтов

Наибольшие значения угла внутреннего трения характерны для образца 5 из аллювия р.Танадон, что может быть связано с особенностями морфологии зерен полевых шпатов в этих образцах: частицы обладают средней степенью окатанности, часто встречаются зерна угловатой формы, поверхность их имеет неровное, ступенчатое строение. Благодаря таким морфологическим показателям подобных частиц повышается трение между ними; свою роль в этом играют и слюдяные зерна.

Таким образом, при изучении песчаных грунтов аллювия горных рек получено, что:

- минеральный состав, железистые пленки, формирующиеся на зернах, имеют прямое влияние на значения плотности твердой фазы;
 - минеральный состав определяет морфологические показатели песчаных зерен (форму, окатанность, характер поверхности), что в значительной степени влияет на показатели уплотняемости песков в целом;
 - минеральный состав имеет значительное влияние на свойства песчаных грунтов.
- Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00944а.

Список литературы

1 Лабораторные работы по грунтоведению: учеб. пособие / Под ред. В.Т.Трофимова и В.А.Королева, изд. 3-е испр. и доп. / В. А. Королев, В. Т. Трофимов, Е. Н. Самарин и др. – М. : КДУ, 2017 – 654 с.

**ПЕРВИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ В КОТЛОВИНАХ
ОСУШЕННЫХ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР ЮЖНОЙ ТУНДРЫ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

*Томский государственный университет,
г. Томск, Россия,
s.loyko@yandex.ru*

Глобальное изменение климата различным образом проявляется в зависимости от географического положения территории. В пределах севера Западной Сибири оно выражено в виде потепления климата и слабого роста количества осадков [4]. Влияние этих процессов на зональные и интразональные экосистемы отлично. Последние часто более уязвимы, поэтому для прогнозирования и мониторинга локальных откликов окружающей среды на глобальные изменения интразональные ландшафты могут быть удобным объектом. В южной тундре основными интразональными ландшафтами являются долины и поймы рек, болота, а также такой специфический ландшафт, как хасыреи – котловины частично или полностью осушенных озер. Многие хасыреи являются истоками рек. В последние десятилетия площадь и количество молодых хасыреев постоянно растет, что связано с активизацией термоэрозионных процессов на фоне роста среднегодовых температур [3]. Однако их изученность невелика, есть работы описывающие экогенетический ряд болотных биогеоценозов в котловине хасырея в зоне северной тайги [6], а также работа по реконструкции функционального состояния хасырея в позднем голоцене [5]. Аналогами рассматриваемых хасыреев в Якутии являются аласы, которые значительно более изучены [1].

Хасыреи на начальных этапах развития являются динамичным ландшафтом, после спуска озерной воды в них протекает первичная сукцессия на свежееобнаженных донных отложениях озера. Знание параметров и стадий протекающей первичной сукцессии необходимо для того, чтобы отличать эндогенную составляющую сукцессии от экзогенной, например, климатической. Поэтому для восполнения пробелов в знании характера развития почвенно-растительного покрова хасыреев, а также факторов, определяющих набор стадий и скорость их прохождения, была выполнена данная работа, в которой рассмотрены основные черты пространственного изменения строения компонентов ландшафтов котловин осушенных озер, а также тренды их изменения во времени, начиная с момента устойчивого снижения межленного уровня озера. Для интерпретации пространственных данных использована методология «перевода пространственного ряда во временной», широко применяемая в науках о Земле.

Исследования котловин осушенных термокарстовых озер проводились в северной части Пур-Тазовского междуречья, неподалеку от поселка Тазовский. Площадь хасыреев на данной территории составляет около 14 % [6]. В ходе работ были охвачены хасыреи различного возраста и степени осушения. Исследования котловин производилось маршрутным методом. При этом выявлялись наиболее распространенные экосистемы, описывалась их приуроченность к рельефу, степень удаленности от коренного берега и дренирующего водотока. Далее описывали растительность, закладывали почвенные разрезы и выполняли морфологический анализ почвы. В камеральных условиях произведен анализ разновременных космических снимков, с целью определения времени формирования самых молодых хасыреев, а также скорости постаквальной сукцессии. Полученные полевые материалы были проанализированы путем использования сравнительно-географического метода, подразумевая, что пионерные сообщества на открытом озерном дне стремятся к фоновым интразональным сообществам. В случае если форма микрорельефа отрицательная

– тренд развития направлен в сторону топей, если положительная, то в сторону зональных тундровых экосистем. Ниже рассмотрим основные результаты, полученные в ходе маршрутных исследований в дренированных термокарстовых котловинах.

Все изученные осушенные котловины озер можно отнести к трем группам, выделяемые по экосистемам преобладающих по площади стадий первичной сукцессии. Таких групп стадий первичной сукцессии всего выделяется три. Первую группу стадий составляют экосистемы, формирующиеся в первые десятки лет после обнажения донных отложений. Это высокопродуктивные сообщества из арктофилы, осок или ив. При этом микрорельеф еще развит слабо. Хасыреи с преобладанием подобных сообществ отнесены к *стадии ранних*. Важным признаком ранней стадии является большая доля площади дна под сообществами арктофилы. Далее происходит выщелачивание нутриентов из почв, накапливается травяно-подстилочный горизонт и поселяются олиготрофные виды из тундровых или болотных фоновых сообществ. В ряде хасыреев эти сообщества распределяются в пределах микрокатен, вершины которых заняты ивняками или вейниковыми лугами, в то время как в низинах распространены осоковые или мохово-осоковые сообщества. В других же случаях, когда такой ярко выраженный микрорельеф не формируется, сообщества распределяются контурами, плавно перетекающими один в другой. Осушенные котловины с преобладанием таких переходных экосистем отнесены к *хасыреям средней стадии* развития. В дальнейшем средние хасыреи все сильнее по облику тяготеют к фоновым экосистемам, формируются *хасыреи поздних стадий* развития. В наиболее часто распространенном варианте происходит далеко не полное осушение озерной котловины, сохраняется ее избыточная увлажненность, в результате формируются олиготрофные топи, схожие с таковыми в массивах полигональных болот. Реже встречается вариант, когда хасырей был осушен полно, тогда происходит мерзлотное пучение, формируется микрорельеф и большая его часть покрывается сообществами, которые аналогичны фоновой тундре. Обычно в пределах поздних хасыреев наблюдается чередование двух последних вариантов. Ниже кратко охарактеризуем выделенные стадии развития хасыреев, на примере нескольких изученных котловин.

Хасыреи ранней стадии развития. Пример, осушенная котловина № Хс16-1. Координаты центра осушенной котловины: 67°22'45.4"с.ш. 78°37'26.4"в.д. Для этой котловины по береговым валам диагностировано 4-е стадии отступления вод и 5 уровней поверхности. Весной большая часть котловины затоплена слоем воды высотой 2–3 м. Летом хасырей полностью сохнет и покрывается растительностью, есть мелкие остаточные водоемы. Преобладают продуктивные травяные и травяно-кустарниковые сообщества. Обширная центральная, наиболее низкая часть (1-й уровень), занята сообществами с доминированием арктофилы рыжеватой на ритмично-слоистых (...-супесь-торф-супесь-...) аллювиальных торфяных почвах. Удаленные от оврага, дренирующего котловину, сниженные участки 2-го уровня в юго-восточной части хасырея заняты осоковыми сообществами, где вода стоит на поверхности обычно весь вегетационный сезон. Сообщества 3-го и 4-го уровня пестрые, что связано с развитием вторичного микрорельефа в их пределах, имеются остаточные водоемы. Почвы 2-го и 4-го уровня органогенные и аллювиальные, состоят из переотложенного торфа, слоистость выражена хуже. На выпуклых микроформах рельефа преобладают вейниковые луга, в понижениях микрорельефа они сменяются осокорниками, хвощовыми, а в проточных топях хвощово-арктофиловыми лугами. В пределах 4-го уровня часто обычны синузии сфагновых мхов. 5-й уровень приобретает черты строения фоновых тундровых сообществ, заросших ивой и ерником. Почвы в пределах 4-го и 5-го уровней аллювиальные слабообразованные, состоят из крупных слоев, преимущественно минеральных. Ивняки развиваются на вершинах минеральных бугров пучения и бывших береговых валах в пределах всех уровней котловины, а также на склоне коренного берега, где имеют вейниково-зеленомошный облик.

Хасыреи средней стадии. Одной из отличительных черт хасыреев средних стадий, является их самая сложная пространственная структура, связанная с максимальным развитием криогенного микрорельефа, который в хасыреях поздних стадий сглаживается. Пример, хасырей № Хс17-2. Координаты: 67°25'13.2"с.ш. 78°36'43.3"в.д. Озерная котловина со сложной пространственной структурой. В настоящее время на ее дне располагаются 4 остаточных озера, размером до 200 м в длину, а также мелкие водоемы, длиной до 60 – 70 м. Насчитывается около 3 – 4 стадий отступания и около 5 ступеней (микротеррас) с различными растительными сообществами, отражающими стадии развития растительности по мере выщелачивания нутриентов. Прибрежные части четырех остаточных водоемов покрыты арктофилой, далее идут хвощовые и осоково-пушицевые полосы растительности, сменяемые на возвышенных местах вейниковым лугом с участками зарослей ивы. На следующей микротеррасе формируются сообщества, облик которых близок к фоновым тундрам, преобладают ерниково-ивовые сообщества с вейником, зелеными мхами, разреженным покровом лишайников, морошкой. В понижениях на этой микротеррасе сабельниково-осоково-моховые сообщества. Почвы в северной части озера состоят из переотложенного торфа, который слагает коренной берег озера, нависая над термокарстовыми прибрежными вторичными озерками. В южной части почвы преимущественно минеральные и оглеенные в верхней своей части, ниже содержат более торфянистые прослойки. Мерзлота залегает в пределах 0,5–1 м, опускаясь в переувлажненных местах глубже метра.

Хасыреи поздней стадии. Пример, хасырей № Хс17-1. Координаты: 67°23'57.0"с.ш. 78°38'19.7"в.д. Крупный монотонный олиготрофный хасырей с очень малыми перепадами высот микрорельефа, составляющими первые десятки см. В самом центре хасырея сохраняются малые минеральные бугры пучения, но и их высота не превышает метра. Хасырей топкий, в основном преобладают пушицево-осоково-сфагновые топи, сменяющиеся пушицевыми в мелких лужах и по их берегам. Почвы представлены торфяными олиготрофными на погребенных озерных аллювиальных почвах. Мощность олиготрофного торфа около 40 см. В пределах бугров пучения торф может исчезать за счет разрыва покрова. На буграх пучения, занимающих ничтожную площадь, формируется сфагново-багульниково-лишайниковое сообщество с пушицей, произрастающей пятнами. Мерзлота в августе залегает на глубине 60 – 80 см на большей части хасырея, снижаясь в пределах прибрежных проточных топей. Минеральные горизонты погребенных почв в пределах центральной части котловины в основном суглинистые, а в прибрежной – песчаные.

Таким образом, для исследованной территории Пур-Тазовского междуречья установлена тенденция ступенчатого сокращения площади отдельных озер, их полное или частичное исчезновение. По мере спуска воды на обнаженном дне появляется травяная растительность, продуктивность и видовой состав которой кардинально отличается как от фоновых зональных, так и интразональных болотных экосистем. По мере развития в новом супераквальном режиме происходит обеднение почв элементами минерального питания, продуктивность сообществ падает, начинает протекать эндозоогенетическая сукцессия, на которую накладывается формирование микрорельефа. По результатам чего относительно однородные супераквальные группировки растительности делятся на неоавтоморфные с мерзлотными почвами на буграх и супераквальные у подножия бугров. В дальнейшем бугры могут вновь проседать, а территория колонизируется олиготрофной растительностью, в результате чего происходит гомогенизация геохимических микроконтрастов, выравнивание микрорельефа и сближение характера почвенно-растительного покрова с зональной матрицей тундровых автономных и гетерономных микроландшафтов. После формирования олиготрофных фоновых топей дальнейшие вторичные сукцессии протекают в основном за счет термокарстовых процессов, пучения, а также изменения

климата. В меньшей мере играет роль смена растительности за счет болотообразования, что связано с низкой интенсивностью торфонакопления в южной тундре.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-77-10045).

Список литературы

1 Аласные экосистемы: структура, функционирование, динамика // Д.Д. Савинов, С.И. Миронова, Н.П. Босиков и др. – Новосибирск: Наука, 2005. – 264 с.

2 Голубятников, Л.Л. Анализ структуры ландшафтов тундровой зоны Западной Сибири на основе спутниковых данных / Л.Л. Голубятников [и др.]. // Исследование Земли из космоса. – № 3. – 2015. – С. 4–14.

3 Московченко, Д.В. Изменение состояния растительности и геоэкологических условий Тазовского полуострова (восточная часть) за период 1988–2016 гг. / Д.В. Московченко [и др.]. // Криосфера Земли. – Т. XXI – № 6. – 2017. – С. 3–13.

4 Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство)» (под редакцией А.И. Бедрицкого). – М. : Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева : «ГЕОС», 2018. – 357 с.

5 Прейс, Ю.И. Детальная реконструкция функционального состояния хасырея Центрального Ямала как отклик на изменения локальных условий и регионального климата позднего голоцена / Ю.И. Прейс, Г.В. Симонова, Е.А. Слагода // ENVIROMIS 2016. Избранные труды Международной конференции и школы молодых ученых по измерению, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды, 2016. – С. 176–178.

6 Шишконокова, Е.А. Болота котловины хасырея Ай-Надымтылор (природный парк Нумто, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) / Е.А. Шишконокова [и др.] // Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел биологический, 2013. – Т. 118. – Вып. 2. – С. 48–56.

С.Д. МАМЕНОВ

ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Алтайский государственный университет,
г. Барнаул, Российская Федерация,
Seregamamenov23@mail.ru*

С момента обретения независимости, выстраивание дружественных отношений между Казахстаном и Беларусью входило в число важных внешнеполитических задач обеих стран. Начало дипломатических отношений берет свой отсчет с 16 сентября 1992 года.

Казахстан и Белоруссия являются участниками всех организаций, существующих на постсоветском пространстве, а отношения между двумя странами можно назвать практически образцовыми.

Способствовало успешному сотрудничеству и то, что Казахстан активно принимал участие в интеграционных процессах на территории бывшего СССР, хотя взгляды к развитию интеграции руководителей двух государств ими различия. Минск, в то время, (особенно во второй половине 1990-х годов), делал ставку на политические аспекты сотрудничества, Казахстан же в свою очередь отдавал предпочтение развитию экономических связей [1].

На сегодняшний день Казахстан является одним из ключевых партнеров Беларуси на пространстве СНГ. К сожалению, экономический кризис и неблагоприятная внешняя обстановка в мировой экономике, негативно отразились на взаимной торговле

государств. Однако тенденция последних лет вселяет надежду на дальнейшее увеличение товарооборота (рисунок 1).

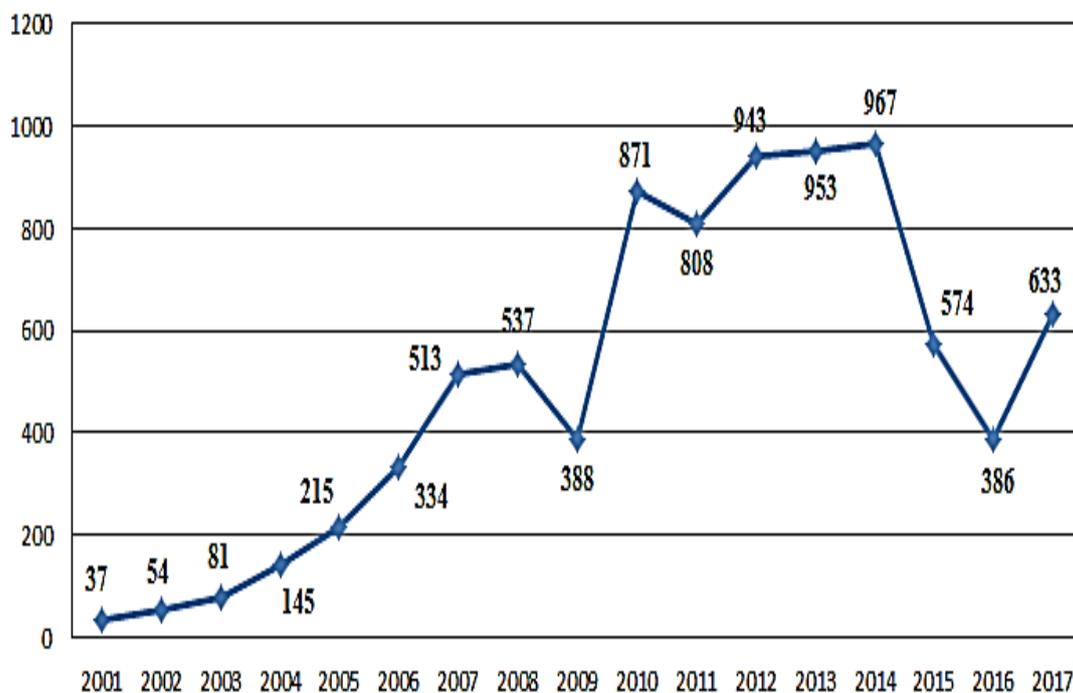


Рисунок 1 – Динамика товарооборота Республики Казахстан и Республики Беларусь за 2001-2017 гг. (млн. долл. США)

К моменту подписания договора о новом формате Таможенного союза, в 2007 году, товарооборот между Казахстаном и Беларусью составлял 500 млн. долл. США. Товарная структура к тому времени, между государствами практически устоялась, и до сегодняшнего дня не претерпела серьезных изменений. Если кратко, то товарные отношения между странами, можно охарактеризовать так: Казахстан отправляет в основном сырье и продукты первичной переработки, в обратном направлении идут в основном продукты высокой переработки.

На протяжении рассматриваемого периода, товарооборот между государствами уверенно увеличивался и в 2012 году, к моменту старта Таможенного союза в новом формате, составил 943 млн. долл. США.

Товарооборот возрастал вплоть до 2014 года, где достиг своего максимума в отметке 967 млн. долл. США. Далее, товарные отношения между странами развивались уже, как между членами Евразийского экономического союза и 2015 год стал не таким радужным для этих отношений. Данный период времени стал скоплением всевозможных отрицательных факторов, среди которых на ведущие роли вышли падение цен на энергоносители и металлы, а также обоюдные санкции России и Западных государств. Все это привело к падению товарооборота практически вдвое – 574 млн. долл. США. В 2016 году падение продолжилось, и показатель остановился на отметке 386 млн. долл. США [2], [3].

2017 год стал демонстрировать признаки оживления экономик двух государств, ситуация понемногу начинала выправляться и товарооборот достиг отметки 633 млн. долл. США (таблица 1).

Таблица 1 – Товарооборот между Республикой Казахстан и Республикой Беларусь в 2001 – 2017 гг. (в млн. долларов США)

Год	Товарооборот (РК-РБ)	Общий товарооборот РК	Товарооборот РК с РБ в % по отношению к общему	Общий товарооборот РБ	Товарооборот РБ с РК в % по отношению к общему	Экспорт из РК в РБ (Импорт в РБ из РК)	Импорт из РБ в РК (Экспорт в РК из РБ)
2001	37	15085	0,24	15737	0,23	8	29
2002	54	16254	0,33	17113	0,32	15	39
2003	81	21335	0,38	21504	0,38	13	68
2004	145	32878	0,44	30265	0,48	24	121
2005	215	45202	0,47	32687	0,66	31	184
2006	334	61927	0,54	42085	0,79	74	259
2007	513	80512	0,64	52968	0,97	152	361
2008	537	109073	0,49	71952	0,75	172	365
2009	388	71604	0,54	49873	0,78	55	334
2010	871	91398	0,95	60168	1,45	337	534
2011	808	121242	0,67	81178	0,99	105	703
2012	943	132807	0,71	92464	1,02	92	851
2013	953	133506	0,71	80226	1,19	58	895
2014	967	120755	0,80	76583	1,26	61	906
2015	574	76524	0,75	56952	1,01	54	521
2016	386	62114	0,62	51148	0,76	47	339
2017	633	78103	0,81	63498	1,00	101	532

Примечание – составлено автором по данным Агентства Республики Казахстан по статистике и Национального статистического комитета Республики Беларусь

Основными товарами белорусского экспорта в Казахстан в этот период стали молоко и молочные продукты, трактора и седельные тягачи, грузовые автомобили, мебель, зерноуборочные комбайны (рисунок 2).

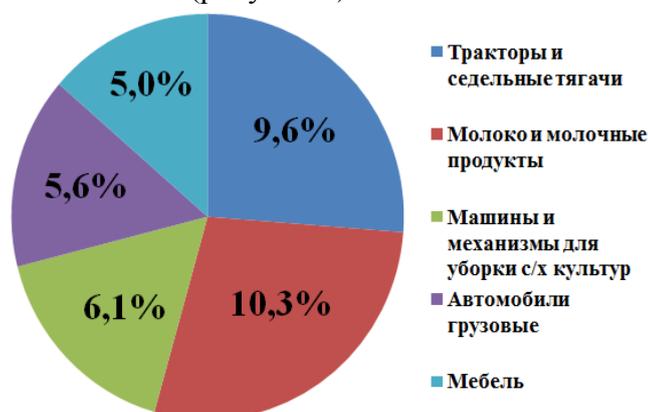


Рисунок 2 – Основные товары белорусского экспорта в Казахстан в 2017 году

Основу экспорта товаров из Казахстана в Беларусь составили поставки нефти сырой, включая газовый конденсат, нефтепродуктов, каменного угля, хлопкового волокна, легковых автомобилей и лекарств (рисунок 3).



Рисунок 3 – Основные товары казахстанского экспорта в Беларусь в 2017 году

В планах у руководства обеих стран увеличить товарооборот в ближайшее время в два раза. Такое заявление было сделано 22 сентября 2017 года, на заседании казахстанско-белорусской межправительственной комиссии (МПК) в Караганде, где присутствовал первый зампред правительства Беларуси Василий Матюшевский и первый заместитель премьер-министра Казахстана Аскар Мамин.

В подтверждение этого, в ходе официального визита президента Казахстана Нурсултана Назарбаева в Беларусь, город Минск 29 ноября 2017 года был подписан договор между Республикой Казахстан и Республикой Беларусь о социально-экономическом сотрудничестве и Программа сотрудничества до 2026 года.

Это доказывает стремления двух стран к продолжению активной работы по углублению стратегического партнерства, учитывая взаимную заинтересованность в дальнейшем укреплении и развитии равноправных и взаимовыгодных торгово-экономических и производственных отношений.

Президенты Казахстана и Беларуси понимают, что необходимо менять структуру экономик своих стран – избавляться от ресурсной зависимости, интенсифицировать индустриализацию, усиленно внедрять высокотехнологичные производства.

Для Казахстана эта проблема сейчас актуальна как никогда, ведь до падения цен на энергоносители считалось, что все трудности в экономике можно решить «нефтедолларами». Впрочем, данная проблема не обошла стороной и белорусскую сторону, экономика которой сильно пострадала от падения цен на нефть, так и от падения цен на калий [4].

Получится ли справиться с этими проблемами у обеих стран – покажет только время, которого практически нет. Если для воплощения в жизнь евразийской интеграции понадобилось почти 20 лет, то процессы, происходящие в мировой экономике, не гарантируют даже более меньшего срока, для того, чтобы Казахстан и Беларусь смогли более прочно «встать на ноги».

Список литературы

1 Винокуров, Е.Ю. Евразийский экономический союз / Е.Ю. Винокуров // История евразийской интеграции: 1991-2016 / Е. Ю. Винокуров. – Санкт-Петербург: ЦИИ ЕАБР, 2017. – Гл. 1. – С. 18-32.

2 Министерство национальной экономики Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stat.gov.kz>. – Дата доступа: 24.10.2018.

3 Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 24.10.2018.

4 Тайбекулы, А. Казахстан и евразийская интеграция: ожидания и реальность / А. Тайбекулы // Ожидания партнеров по интеграции / А. Тайбекулы. - Институт мировой экономики и политики (ИМЭП) при Фонде Первого Президента Республики Казахстан – Лидера Нации. – Астана – Алматы, 2016. – Гл. 4. – С. 49-50.

Н.Ю. СУХОВИЛО¹, А.И. РОМАНЧУК²

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛЫХ ОЗЕР И МЕЛОВЫХ КАРЬЕРНЫХ ВОДОЕМОВ БЕЛАРУСИ И ПОЛЬШИ

¹*Белорусский государственный университет
г. Минск, Республика Беларусь,
nina_s3894@mail.ru*

²*Faculty of Earth Sciences, University of Silesia,
Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Poland, e-mail:
aleksy.romanczuk@gmail.com*

Водоемы в меловых карьерах Беларуси формируются в результате обводнения выработок за счет вскрытых грунтовых вод, атмосферных осадков, а также вод поверхностного стока. Аккумуляция природных вод в котловине, генетически связанной с выработанными месторождениями минерального сырья позволяет рассматривать карьерные водоемы как вторичные природно-техногенные гидросистемы озерного типа, специфика которых определяется взаимодействием техногенных и естественных факторов. Создаются условия для устойчивого функционирования геосистем карьерных водоемов, воссоздания их биосферного и хозяйственного потенциала. Согласно данным Сводного отчетного баланса запасов строительных материалов среди разведанных месторождений обводнено и потенциально пригодно для водохозяйственной рекультивации 87 % месторождений меломергельных пород, что является естественной предпосылкой создания в перспективе новых аквальных систем озерного типа. Наиболее многочисленными и высокоперспективными для эксплуатации как в водохозяйственных, так и туристско-рекреационных целях являются именно обводненные меловые месторождения.

Общее представление о происхождении, морфометрических особенностях, условиях питания меловых карьерных водоемов и особенностях их водосборных бассейнов позволило предположить, что новообразованные лимнические системы должны обладать значительным сходством с естественными озерами региона, иметь схожий солевой состав вод, а также механизмы наращивания трофического статуса.

Целью работы являлся анализ термодинамических и гидрохимических характеристик генетически однородных меловых карьерных водоемов Беларуси и Польши в сравнении с водоемами естественного происхождения.

Для проведения комплексного лимнологического изучения и сравнительной характеристики современного состояния генетически однородных меловых карьерных водоемов Беларуси и Польши выбраны аквальные системы Кричев, Голубой, Лазурный, в Беларуси и водоемы Черноглаве (польск. *Czarnogłowy*) и Шмарагдове (польск. *Szmaragdowe*), расположенные на территории Западно-Поморского воеводства Республики Польша, а также три озера, расположенных на территории Мядельского и Островецкого районов Республики Беларусь (Глубелька, Рудаково и Губеза). Площади исследуемых

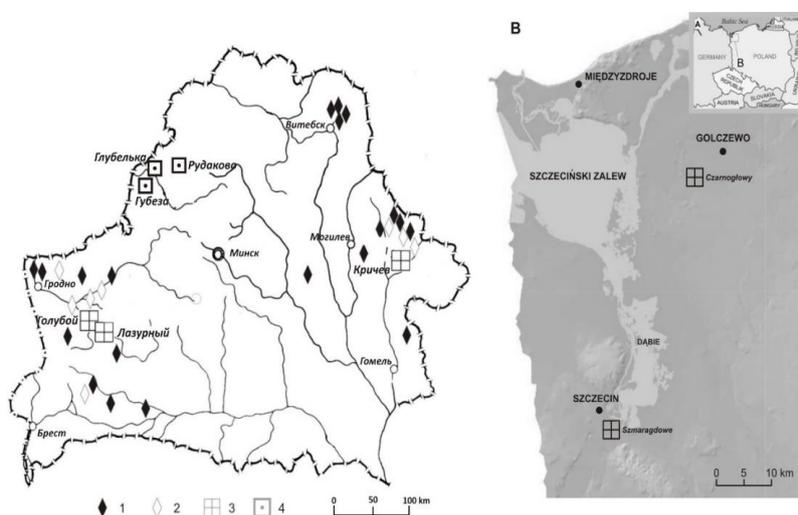
водоемов изменяются от 2,5 до 37,7 га, максимальные глубины – от 5,1 до 28,8 м. Исследуемые водоемы характеризуются слабыми инерционными свойствами небольших объемов водной массы, уязвимы для процессов загрязнения и эвтрофирования в условиях хозяйственного использования водосборов. Морфология меловой выработки, вмещающей водную массу, сказывается также на особенностях гидродинамических, гидрохимических и гидробиологических процессов новообразованных карьерных водоемов. При этом проявляются закономерности и зависимости, свойственные естественным озерам. Географическое положение исследуемых объектов иллюстрирует рисунок 1.

Источником данных о температуре воды, гидрохимических характеристиках и морфометрии котловин водоемов послужили материалы комплексного обследования озер Беларуси [1], результаты обследования карьерных водоемов [2 – 6], а также актуализированные данные, собранные авторами в ходе экспедиционных работ в 2017 – 2018 гг. Для расчета характеристик перемешивания и стратификации использовалась термодинамическая модель *Lake Analyzer*, которая представляет собой программный код в сочетании с поддержкой инструментов визуализации [7, 8]. Основными анализируемыми показателями являются средняя температура водной массы, а также термическая устойчивость, характеризующие стратификацию водоема.

Термическая устойчивость представляет собой количество энергии, которое необходимо затратить для приведения всей водной массы озера в состояние гомотермии в адиабатических условиях. Данная величина рассчитывается по формуле (1) и выражается в джоулях на единицу площади поверхности озера.

$$W_t = \frac{g}{A_0} \int_0^{z_m} (z - z_v) \rho_z A_z dz \quad (1),$$

где W_t – термическая устойчивость, g – ускорение силы тяжести, z_v – глубина центра масс озера при постоянной плотности, z_m – максимальная глубина, ρ_z – плотность воды на глубине z , A_0 – общая площадь озера, A_z – площадь озера под изобатой z м, V – общий объем озера [8].



1 - действующие карьеры, потенциально пригодные для водной рекультивации, 2 - разведанные месторождения, 3 - существующие водоемы в выработанных меловых карьерах, 4 – озера.

Рисунок 1 – Картосхема существующих и перспективных объектов водохозяйственной рекультивации меловых карьеров Беларуси и Польши

В период с августа 2017 г. по январь 2018 г. была произведена однократная серия отбора проб поверхностных вод в каждом из исследуемых карьерных водоемов для определения актуальных концентраций компонентов солевого состава, а также

биогенных элементов. Непосредственно во время полевых работ проводилось измерение основных физико-химических свойств воды: температуры, pH и электролитической проводимости с помощью карманного кондуктометра СРС-105 производства *Elmetron*.

Исследования проб воды, отобранных из обводненных меловых выработок на территории Беларуси, производились в Филиале «Центральная лаборатория» Республиканского унитарного предприятия «Научно-производственный центр по геологии». Для польских водоемов гидрохимический анализ вод производился в Отделении исследования воды и стоков на базе факультета Наук о Продовольствии и Рыболовства Западнопоморского Технологического Университета в Щецине.

Температура воды является одним из важнейших факторов, определяющих функционирование озерной экосистемы на всех трофических уровнях. Она зависит от географического положения, влияющего на количество солнечной радиации, поступающей на водную поверхность, а также от местных факторов, перераспределяющих энергию по всей водной массе. Исследуемые водоемы относятся к димиктическому типу. Исключение составляет карьерный водоем Лазурный, который является полимиктическим.

В озерах естественного происхождения и карьерных водоемах формируются термодинамические условия, характерные для водоемов умеренной зоны с зимней и летней стагнациями и осенней и весенней циркуляциями. Во всех водоемах, кроме Лазурного, термическая стратификация выражена достаточно четко и представлена тремя слоями: эпилимнионом, металимнионом и гипolimнионом.

Одним из параметров, в значительной степени отражающих стратификацию водной массы водоема, является термическая устойчивость. На рисунке 2а показан график ее зависимости от максимальной глубины. Рисунок 2б иллюстрирует зависимость средней температуры водной массы от максимальной глубины.

На рисунке видно, что зависимости в обоих случаях носят нелинейный характер. С ростом глубины водоема его термическая стратификация усиливается, соответственно, увеличивается устойчивость к перемешиванию. Средняя температура водной массы в это же время падает, т.к. увеличивается доля гипolimниона. В целом, карьерные водоемы более устойчивы к перемешиванию, чем озера с близкой глубиной. Но их придонная температура оказывается выше, чем в малых стратифицированных озерах. Во многом это обусловлено строением дна. Многие карьерные водоемы имеют плоское дно, благодаря чему в его понижениях не скапливается холодная вода. Зато в пределах термоклина температурные градиенты в озерах меньше.

В карьерных водоемах они достигают 5 °С/м.

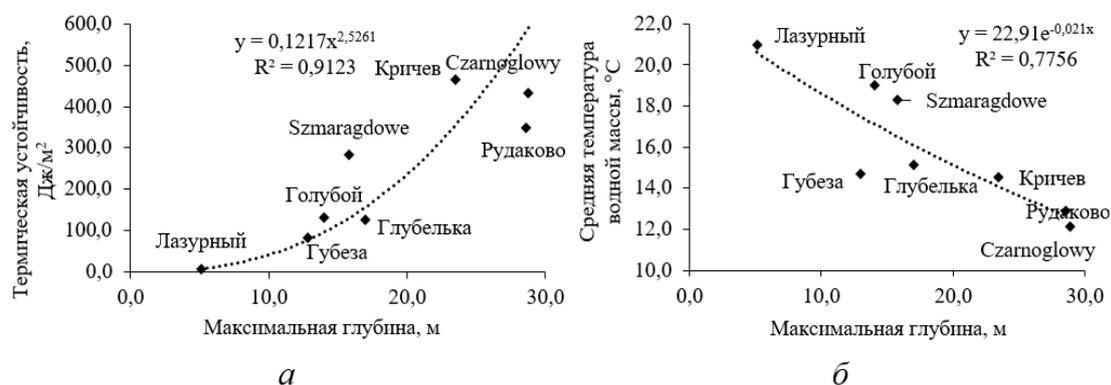


Рисунок 1 – Зависимость термической устойчивости от максимальной глубины водоема (а) и средней температуры водной массы от максимальной глубины водоема (б)

Кроме этого, для отдельных водоемов характерно явление меромиксии. Среди карьерных водоемов классическим примером меромиксии является Черноглове. До глубины 18 м распространяется миксолимнион с прямой стратификацией летом и обратной зимой. На его нижней границе температура равна 4,5 – 5 °С. Глубже формируется монимолимнион с постоянной в течение года температурой около 6 – 7 °С. В водоеме четко прослеживается хемоклин, ниже которого минерализация достигает 1700 мг/дм³. Среди водоемов естественного происхождения похожими условиями характеризуется оз. Губеза. В летний период у дна сохраняется температура, близкая к 4 °С (иногда ниже), формируются бескислородные условия с повышенным содержанием сероводорода.

Несмотря на незначительный в сравнении с естественными водоемами период существования, меловые карьерные водоемы формируют химический состав вод, свойственный зональному типу озерных вод - гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый.

Химический состав вод меловых карьерных водоемов формируется, доминирующим типом питания, и в значительной мере – техногенным поступлением компонентов химического состава (Cl , SO_4^{2-} , K^+ , Na^+). Основными источниками загрязнения с самых ранних этапов существования новообразованных гидросистем являются промышленные предприятия, которые выработали для своих технологических нужд карьеры, а расположенные водоемы используют как реуипиенты отходов производства (Кричевский цементно-шиферный комбинат). Кроме этого, важным поставщиком Cl , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ и биогенных веществ являются сельскохозяйственные предприятия, расположенные в пределах водосборов и также сбрасывающие в них свои сточные воды. Учитывая привлекательность использования меловых карьерных водоемов, как объектов промышленного и активного видов туризма, источником поступления загрязняющих веществ является рекреация, развивающаяся как планоно, так и стихийно в пределах водосборов исследованных водоемов.

В актуальных данных представляющих химический состав вод большинства исследованных водных объектов, обнаруживаются антропогенные трансформации, выражающиеся, прежде всего, в повышенном содержании хлоридов, сульфатов, натрия и калия (таблица 1).

Таблица 1 – Компоненты солевого состава и биогенные элементы в водах исследуемых водоемов Беларуси и Польши (2017 – 2018)

Карьерный водоем/озеро	pH	ЕС	SO_4^{2-}	Cl	HCO_3^-	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	ТН	PO_4^{3-}	NO_3^-
	<i>pH</i>	$\mu S/cm$	<i>мг/дм³</i>									
Кричев	7,88	727,5	87,2	59,2	219,6	28	5,9	29,3	61,7	274,5	<0,01	0,8
Голубой	8,55	308	28,4	7,1	143,4	4,6	5	5,8	45,5	137,6	<0,1	<0,1
Szmaragdowe	7,4	688	196,3	14,3	170,8	18,6	4,4	15,6	112,3	346,5	0,14	0,56
Czarnogłowy	7,3	572,6	41,3	43,2	216,55	16,8	3,6	14,8	96,6	303,2	0,36	36
Глубелька	8,1	484	11,5	3,33	161,65	1,7	0,6	21,9	28,1	-	<0,005	0,33
Рудаково	7,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	0,48

Источник: результаты исследования авторов

По показателю электролитической проводимости (ЕС) выделено две группы среди исследованных водоемов – среднеминерализованные (электропроводность от 300 до 600 $\mu S/cm$ – Голубой, Черноглове, Глубелька); высокоминерализованные (электропроводность от 600 до 900 $\mu S/cm$ и выше – Кричев, Шмарагдове).

Наиболее высокими величинами *pH* воды (7,88 – 8,55) характеризуются высокопрозрачные меловые карьерные водоемы Кричев и Голубой, а также естественные

озера Глубелька и Рудаково. Более низкие значения pH для искусственных озер Черноглове (7,3), Шмарагдове (7,4), могут быть обусловлены их исследованием в зимнее время года.

Интенсивное загрязнение сульфатами испытывают водоемы. Загрязнение хлоридами выявлено в водоемах Кричев (до 87,2 мг/дм³) и Шмарагдове (до 196,3 мг/дм³). В этих же водных объектах установлено повышенное содержание натрия (до 28 мг/дм³). Высокие показатели концентраций Ca^{2+} в водоемах Черноглове (96,6 мг/дм³) и Шмарагдове (112,3 мг/дм³), обусловлены техногенным поступлением катионов со стороны водосборных бассейнов. Изменение соотношения анионов, характерного зональному типу озерных вод ($HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$), в сторону хлоридов зафиксировано в водоеме Черноглове. По содержанию Cl^- в поверхностных водах исследуемых водоемов, можно выделить три условные группы водных объектов: к/в Кричев (59,2 мг/дм³), гидросистемы на территории северо-западной Польши (14,3 – 43,2 мг/дм³) и водоемы Глубелька и Голубой с наиболее низким содержанием хлоридов в границах 3,3 – 7,1 мг/дм³.

По концентрации биогенных элементов и их лимитирующей процессы эвтрофирования функции выделены три группы водоемов, отличающихся по уровню трофии: мезотрофные (Голубой, Глубелька, Рудаково), эвтрофные (Кричев) и гиперэвтрофные (Черноглове, Шмарагдове).

Таким образом, наиболее характерными особенностями режима перемешивания большинства исследованных водоемов являются устойчивая стратификация и высокая летняя устойчивость водной массы. Такие условия являются характерными для озер умеренного климатического пояса и в значительной мере обусловлены особенностями морфологии и морфометрии котловин, являющихся, в свою очередь, ключевым азональным фактором формирования термического режима. В то же время, термическая устойчивость в карьерных водоемах выше, чем в озерах с аналогичной глубиной.

К числу главных факторов, определяющих устойчивое функционирование меловых карьерных водоемов, относится их значительное подобие естественным озерам. Подобно естественным лимническим системам, карьерные водоемы обладают схожими показателями концентраций элементов солевого состава, а также величинами содержания биогенных веществ. Сходство с естественными озерами не исключает наличия у меловых карьерных водоемов характерных черт, продиктованных их техногенным происхождением. В условиях усиленного хозяйственного использования водосборных территорий новообразованных водных объектов и отсутствия у них механизма устойчивости, происходят ухудшение качественных показателей вод, ускорение антропогенных процессов эвтрофирования.

Список литературы

1 Комплексное лимнологическое обследование озерных водоемов Белоруссии: отчет о НИР. – Минск, БГУ. – 1973 – 1980. ХД-ЛОЗ-671717.

2 Хомич, С.А. Геоэкологическое обеспечение туристско-рекреационного использования карьерных водоемов Беларуси / С.А. Хомич [и др.] – Минск: БГУ, 2015. – 223 с.

3 Хомич, С.А. Геоэкологические аспекты водохозяйственной рекультивации нарушенных земель / С.А. Хомич – Минск, 2001. – 124 с.

4 Kubiak, J. Particular example of meromixis in the anthropogenic reservoir / J. Kubiak, S. Machula, A. Choiński // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. 2018, Vol. 13, No. 1. – P. 5 – 13.

5 Kubiak, J. Water thermal regimes in selected antropogenic resorvoirs in Western Pomerania / J. Kubiak, S. Machula // International Journal of Oceanography and Hydrobiology. – 2013 Volume 42, Issue 2. – P. 155–163.

6 Kubiak J., Nędzarek A., Tórz A., Machula S., 2010: Wstępne dane o termice wód zbiornika Czarnogłowy. Przemiany jezior i zbiorników wodnych. Poznań. s. 134

7 Lake analyzer web – [Electronic resource] – Mode of access: <http://LakeAnalyzer.gleon.org> – Date of access: 25.06.2018.

8 Read, J.S. Lake Analyzer Ver. 3.3 User Manual / J. S. Read, K. Muraoka // Global Lake Ecological Observatory Network, 2011. – 21 p.

О.І. ЯКОВЕНКО, Г.В. ДАНЬКО, О.В. ЛУКАШ

ОСЕРЕДКИ ФОРМУВАННЯ ПСАМОФІТНОЇ РОСЛИННОСТІ НА ҐРУНТАХ ЛЕСОВИХ ОСТРОВІВ ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка,
м. Чернігів, Україна,
lukash2011@ukr.net*

Псамофітні флороценокомплекси, які широко представлені на Поліссі, формуються на борових, алювіальних чи техногенного походження ґрунтах. Своєрідність ландшафтно-типологічної структури Чернігівського Полісся визначається перш за все тим, що разом з місцевостями поліського типу наявні природні комплекси з лісостеповими рисами. Останні поширені фрагментарно і як правило формуються на лесових островах, роз'єднаних долинами сучасних річок, стародавніми прохідними долинами і зандровими рівнинами. Літологічно відклади лесових островів представлені здебільшого типовими лесами і лесовидними суглинками. Піщані ґрунти і відповідно псамофітна рослинність є нетиповими для цього типу місцевостей.

На лесових легко- і середньо-суглинистих відкладах утворилися світло-сірі, сірі і темно-сірі ґрунти. На слабодренованих вододільних і терасних пониженнях лесових островів зустрічаються лучні і солончакові ґрунти в комплексі з болотними. На розчленованих схилах вододільних рівнин ґрунти значною мірою еродовані. Також є площі зайняті заплавами з алювіальними лучними і болотними ґрунтами.

Ґрунтоутворюючими породами Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового острова є лес та лесовидні суглинки, які в периферійній частині змінюються воднольодовиковими відкладами глинистих пісків та супісків. Ґрунти цієї території в центральній частині представлені темно-сірими ґрунтами та чорноземом опідзоленим, найбільші масиви якого залягають між селами Синявкою і Данилівкою, на південний схід від селища Березного та південний захід від Сосниці [1].

На північ від Сосниці, північний схід від с. Ольшани і південь від с. Величківки поряд з темно-сірими ґрунтами великі площі займає чорнозем глибокий малогумусний вилугуваний. Сірі і світло-сірі опідзолені ґрунти приурочені до периферійної частини і змінюються дерново-слабо- та середньопідзолистими ґрунтами [1].

Ріпкинсько-Чернігівський і Седнівсько-Тупичівський лесові острови з типовим лісостеповим ландшафтом і ґрунтами займають південну частину Ріпкинського та північну частину Чернігівського районів. Вони є частинами Ріпкинсько-Тупичівської лесової рівнини, з півночі на південь перерізаної долиною болота Замглай [3].

Серед ґрунтового покриву найбільш поширені темно-сірі опідзолені ґрунти. Ними вкриті центральні масиви підрайону. В комплексі з темно-сірими опідзоленими ґрунтами залягають і опідзолені чорноземи, найбільші масиви яких розповсюджені на

південь від с. Тупичева, південний схід від с. Івашківки, південний захід від селища Седнів, біля с. Роїще. Сірі і світло-сірі опідзолені ґрунти поширені переважно по периферії (неширокою смугою тягнуться по середній терасі болота Замглай від с. Товстоліс до селища Ріпки) [1].

Поряд з лісовими ґрунтами на терасах болота Замглай і понижених елементах плато дуже поширені сірі і світло-сірі опідзолені ґрунти солончакуваті та лучні карбонатні солончакуваті ґрунти (залягають на середній терасі болота Замглай між селами Петрушин, Черниш, Вишневе і на понижених елементах плато переважно на південь від селища Ріпки).

Ґрунтоутворюючі породи рівнини (двоюрисний лес і лесовидні суглинки) в периферійній частині змінюються воднольодовиковими відкладами пісків і давньоалювіальними пісками на річкових терасах.

На воднольодовикових відкладах пісків і давньоалювіальних пісках річкових терас сформувалася рослинність класу *Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika et Novak 1941*, (порядок *Corynephorretalia canescentis R.Tx. 1937*, союз *Koelerion glaucae Volk 1931 Klika 1935*), зокрема фітоценози асоціації *Plantago arenariae-Helichrysetum arenarii Kuzmenko 2013*, описану вперше А.А. Кузменко [2].

Клас *Koelerio-Corynephoretea Klika in Klika et Novak 1941* діагностують види *Festuca ovina L.*, *Helichrysum arenarium (L.) Moench*, *Jasione montana L.*, *Polytrichum piliferum Hedw.*, *Rumex acetosella L.*, *Scleranthus perennis L.*, *Sedum acre L.*, *Thymus serpyllum L.*, *Trifolium arvense L.* [4] Порядок *Corynephorretalia canescentis Klika 1934 em. R.Tx. 1962* діагностують види *Cladonia sp.*, *Festuca ovina L.*, *Helichrysum arenarium (L.) Moench*, *Jasione montana L.*, *Polytrichum piliferum Hedw.*, *Rumex acetosella L.*, *Scleranthus perennis L.*, *Sedum acre L.*, *Thymus serpyllum L.*, *Trifolium arvense L.* Характерні види союзу [5] *Koelerion glaucae Klika 1934*: *Chondrilla juncea L.*, *Koeleria glauca (Speng.) DC.*, *Silene tatarica (L.) Pers.*, діагностичними видами є *Carex ericetorum Pollich*, *Chamaecytisus ruthenicus (Fish Ex Wolosczc.) Klaskova*, *Oenothera rubricaulis Klebahn*, *Peucedanum oreoselinum (L.) Moench*.

Асоціацію *Plantago arenariae-Helichrysetum arenarii Kuzmenko 2013* діагностують *Plantago arenaria Waldst. & Kit.*, *Helichrysum arenarium (L.) Moench*. Проективне покриття до 30% мають *Plantago arenaria Waldst. & Kit.*, *Scleranthus perennis L.*, *Hylotelephium maximum (L.) Holub*, *Helichrysum arenarium (L.) Moench*. Проективне покриття 1 – 5 % мають *Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.*, *Cladonia squamosa Hoffm.*, *Pinus sylvestris L.*, *Glechoma hederacea L.*, *Daucus carota L.*, *Berteroa incana (L.) DC.*, *Achillea millefolium L.*, *Galium verum L.* Поодинокі представлені *Scleranthus perennis L.*, *Fragaria vesca L.*, *Chondrilla juncea L.*, *Koeleria glauca (Speng.) DC.*, *Silene tatarica (L.) Pers.*, *Carex ericetorum Pollich*, *Chamaecytisus ruthenicus (Fish. ex Wolosczc.) Klaskova*, *Oenothera rubricaulis Klebahn*, *Tanacetum vulgare L.*, *Conyza canadensis L.*, *Descurainia sophia (L.) Webb et Prantl*, *Campanula patula L.*, *Leontodon autumnalis L.*, *Plantago lanceolata L.*, *Rumex acetosa L.*, *Clinopodium vulgare L.*, *Medicago falcata L.*, *Trifolium alpestre L.*, *Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.*, *Robinia pseudoacacia L.* Видове багатство становить 37 видів.

Для Михайло-Коцюбинського лесового острова ґрунтоутворюючою породою є лес і делювіальні суглинки. Тут поширені переважно ясно-сірі і сірі опідзолені ґрунти. Рідко зустрічаються (с.с.Зайці-Левковичі) темно-сірі опідзолені оглеєні ґрунти. По периферії острова поширені дерново-середньо-підзолисті супіщані і суглинкові [1].

В долинах річок, що проходять через лесові острови (р.р. Стрижень, Мена, Дягова), переважають лучні карбонатні і дернові карбонатні ґрунти на делювії пісків, лесовидних породах терас та алювіальних відкладах заплавл. Саме ці алювіальні піски є фарватерами поширення з одного боку природних рослинних угруповань, з іншого – синантропних.

Природні угруповання представлені фітоценозами класу *Isoeto-Nanojuncetea Br.-Bl. et R.Tx. 1943*. Його діагностують види *Centaurium pulchellum (Sw.) Druce*, *Juncus bufonius L.*, *Juncus tenageia Ehrh. Ex L.*, *Plantago intermedia Dc.* Клас представлений

порядком *Cyperetalia fusci* Pietsch 1963, діагностичними видами якого є *Gnaphalium uliginosum* L. і *Potentilla supina* L. До цього порядку належить 2 союзи з відповідними 2 виявленими асоціаціями: *Elantini-Eleocharition ovatae* Pietsch 1965 (асоціація *Cyperetum flavescens* Koch 1926) та *Heleocharit-Cyperion micheliani* Br.-Bl. 1952 (*Dichostylidi-Helochloetum alopecuroidis* (Timar 1950) Pietsch 1973).

Асоціація *Cyperetum flavescens* Koch 1926. Проективне покриття ділянок 62 % та 75 %. Цю асоціацію діагностують такі види як *Cyperus flavescens* L., *Sagina nodosa* (L.) Fenzl, що мають на вище зазначених ділянках проективне покриття 10 %. В угрупованні часто трапляються *Bidens tripartita* L. (10 %), *Rumex maritimus* L. (5%), *Bidens frondosa* L. (до 5 %), *Xanthium albinum* (Widd.) H.Scholz (до 5 %), *Gnaphalium uliginosum* L. (до 10 %), *Juncus bufonius* L. (25 %), *Cyperus fuscus* L. (5 %), *Cyperus flavescens* L. (10 %), *Sagina nodosa* (L.) Fenzl (10 %), *Lycopus europaeus* L. (5 %), *Mentha aquatica* L. (35 %), *Centaureum pulchellum* (Sw.) Druce (1 %). Поодинокі представлені види *Melissa officinalis* L., *Conyza canadensis* (L.) Crong., *Agrostis capillaris* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Typha latifolia* L., *Myosotis palustris* (L.) L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Plantago major* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv., *Crypsis schoenoides* (L.) Lam., *Potentilla supina* L., *Plantago intermedia* DC., *Juncus tenageia* Ehrh., *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv., *Rorippa palustris* L. Bess. Видове багатство становить 29 видів.

Асоціація *Dichostylidi-Helochloetum alopecuroidis* (Timar 1950) Pietsch 1973. Діагностичним видом цієї асоціації є *Dichostylis micheliana* (L.) Nees, а також вид *Schoenoplectus supinus* (L.) Palla. В угрупованні часто трапляються *Bidens tripartita* L. з проективним покриттям до 9 %, *Rumex maritimus* L., проективне покриття якого становить до 5 %, *Chenopodium rubrum* L., проективне покриття якого становить до 3 %, проективне покриття до 8% має вид *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv. У всіх описах яскраво представлений діагностичний вид асоціації *Xanthio riparii-Chenopodietum rubri* з проективним покриттям до 10 % *Xanthium albinum* (Widd.) H.Scholz. Проективне покриття до 11 % має *Gnaphalium uliginosum* L., до 15 % має проективне покриття *Juncus bufonius* L. *Cyperus fuscus* L. та *Elytrigia repens* (L.) Nevski – до 10 %, *Crypsis schoenoides* (L.) Lam. та *Poa annua* L. – до 7 %, *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv., *Lycopus europaeus* L. – до 8 %, *Plantago major* L. – до 13 %, *Ambrosia artemisiifolia* L. має проективне покриття 5 %, *Mentha aquatica* L. має проективне покриття від 12 % до 26 %. Поодинокі трапляються *Rorippa palustris* L. Bess., *Bidens cernua* L., *Bidens frondosa* L., *Centaureum pulchellum* (Sw.) Druce, *Juncus tenageia* Ehrh., *Galeopsis speciosa* Mill., *Potentilla anserina* L., *Festuca ovina* L., *Typha latifolia* L., *Lepidium ruderales* L., *Populus nigra* L., *Agrostis capillaris* L., *Myosotis palustris* (L.) L., *Potentilla supina* L., *Plantago intermedia* DC. Загалом видове багатство фітоценозу складає 33 види.

Рудеральні фітоценози репрезентує клас *Bidentetalia tripartiti* R.Тх. Lohm et Prsg 1950 – угруповання літніх однорічників, що трапляються на багатих нітратами ґрунтах. Порядок *Bidentetalia tripartiti* Br.-Bl. et R.Тх. 1943 діагностують види *Bidens tripartita* L. і *Rorippa palustris* L. Bess. Союз *Bidentetion tripartiti* Nordh. 1940 діагностує вид *Bidens cernua* L.

Асоціація *Bidentetum tripartitae* Koch 1926 em. Kopecky et Hejny 1974. Проективне покриття ділянок, які описано, становить 30 – 35 %. Діагностичними видами асоціації є *Bidens tripartita* L., *Polygonum hydropiper* L. з проективним покриттям на ділянці 20 % і 5 % відповідно. До складу угруповань входять *Bidens frondosa* L., *Juncus articulatus* L., *Mentha aquatica* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, проективне покриття яких становить 5 – 10%. У цих описах представлені такі діагностичні види асоціації *Poetum annuae* як *Plantago major* L., *Poa annua* L. і *Potentilla anserina* L. Їх проективне покриття на цій ділянці зовсім незначне і становить до 2 %. Поодинокі наявні в угрупованні види *Rorippa palustris* L., *Bidens cernua* L., *Chenopodium rubrum* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv., *Lycopus europaeus* L., *Agrostis stolonifera* L., *Alopecurus geniculatus* L., *Juncus compressus* Jacq., *Potentilla anserina* L., *Conyza canadensis* (L.) Crong., *Deschampsia*

caespitosa (L.) P.Beauv., *Salix viminalis* L. та *Trifolium repens* L. Видове різноманіття становить 22 види.

Угруповання *Bidens frondosa* діагностує вид *Bidens frondosa* L. з проєктивним покриттям на ділянці 5 %. *Bidens tripartita* L. трапляється в угрупованні з проєктивним покриттям 5 %. У цьому описі поодинокі представлені такі діагностичні види асоціації *Poetum annuae* як *Plantago major* L., *Poa annua* L. і *Potentilla anserina* L. Поодинокі в угрупованні представлені *Rorippa palustris* L. Bess, *Bidens cernua* L., *Polygonum hydropiper* (L.) Delarbre, *Chenopodium rubrum* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv., *Agrostis stolonifera* L., *Alopecurus geniculatus* L., *Potentilla anserina* L., *Conyza canadensis* (L.) Crong., *Deschampsia caespitosa* (L.) P.Beauv., *Populus nigra* L., *Salix viminalis* L., *Trifolium repens* L.

Асоціація *Xanthio riparii-Chenopodietum rubri* Lomn. et Walther 1950. Проєктивне покриття ділянок становить 50 – 90 %, вид *Xanthium albinum* (Widd.) H.Scholz діагностує цю асоціацію. На ділянці *Xanthium albinum* (Widd.) H.Scholz має проєктивне покриття від 20 % до 50 %. *Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz порівняно молодий вид з Північної Америки, що росте в Середній Європі. В Україні цей вид з Києва почав швидко поширюватися по Дніпру, за досить короткий час зайняв широкий ареал. Великі колонії утворює на околицях великих міст, по берегах річок і вибитих худобою пасовищах, на пустирах, берегових косах. В угрупованні наявні такі види як *Bidens tripartita* L. (5 %), *Bidens frondosa* L. (7 %), *Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv. (3 %), *Juncus bufonius* L. (20 %), *Plantago major* L. (7 %), *Mentha aquatica* L. (15 %), *Myosotis palustris* (L.) L. (3 %), *Salix viminalis* L. (3 %). Поодинокі трапляються *Rorippa palustris* L., *Bidens cernua* L., *Chenopodium rubrum* L., *Butomus umbellatus* L., *Sparganium emersum* Rehm., *Typha latifolia* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Alopecurus geniculatus* L., *Conyza canadensis* (L.) Crong., *Melissa officinalis* L., *Juncus articulatus* L.

Отже, на воднольодовикових відкладах пісків і давньоалювіальних пісках річкових терас (переважно на периферії лесових островів) трапляються фрагментованими ділянками псамофітні угруповання *Plantago arenariae-Helichrysetum arenarii* Kuzmenko 2013 (клас *Koelerio-Corynephoretea* Klika in Klika et Novak 1941, порядок *Corynephoralia canescentis* R.Tx. 1937, союз *Koelerion glaucae* Volk 1931 Klika 1935).

В долинах річок на делювії пісків та алювіальних відкладах заплав спостерігаємо поширення фітоценозів класу *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et R.Tx. 1943: *Cyperetum flavescens* Koch 1926) та *Dichostylidi-Helochloetum alopecuroidis* (Timar 1950) Pietsch 1973). Водночас на Чернігівському Поліссі алювіальні відклади є субстратами, на яких сформувалися нітрофільні фітоценози класу *Bidentetea tripartiti* R.Tx. Lohm et Prsg 1950.

Список літератури

- 1 Бойко, Є.І. Агровиробничі особливості ґрунтів Чернігівської області та заходи з підвищення їх родючості / Є.І. Бойко. – К.: Держсільгоспвидав, 1963. – С. 36–46.
- 2 Кузьменко, А.А. Псаммофитная травяная растительность Смоленско-Московской возвышенности / А. А. Кузьменко. // Бюллетень Брянского отделения РБО. – № 2. – 2017. – С. 26–33.
- 3 Нариси про природу і сільське господарство Українського Полісся / Мін-во вищої освіти УРСР. – [б. м.] : Вид-во КДУ ім. Т.Г. Шевченка, 1955. – С.383
- 4 Соломаха, І. В. Огляд вищих одиниць рослинності України за методом Браун-Бланке та їх діагностичні види / І. В. Соломаха, В. Л. Шевчик, В. А. Соломаха. – Київ : Фітосоціоцентр, 2017. – 116 с.
- 5 Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski / Matuszkiewicz. – Warszawa : Wydawnictwo naukowe PWN, 2001. – 540 s.

ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

К.В. БЕЛЯЕВА

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ НА ФОНОВУЮ И АНОМАЛЬНУЮ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
bel_echelon9999@mail.ru*

«Я не понимаю, как возможно, сравнивая Луну с земным глобусом, прийти к другому выводу, кроме следующего: лунные и земные формы различны в корне, а, следовательно, и происхождение их различно», – писал в свое время известный этнограф А. Вегенер.

Проблемы происхождения Земли и планет, построения моделей внутреннего их строения являются важными задачами планетарных исследований.

В настоящее время не вызывает сомнений, что для решения проблемы образования Земли, ее начального состояния и эволюции исследования Луны имеет первостепенное значение. Научный интерес к Луне возник еще в античные времена. Расширение представлений о Луне ставит немало новых задач, как фундаментального, так и прикладного характера. Существует перечень актуальных научных проблем, решение или более тщательное исследование которых целесообразно осуществить в ближайшие десятилетия.

Для изучения внутреннего строения Луны необходимо выполнить моделирование на основе имеющихся данных. Модель является адекватным заместителем реального объекта, поэтому активно используется при изучении в том числе и планет. Хорошо адаптированной моделью и в случае Луны, и в случае Земли является сферически симметричная модель, которая для Земли принимается отсчетной, то есть считается нулевым приближением.

Из-за сильной неоднородности наружных слоев Луны и ограниченного числа сейсмометров, которые могут быть установлены на ее поверхности, использование объемных волн для построения модели внутреннего строения нулевого приближения недостаточно. Для этой цели могут быть привлечены также данные о спектре собственных колебаний и поверхностных волнах. Собственные колебания представляют особый интерес для исследования внутреннего строения планеты, так как при обработке данных не требуется знание местонахождения источника и время событий, и, следовательно, достаточно иметь запись на одной станции. Учитывая возросший интерес к исследованиям недр Луны, развитие сейсмической аппаратуры и новых методов обработки сейсмических данных, актуальным является дальнейшее изучение Луны на основе современных моделей ее внутреннего строения.

На основе анализа результатов изучения внутреннего строения можно сделать вывод о справедливости гипотез ее происхождения и эволюции. Одна из них основывается на идеях катастрофического отрыва Луны от Земли под действием приливных сил, в других считается, что двойная планетная система образовалась в результате эволюционного раздвоения вращающегося жидкого тела. Имеется серия гипотез, в которых предполагается, что Луна и Земля образовались из облака газа и частиц [5].

Неоднородность внутреннего строения Луны следует и из сложности распределения ее гравитационного поля. Особенность гравитационного поля Луны в его центральной симметрии относительно центра масс Луны. Данная симметрия выполняется с высокой точностью [4].

Взаимное положение Земли, Луны и Солнца непрерывно меняется, что вызывает изменение величины и направления притяжения Земли Луной и Солнцем, возникают приливные (лунно-солнечные) изменения поля силы тяжести. Расстояния до Луны и Солнца, их масса и положение относительно Земли известны и потому приливные эффекты можно точно рассчитать для любого момента времени. Однако данные наблюдений не согласуются с расчетными из-за сложного строения Земли. Поэтому изучение земных приливов позволяет исследовать физические свойства ее глубинных слоев [2].

Гравитационное поле является всего лишь промежуточной информацией для изучения внутреннего строения и фигуры Луны. Конечная цель более сложна и разнообразна. Если говорить о селено-физических задачах, связанных с внутренним строением и решаемых с помощью гравитационного поля, то в иерархическом порядке можно назвать следующие:

- определение планетарного изменения плотности пород, слагающих Луну, в радиальном направлении;
- изучение изменений плотности в тангенциальном направлении;
- определение массы и средней плотности Луны;
- установление различия внутреннего строения для видимой и обратной сторон Луны;
- изучение отличия Луны от гидростатического равновесия и оценка напряжений в теле Луны;
- заключение об изостатическом состоянии крупных регионов и больших кратеров Луны;
- определение формы границы между мантией и корой в материковых и морских областях;
- определение строения коры в областях перехода от материков к морям;
- изучение детального строения границ лунных кратеров, зон разломов и т.д.

Рельеф Луны имеет сложное строение. Наблюдаются обширные горные области и равнины. Рельеф изучался по его изображению в виде изолиний равных высот сглаженной физической поверхности планеты относительно поверхности относимости. За поверхность относимости была принята сфера. Радиус этой сферы равен среднему радиусу Луны. Для численно-аналитических исследований удобно представлять рельеф в виде разложения по сферическим или выборочным функциям [3].

В формировании рельефа Луны принимали участие и внутренние, и внешние силы. Роль тектонических и вулканических явлений несомненна, так как на Луне есть линии сброса, цепочки кратеров, огромная столовая гора со склонами такими же, как и у кратеров. Менее крупные кратеры образовались от ударов больших метеоритов. На Земле есть также ряд кратеров, образованных при падении метеоритов. Что касается лунных «морей», то они, по-видимому, образованы проплавлениями лунной коры и излияниями лавы вулканов. Конечно, на Луне, как и на Земле, основные этапы горообразования происходили в далеком прошлом [1].

Многочисленные кратеры, обнаруженные на некоторых других телах планетной системы, например, на Марсе и Меркурии, должны иметь такое же происхождение, как и лунные. Интенсивное кратерообразование, по-видимому, связано с малой силой тяжести на поверхности планет и с разреженностью их атмосферы, мало смягчающей бомбардировку метеоритами.

Таким образом, наибольший размах (амплитуда) рельефа земной поверхности около 20 км (19870 м). Наглядное представление о рельефе дает гипсографическая кривая соотношения площадей, занятых на поверхности Земли различными абсолютными высотами и глубинами. Была проанализирована гипсографическая кривая, по оси ординат которой откладывались высоты и глубины, а по оси абсцисс – площади, занятые этими высотами и глубинами.

Гипсографическая кривая отражает обобщенный идеальный профиль земной поверхности. Из нее видно, что на суше преобладают высоты менее 1000 м (75 % площади), а в океане глубины от 3000 до 6000 м. Средняя высота материков равна примерно 850 м, средняя глубина океанов – около 3800 м. Из 510 млн. км² земной поверхности на долю океана приходится 361 млн. км² (70,8 %), а суша занимает всего 149 млн. км² (29,2 %).

Возвышенности на материках располагаются в виде двух поясов: один приурочено к Тихоокеанскому побережью и включает горы Восточно – Азиатских островов, Кордильеры, Анды, Антарктические Анды. Самая высокая гора этого пояса – Аконкагуа, достигает высоты 6960 м. Второй пояс включает Пиренеи, Атлас, Альпы, Апеннины, Балканы, Кавказ, Памир, Гималаи, горные цепи Индокитая и Малайского архипелага. Наивысшая вершина этого пояса – гора Эверест 8848 м. Часто отмечают одну интересную, но пока не объясненную особенности земной поверхности – наличие «континентальных лучей» – попарной группировки материков (Северная Америка с Южной Америкой, Азия с Австралией, Европа с Африкой).]

В каждом «луче» северные материки отделены от южных мощных поясов разломами земной коры, совпадающими со средиземными морями, в пределах которых расположены архипелаги вулканического происхождения. К этим разломам приурочены напряженные хоны сейсмической деятельности (землетрясений) и проявлений вулканизма. Для материков характерна форма, сходная по конфигурации с треугольником, основание которого обращено к северу.

Физическая поверхность Земли представлена в изолиниях с большой степенью генерализации и с непостоянным обобщением, зависящем от сложности поверхности для того, чтобы наглядно сопоставить степень расчленения рельефа и локализацию аномалий. Физическая поверхность Земли не разлагалась на фоновую и аномальную, вследствие ее сложности [6].

Для лунной поверхности разложение реально. Анализируя фоновую поверхность можно сказать, что локализация положительных и отрицательных форм симметрична относительно линии северо-запад – юго-восток. Котловина практически заполняется возвышенностью.

Что касается локализации аномалий, положительные занимают центральную часть изображенной поверхности с простираем северо-запад – юго-восток и симметричные пятна относительно центральной возвышенности. Максимальное значение аномалий как положительных, так и отрицательных 2 км, но это единичные не характерные для всей поверхности значения, и локализованы они относительно полосы отрицательных аномалий в юго – западной части.

Весомое несоответствие в вертикальной расчлененности, формах и сочетании этих форм рельефа на земной и лунной поверхностях приводит к мысли о различных факторах рельефообразования. Данный факт не свидетельствует в пользу единой теории образования этих двух планет.

Недостаточно удовлетворительный по точности и ограниченный в объеме наблюдательный материал исследования Луны позволяет делать многозначительные выводы, которые иногда можно легко утверждать, а также легко отрицать. Нет хрестоматийного вывода о происхождении Луны, а об эволюции ее рельефа можно сказать следующее, что современное его состояние сформировалось в экзогенную фазу развития Луны и это, в основном, аномальная составляющая, а фоновая составляющая была определена в догеологическую и магматическую фазы, более в магматическую. Вид фонового поля это подтверждает.

Экзогенная фаза началась, когда ослабла роль внутренней энергии. Луна стала «умирать», затухали магматизм, вулканизм, тектонические движения, сейсмическая активность. На смену эндогенным процессам пришли экзогенные процессы, обусловленные внешними силами. Такими в эту фазу были метеоритная бомбардировка Луны, действие элементарных частиц высоких энергий облучения во всех диапазонах длин волн (световым, ультрафиолетовом, инфракрасном,

рентгеновском, радио). Экзогенные процессы уже не могли существенно изменить внутреннее строение Луны, а также ее внешнего облика. Все, что происходило во время экзогенной фазы, сохранилось, естественно, в частично измененном виде. Но не следует думать, что во время экзогенной фазы развития Луны исчезли эндогенные процессы. Они остались, только приуменьшилась их роль. Следы недавних лавовых излияний можно видеть на валах позднейших крупных кратеров. Признаки вулканизма наблюдались и в наши дни в виде выходов газов из недр. Гидросфера (вода в парообразном состоянии) и атмосфера некогда короткое время существовали на Луне, когда их рассеивание в космическое пространство пополнялось из недр Луны. Но они не оставили сколько-нибудь существенных следов своего прямого воздействия, что имеет место на Земле. Возросла эффективность действия экзогенных сил. Особенно наглядно, если сравнить с Землей, можно видеть на Луне следы действия метеоритов, многочисленные кратеры от микроскопических до гигантских. Теперь уже не вызывает сомнения, что они ударного происхождения.

Однако, при детальном исследовании рельефообразующих процессов можно найти элементы сходства, для этого необходимо проводить текстурные исследования слагающих пород.

Список литературы

- 1 Галкин, И.Н. Строение Луны / И.Н. Галкин, В.В. Шварев. – М. : Знание. – 1977. – С. 64.
- 2 Жарков, В.Н. Внутреннее строение Земли и планет / В.Н. Жарков. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы. – 1983. – С. 416.
- 3 Раевский, С.Н. Применение геофизических методов для исследования недр Луны и Марса: автореф. дис. канд. физ.-мат. наук: 25.00.10 / С.Н. Раевский; Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Росс. акад. наук. – М. – 2014. – С. 27.
- 4 Рингвуд, А.Е. Происхождение Земли и Луны / А.Е. Рингвуд. – М. : Недра. – 1982. – С. 293.
- 5 Сагитов, М.У. Лунная гравиметрия / М.У. Сагитов. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы. – 1979. – С. 432.
- 6 Серпухов, В.И. Курс общей геологии / В.И. Серпухов [и др.]. – Л. : Недра. – 1976. – С. 535.

О.И. ГАЛЕЗНИК, Т.А. МЕЛЕЖ

КАРЬЕР «ЛЕНИНДАР» КАК ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ, ИЗУЧАЕМЫЙ В ХОДЕ УЧЕБНОЙ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tatyana.melezh@mail.ru, olka-lelya88@mail.ru*

Учебная общегеологическая практика проводится в соответствии с требованиями образовательного стандарта Республики Беларусь специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» (ОСВО 1-51 01 01 2013) [1] и предусматривает: расширение и углубление теоретических знаний по общей геологии, овладение методическими приемами полевых исследований геологических объектов; обучение методам проведения геологических маршрутов и описания точек полевых наблюдений; освоение приемов полевого изучения горных пород и породообразующих минералов, ископаемых остатков фауны и флоры, измерений с помощью горного компаса элементов залегания горных пород; получение знаний о формах и элементах рельефа земной поверхности, развитии экзогенных геодинамических процессов; приобретение навыков

составления документации геологических наблюдений, ведения записей и зарисовок в полевом дневнике, оформление коллекций геологических образцов.

Целью практики является ознакомление с физико-геологическими процессами и методикой изучения геологических объектов.

Основополагающие задачи практики: закрепление теоретических знаний, полученных в процессе прохождения курса общей геологии, а также приобретение навыков полевой работы (документации полевых объектов, умение их зарисовывать, фотографировать, сбор коллекции геологических образцов, и т.п.); наблюдение над современными геологическими процессами; обучение методам проведения геологических маршрутов и описания точек полевых наблюдений; освоение приемов полевого изучения горных пород и породообразующих минералов, ископаемых остатков фауны и флоры, измерений с помощью горного компаса элементов залегания горных пород; получение знаний о формах и элементах рельефа земной поверхности, развитии экзогенных геодинамических процессов; приобретение навыков составления документации геологических наблюдений, ведения записей и зарисовок в полевом дневнике, оформление коллекций геологических образцов.

Учебная общегеологическая практика проходит в несколько этапов: подготовительный, полевой и камеральный. Подготовительный этап включает: инструктаж по технике безопасности, проверка знаний студентов инструкции по охране труда при прохождении геологической практики для студентов геолого-географического факультета, подготовку оборудования, необходимого для ведения полевого этапа. Полевой этап включает маршрутные исследования по различным геологическим объектам: геологические обнажения, карьеры по добычи полезных ископаемых, производственные объекты геологического профиля. Камеральный (заключительный) этап включает составление студентами геологического отчета с необходимым картографическим материалом по маршрутам практики, составление каталога образцов и их геологическое описание [1].

В период прохождения учебной практики (2017 – 2018 уч. гг.) студенты-геологи прошли по следующим маршрутам: г. Гомель – геологическое обнажение Ляхова гора (Лоевский район) – г. Лоев – г. Гомель; Гомель – г.п. Круговец (Добрушский район); Гомель – Центр исследования, обработки и хранения керна РУП «ПО «Белоруснефть» (г. Гомель) – скважина действующего нефтедобывающего фонда (Речицкий район) – г. Гомель; г. Гомель – карьер «Осовцы» (Гомельский район) – г. Гомель; г. Гомель – Республиканский ландшафтный заказник «Мозырские овраги» – г. Гомель; г. Гомель – озеро Володькино – г. Гомель. Месторождение «Лениндар» (рисунки 1 и 2) находится в Добрушском районе Гомельской области.

В геоморфологическом отношении месторождение расположено в пределах Тереховской водно-ледниковой равнины с общим уклоном рельефа к югу.

Для района месторождения характерно почти повсеместное распространение четвертичных отложений (*Q*), залегающих сплошным чехлом на породах палеогеновой (*P*) и неогеновой систем (*N*). Мощность четвертичных отложений непостоянная и изменяется от 0,5 до 40,0 и более метров.

В составе четвертичной толщи выделяются плейстоцен (среднее и верхнее звенья) и голоцен (современное звено). Ниже по разрезу, под осадками четвертичной системы (*Q*), залегают породы палеогеновой (*P*) и неогеновой систем (*N*), которые в описываемом районе имеют повсеместное распространение. Залегают они на отложениях меловой системы. Представлены отложения палеогеновой (*P*) и неогеновой систем (*N*) песками, реже алевритами, обычно в верхней части разреза кварцевыми, в подошве – глауконитово-кварцевыми, мощностью от 4,0 до 40,0 и более метров. Геологическое строение месторождения изучено на глубину до 24,0 м.

К полезному ископаемому на месторождении «Лениндар» отнесены миоценовые (*N₁*) кварцевые пески, которые после обогащения пригодны в качестве сырья для стекольного и литейного производства. На месторождении выделено два участка:

Северо-западный и Юго-восточный (рисунок 3). Северо-западный участок расположен в 200 м северо-западнее юго-восточного участка и при ширине 100-600 м, имеет протяженность 600 м. Юго-восточный участок примыкает с северо-запада к д. Круговец и протягивается на 1000 – 1200 м в северо-западном направлении.



Рисунок 1 – Карьер «Лениндар»



Рисунок 2 – Карьер «Лениндар»

Отложения миоцена вскрыты почти всеми скважинами, пройденными на месторождении. Глубина залегания данных отложений изменяется от 0,2 – 0,3 м до 10,8 м. Вскрытая мощность нерасчлененных отложений миоцена составляет 1,2 м – 17,3 м. Литологически отложения представлены песками, в единичных случаях алевритами супесями. Пески (серые, светло-серые, желтые, светло-желтые, желтовато-серые, желтовато-бурые, белые; в отдельных интервалах пески пылеватые, местами глинистые, иногда сильно ожелезненные) имеют на месторождении сплошное распространение, их пройденная мощность изменяется от 1,2 м до 17,3 м.

Гранулометрический состав песков неоднороден и не наблюдается четкой закономерности как по разрезу, так и по площади. Однако, следует отметить, что крупные разности, как правило, тяготеют к верхней части разреза, а в нижней преобладают мелкие и тонкие. Содержание частиц мельче 0,1 мм в песках составляет 0,53 % – 98,4 %, глинистая составляющая в песках изменяется от 0,1 % до 28,51 %.

Минералогический состав: фракции песка размером крупнее 0,25 мм, 0,25 – 0,01 мм представлены, в основном, кварцем, с единичными зернами глауконита, обломков кристаллических пород полевого шпата, халцедона и опала. Зерна кварца окатанной и полуокатанной, меньше оскольчатой формы, прозрачные, реже белые и замутненные, покрытые пленками гидроокислов железа и глины. В ряде проб отмечены растительные остатки и глинистые агрегаты; тяжелая фракция песка размером 0,25 – 0,01 мм состоит из зерен ильменита, лейкоксена, гидроокислов железа, циркона, турмалина, рутила, эпидота, кианита, силлиманита, ставролита, встречены зерна барита, сидерита, апатита, сфена и топаза.

Минералогический состав песков обуславливает их химический состав, характеризующийся следующими содержаниями основных компонентов (%):

- SiO_2 от 82,54 до 99,98, преобладает более 98,0;
- Fe_2O_3 от 0,01 до 2,16, преобладает менее 0,3;
- Al_2O_3 от 0,06 до 7,66, преобладает 0,8;
- TiO_2 от 0,03 до 5,64, преобладает менее 0,8;
- CaO менее 0,2;
- MgO менее 0,2;
- K_2O от 0,03 до 2,0, преобладает менее 0,5;
- Na_2O менее 0,05 до 0,82, преобладает менее 0,9;

SO_3 во всех пробах менее 0,1%.

Алевриты вскрыты в разрезе 15 скважин. Залегают они под песками на глубине от 10,5 м до 14,6 м. Вскрытая мощность составляет 0,5 – 1,6 м. Алевриты голубовато-серые, серые, светло-серые с голубоватым оттенком, тонкие, плотные, иногда с прожилками ожелезнения. Выше по разрезу на породах палеогеновой (Р) и неогеновой систем (N) залегают отложения четвертичной системы (Q), представленные моренными и флювиогляциальными надморенными отложениями днепровского горизонта среднего звена плейстоцена.

Оценка качества кварцевых песков выполнена в соответствии с требованиями действующих стандартов: в качестве сырья для литейного производства согласно ГОСТ 2138-91; в качестве сырья для стекольной промышленности согласно ГОСТ 22551-77.

Таким образом, изучение геологических объектов позволяет студентам закрепить теоретические знания, полученные в процессе прохождения курса «Общая геология», приобрести навыки полевой работы, проведения геологических маршрутов и описание точек полевых наблюдений, освоить приемы полевого изучения горных пород и минералов, приобрести навыки составления документации геологических наблюдений и прочее.

Список литературы

1 Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1 – 51 01 01 -2013 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых: ОСВО 1 – 51 01 01 – 2013. – Введен 01.09.2013. – Минск : Министерство образования Республики Беларусь: РИВШ, 2013. – 34 с.

ДОНДОГ ГАРАМЖАВ, ОТГОНБАЯР САНСАР

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЭРДЭНЭТИЙН-ОВОО

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г.Томск, Российская Федерация
cosos91@yahoo.com*

Меднорудная минерализация Эрдэнэтокого узла отчетливо контролируется зоной сближенных северо-западных тектонических нарушений, кулисообразно прослеживающихся от р.Орхон до нижнего и среднего течения р.Эгийнгол [6], [7]. Входя в систему Эрдэнэт-Цагансубургинской сквозной; Северо-Западной рудоконтролирующей структуры. Эта зона не только определяет размещение рудно-магматических образования, но и влияет на морфологию и локализацию разновозрастных интрузивных массивов и даек, в т.ч. интрузивов рудоносного (Эрдэнэтого) порфирирового комплекса.

В центральной части рудного узла система северо-западных нарушений осложнены меридиональными разломами, рассматриваемые как рудоподводящие и сопровождающих их зон повышенной трещиноватости стала основной структурой, определявшей локализацию и во многом морфологию штокообразных тел и даек порфирировых пород рудоносного комплекса, рудно-метасоматических зон в целом, отдельных рудных тел, а в ряде случаев и кварц-сульфидных прожилков.

При формировании основных структурных этапов месторождения Эрдэнэтийн-овоо глубинные расплавы первоначально формируют на гипабиссальном уровне мощный преимущественно гранитоидный интрузив (вмещающий плутон), а затем после некоторого перерыва породы субвулканической фации (малые тела порфириров). Гранитоиды плутона формировались в условиях повышенной газонасыщенности [1]. При этом в связи с более закрытым характером магматической системы имелись относительно благоприятные условия для накопления и консервации летучих компонентов, а крупнообъемных массах гранитоидов на позднемагматической и ранней постмагматической стадиях. Становление плутона сопровождалось также развитием в нем крупномасштабных ореолов рассеяния рудных компонентов, которые часто находятся в легко выщелачиваемой форме (сорбционная, межзерновая и поровая жидкость).

В связи с этим создавались предпосылки для экстрагирования и мобилизации рудных компонентов щелочии-хлоридными растворами, циркулирующими в породах плутона в обстановке высоких температур и давление, характерных для рудоносного порфирирового магматизма и сопровождающих его рудно-метасоматических процессов.

Судя по данным газохроматографического анализа, подобное распределение устанавливается и для газовой составляющей пород плутона.

Во время развития порфирирового магматизма и сопровождающего рудообразования вмещающей плутон все еще оставался достаточно прогретой средой, что могло

положительно сказываться на энергетической обеспеченности этих эндогенных процессов. В таких условиях в меньшей степени проявлялось охлаждающее влияние окружающих пород. Особое значение это имеет для процессов в верхней части зоны транспорта рудоносных флюидов и непосредственно в области рудоносных флюидов и непосредственно в области рудоотложения. В частности, в подобной ситуации могла создаваться обстановка, благоприятная для формирования рудных концентраций на значительном вертикальном интервале.

Поступившие в связи с порфировым магматизмом рудоносные флюиды, мигрируя среди пород плутона, фактически находились в среде, которая по своим свойствам была близка к материнской. Это тоже способствовало сохранению стабильного состояния флюида. Породы плутона по петрофизическим и петрохимическим особенностям благоприятны для развития рудоподводящих и рудовмещающих структур, интенсивного проявления метасоматических процессов и рудоотложения. С другой стороны, консолидируясь, гранитоиды плутона на определенном этапе закупоривали проницаемую зону, обуславливая эффект термостатирования на нижних уровнях магмо- и рудоконцентрирующей структуры, что благоприятствовало повышению энергетического потенциала системы.

Важной особенностью рудно-магматической системы является длительный и многоэтажный характер развития рудоносного порфирового магматизма, когда отдельные парагенетические ритмы порфириров сопровождаются метаооматическими образованиями по практически полной эволюционной схеме. Рудоотложение при этом происходит пульсирующих подвитых геохимических барьерах [5], сочетание которых обуславливает сложную картину распределения рудных компонентов и минеральных ассоциаций.

Как отмечает [2], характерные особенности формирования месторождения Эрдэнэтийн-овоо и других рудных концентраций в пределах Эрдэнэтского рудного поля могут быть достаточно хорошо объяснены в общих чертах, «если исходить из строения рудно-магматической системы, обусловленного магмо-образованием в зоне глубокого разлома переменного сечения, расширяющегося к низу. При этом важными представляются два обстоятельства: во-первых, прогрессивное развитие нижних очагов магматической системы с магматитами более основного состава (андезиты, дациты); во-вторых, наличие крутопадающих зон тектонических дислокаций, играющих роль магмоводов, а затем дренирующих структур, концентрирующих восходящие флюидные потоки. Сочетание обоих условий определяет принципиальную схему обстановки в коре при медно-молибденовом рудогенезисе. Участие в рудно-магматическом процессе мантийного и корового вещества является, очевидно, причинно-следственным обоснованием самого существования - медно-молибденовой формации.

Таким образом, после краткого рассмотрения результирующей части генетической модели рудно-магматической системы Эрдэнэтского рудного узла, составленное А.П.Берзиной и др. приступили к пояснению геолого-структурной модели месторождения Эрдэнэтийн-овоо.

При этом по нашим представлениям, основными элементами геолого-структурной модели месторождения должны служить морфология и внутреннее строение штокверка, которые определяются следующими структурными элементами I - рудоконтролирующими структурами, трассирующими размещением рудоносных порфировых интрузий с гантеллообразной; конфигурацией для собственного месторождения; II – рудоподводящим каналом, расположенных вдоль разломов «Центрального» и «Западного» с субмеридиональным простираем; III - общей куполовидной формой структуры месторождения, которая заложена в ранних этапах формирования структуры его; IV - прикровлевыми частями и фрагментами боковых

контактов порфирового интрузива, а также его корневых зон; (9-рудолокализирующими и рудораспределяющим структурами выраженными зонами повышенной трещиноватости и «будинаж», также расположением тел эксплозивных брекчий, типичными для верхних горизонтов месторождений, с одной стороны, а с другой стороны разрывами разных направлений – в том числе доминирующими вертикальными, крутыми СЗи СВ-ым и ипологими. (рисунок 1).

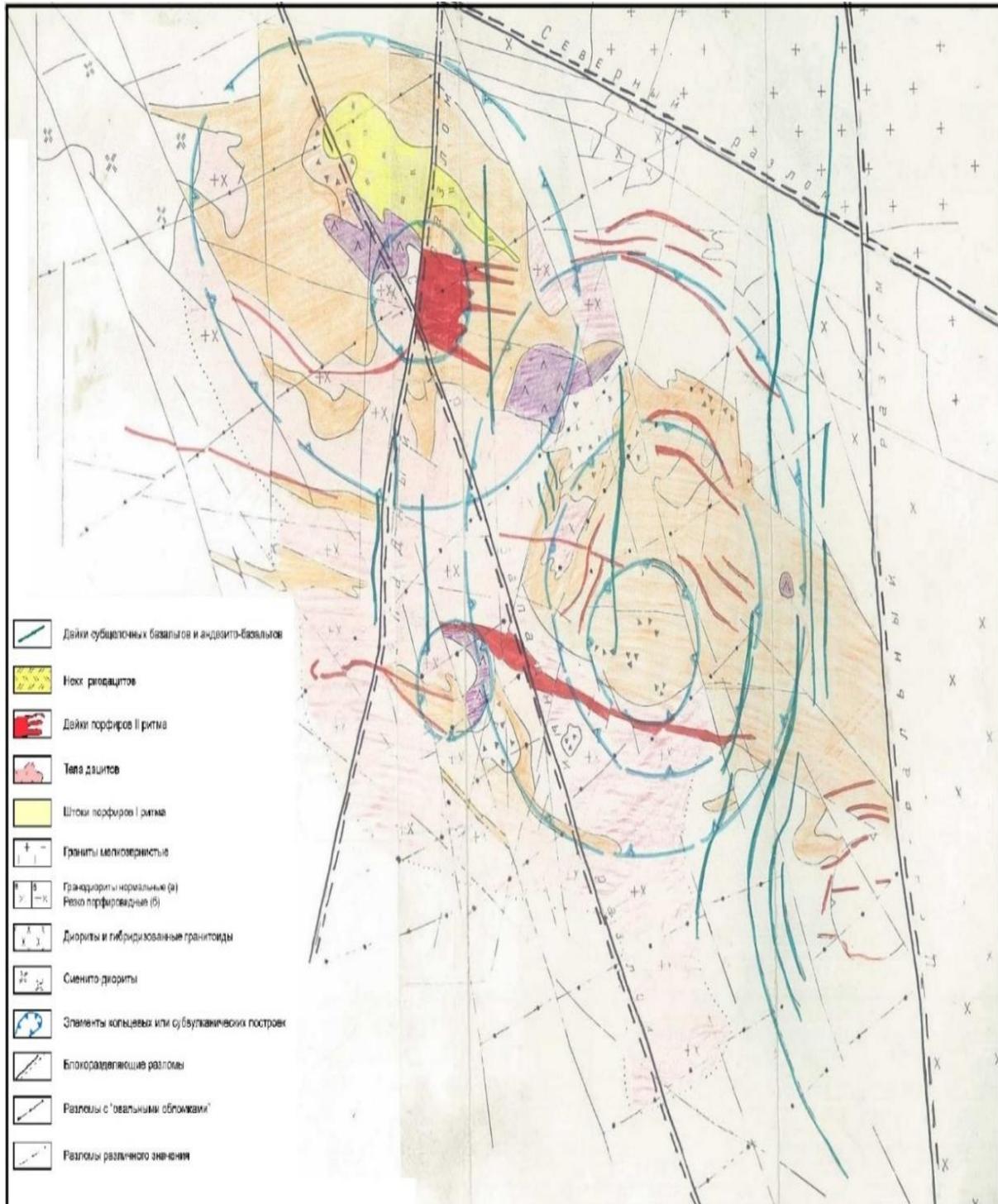


Рисунок 1 – Определяющие элементы геолого-структурной модели месторождения Эрдэнэтийн-Овоо

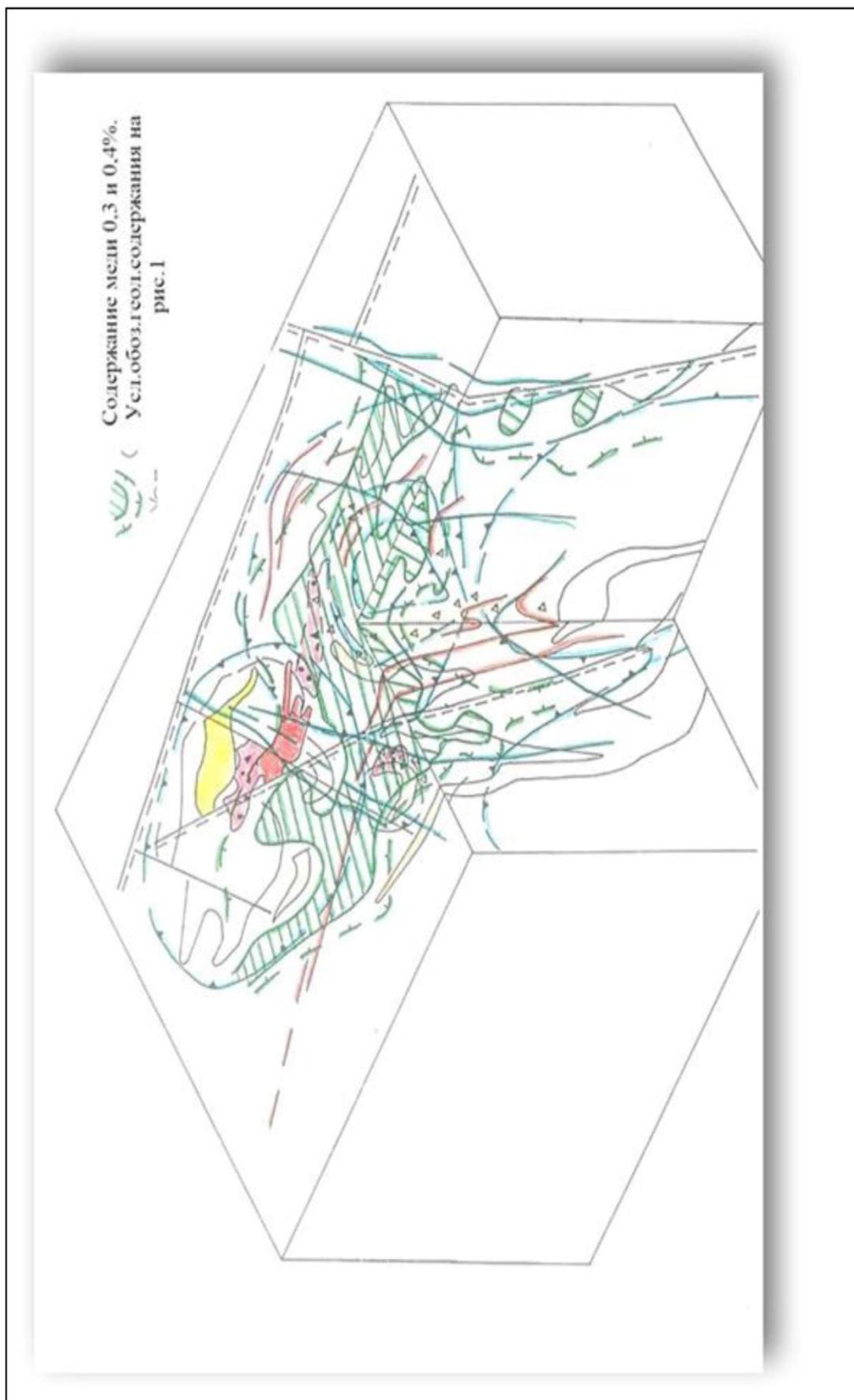


Рисунок 1А – Геолого-структурная модель месторождения Эрдэнэгийн овоо

Здесь следует отметить, что [3] впервые обратил внимание на двухъярусное строение месторождения, но характеру распределения кварц-серицитовых пород, которые хорошо согласуется с морфогеохимическими характеристиками рудного штокверка, полученным Берзиной и Сотниковым по тренданализам для основных рудных элементов. (Cu, Моипетрогенных), и результатом исследования по пространственному распределению рудных элементов при разведке глубоких горизонтов [8] месторождения. Таким образом, нижний ярус с интервалом глубин 900 – 1100 м (в абсолютных отметках) соответствует корневым дренирующим зонам флюидно-гидротермальной системы. и

Он состоит из изолированных столбообразных и крутых трещинных тел. Наиболее четко обособлена близкая к изометричной дренирующая структура диаметром около 1 км, отвечающая юго-восточному штоку и крутая узкая трещинная зона, протяженностью около 300 м расположенная в южной части Северо-Западного штока.

В связи с этим должен отметить, что обобщенные горизонтальные тренды на площади месторождения две области развития ореолов повышенных концентраций меди и молибдена, а также летучих, которых первая область примыкает к «Центральному разлому» вторая располагается вдоль «Западного разлома». Кроме того, намечается и третья зона разломов СЗ простираясь, соединяющая Центральный разлом с «Западным», которая выражается в пространственном распределении содержания меди. Как отмечено выше, начиная с этажа 1340 м в едином контуре содержания меди 0,25 – 0,5 % начинает обособляться два центра с более повышенной концентрацией, и поведение этих центров на глубину неодинаково, так, в первом центре (Ю-З крыло Северо-Западного разлома) содержания меди 0,4 % и выше, к этажу 1100 – 1040 м постепенно переходит в бедные и убогие, а во-втором центре (СВ крыло Северо-Западного разлома) содержание меди заметно сокращается в этаже 980 м. Эта система разломов нами были приняты как рудораспределяющая структура.

В интервале абсолютных отметок 1100 – 1160 м происходит перестройка флюидно-гидротермальной системы и формируется верхний структурный ярус месторождения, охватывающий оба штока и их сателлиты, в т.ч юго-западный, к которому, приурочены гидротермалиты высокой степени метасоматоза. Мощность верхнего яруса на юго-востоке месторождения 650 – 700 м, в центре его 500 – 550 м на северо-западе 400 – 300 м, т.е. мощность в северо-западном направлении заметно уменьшается. В сочетании с крутопадающей столбообразной зоной метасоматитов на юго-востоке месторождения общая конфигурация рудного штокверка и соответственно рудного тела близка к форме гарполита.

Для верхнего яруса весьма характерно чередование умеренно-сильно- и очень сильно измененных пород (до кварц-серицитовых метасоматитов и вторичных кварцитов), обилие тонких кварцевых прожилков и жил, количество которых сокращается на глубоких горизонтах, развитие кварцевого порфиробластеза и кварцевых брекчий, а в самой верхней части месторождения – аргиллизации. Кварцевый метасоматоз и кварцевые брекчии наиболее широко развиты на западе юго-восточного штока.

Характерны пологие зоны кварц-серицитовых метасоматитов мощностью от нескольких см до десятков м, подчиненные пологим формам прототектоники вмещающей куполовидной структуры гранодиоритов и порфириновых тел. В юго-западной части месторождения пологие зоны прототектоники и кварц-серицитовых пород воздымаются под углом 10 – 15° в направлении к продольному профилю А-А.

При этом подошва резко порфиридных гранодиоритов закаленной структуры поднимается на профиле IV от 1170 м до 1280 м, VIII от 1160 м до 1280 м, XVI от 1110 до 1300 м. Этой границе подчинена местами кровля порфириновой, штока - в районе профиля VIII она залегает на отметках 1170 – 1220 м. На северо-западе пологие структуры погружаются в западном направлении под углом 35 – 15°, в центре месторождения они выполаживаются до 5 – 7° [3].

С представлениями о перестройке флюидно-гидротермальной системы месторождения в интервале глубин 1100-1160 м согласуются данные, полученные Л.П.Безденежных (1988) по содержанию кремнезема в породах.

Также на погоризонтных планах в результате сравнительного анализа данных по площадному развитию кварц-серицитовых метасоматитов и распределению свободного кремнезема, нами установлены следующие особенности.

а) на горизонте 980 м полоса кварц-серицитовых метасоматитов шириной 300 – 400 м простирается на северо-восток согласно с направлением "Центрального разлома" и участками заполняя трещины северо-восточного направления. Здесь, площадь развития кварц-серицитовых метасоматитов сопровождается ореолом свободного кремнезема содержанием 35 %, расположенным в 100 – 150 м от «Центрального разлома»;

б) на горизонте 1160 м полоса кварц-серицитовых метасоматитов имеет более широкое распространение, повторяя общую конфигурацию нижнего (980 м) горизонта, на данном горизонте 35 % содержание свободного кремнезема образует ореол шириной 1,0 – 1,2 км до VIII профиля;

в) на горизонте 1280 м площадь распространения гидротермальных изменений значительно расширяется. Но здесь по мере расширения площадь распределения нарушается их компактность. В то же время границы распространения свободного кремнезема достигает до XVI профиля;

г) в горизонте 1400 м площадь гидротермально-измененных пород наблюдается в виде разрозненных за пределами брекчиевых тел небольших ореолов, слегка вытянутых на северо-западном направлении. Такая картина, по-видимому, обусловлена действием эксплозивной деятельностью флюидных растворов. Для подтверждения этого важного явления могут быть использованы факты, установленные по ореолам свободного кремнезема содержаниями 45 и 55 % в виде "ребра", образующие к центру тела эксплозивных брекчий.

Наряду с этим в горизонтах 1400 и 1280 м ореол меди и с содержанием 0,4 % образует площадь распределения серпообразной конфигурации, благодаря более пологим залеганиям верхней части контактов (падение для северо-западного штока - на запад и для юго-восточного штока – на восток), также через перемычку между двумя соединяющимися штоками и их сателлитами (Блок-диаграммы А и Б). Верхняя поверхность штоков, судя по поверхности штоков, судя по погруженной части юго-восточного штока, подчинена пологим элементам вмещающей структуры и имеет полого-волнистую форму. Она осложнена субвертикальными и крутыми апофизами: наряду с ними встречаются небольшие овальные дочерние субвулканические постройки, сложенные (флюидально-полосчатыми дацитами. Для крутопадающих апофиз и даек дацитов и гранодиорит-порфиоров типичен переход по восстоянию в пологие залежи с углом наклона 10–15–20° [3].

Таким образом, в пределах верхнего структурного яруса месторождения намечается существование двух подъярусов – нижнего – существенного признака кремнезема и верхнего – обогащенного кремнеземом, что выражено широким распространением кварцевых прожилков, брекчий с кварцевым цементом, порфиробластового кварца и пр. Нижняя граница «кварцевой» зоны близка по уровню к нижней границе зоны вторичного сульфидного обогащения.

Полученную картину можно интерпретировать следующим образом. Нижний ярус месторождения отвечает вертикальным и крутопадающим каналом поступления рудоносных гидротерм и флюидов. Наиболее крупная и мощная дренирующая система соответствует юго-восточному порфиоровому штоку. Верхний ярус месторождения представляет собой «камеру», где скапливались рудоносные флюиды. Размеры камеры и ее форма в значительной мере определялось куполовидной структурой участка, а экраном при этом служила, очевидно, пермская вулканогенная толща. Для верхней

подэкранной части камера характерна высокая степень насыщения рудоносными растворами, что обеспечивает проницаемость, массовое трещинообразование, высокую скорость процессов, околометричного и объемного метасоматоза, т.е. формирование столь характерного для месторождения сетчатого штокверка и зон сплошных метасоматитов, сопровождающихся взрывчатым брекчированием.

Они имеют наибольшую мощность в апикальной части куполовидной структуры, а на ее крыльях мощность зон метасоматитов и степень изменения вмещаю, х пород уменьшается. На крыльях купола по границе штокверка сильно – умеренно-, и слабоизмененные породы чередуются в виде пологих кольцеобразных и клиновидных зон.

Рассмотренному характеру строения месторождения подчиняется распределение петрогенных (*Na, K*) рудных *Pb, W,*) и сопутствующих элементов (*Li, Rb* и др). На нижних горизонтах рисунок изоконцентрат элементов подчинен в вертикальном канале миграции элементов, на верхних горизонтах – пологим, нередко субгоризонтальными, напоминающим форму распределения элементов в стратиформных месторождениях [3]. Переход от крутого расположения изоконцентрат к пологому происходит на юго-востоке месторождения на более высоких гипсометрических уровнях по сравнению с северо-западной частью месторождения, что обусловлено мощным потоком вертикальной миграции растворов и флюидов в пределах корневой зоны юго-восточного порфирирового штока.

Наконец, может быть целесообразным сравнительное рассмотрение физико-геологических моделей месторождения Эрдэнэтийн-овоо, составленной при тематических работах, проведенных в 1985 – 1987 гг. под руководством А.А.Головина и А.Готовсурэна, хотя и ее составлена для поисковых целей.

В построении физико-геологической модели медно-порфирирового месторождения Эрдэнэтийн-овоо положены результаты разведочных работ и всех геофизических съемок, выполненных над этим месторождением.

Медно-порфирировое месторождение Эрдэнэтийн-овоо весьма контрастно картируется по аэрогеофизическим данным, что позволяет создать физико-геологическую модель месторождения на стадии прогнозирования.

Главный Эрдэнэтийский разлом, в пределах которого расположено месторождение, картируется магнитным полем отрицательного знака, интенсивностью до 3,5 м, шириной около 4 км (на уровне полу-максимума). Магнитная аномалия отрицательного знака интенсивностью до 3 мЭ картируемая над рудным полем, характеризуется размером 4 км, причем размеры аномалий в несколько раз превосходят размеры рудного контура месторождения, поскольку это магнитное поле картируется над площадью развития гидротермально-измененных пород.

Калиевый метасоматоз, непосредственно связанный с процессом рудообразования, на аэрогеофизических картах фиксируется довольно контрастно аномалиям интенсивностью до 4 %. а на картах изоконцентраций тория над месторождением Эрдэнэтийн-овоо картируется поле невысокой интенсивности (рисунок 2).

Следовательно, медно-порфирировое месторождение Эрдэнэтийн-овоо по аэрогеофизическим данным весьма контрастно выделяется в магнитном поле и на картах изоконцентрации калия. С целью усиления контрастности выделения этого месторождения в физических полях, результаты аэрогеофизической съемки, выполненной над месторождением, были обработаны по методике, предложенной Г.С.Вахромеевым, использующей функцию комплексных показателей. Обработка результатов аэрогеофизической съемки проводилась с использованием ЭВМ ЕС-1040.

На приведено сравнение рудного контура месторождения Эрдэнэтийн-овоо с контуром аномалии функции комплексных показателей (ФКП) интенсивностью более 1 единицы. В данном конкретном случае при обработке геофизических материалов по методу ФШ, кроме аэрогеофизической съемки использовались также результаты

наземных геофизических исследований, выполненных на месторождении Эрдэнэтийн-овоо. Центральная часть месторождения описывается аномальными полями ФКП интенсивностью выше I ед., повторяя прежний контур месторождения, установленный при его разведке (рисунок 3).

На представлена две модели медно-порфировых месторождения МНР (рисунок 4).

Первая-динамическая физико-геологическая модель, построенная Г.С.Вахромеевым в 1978 г. по данным. Б.Дэндэвчулууна по всем известным медно-порфировым месторождениям МНР.

Вторая-физико-геологическая модель медно-порфирового месторождения Эрдэнэтийн-овоо, составленная Ц. Тудэвом в 1987 г.

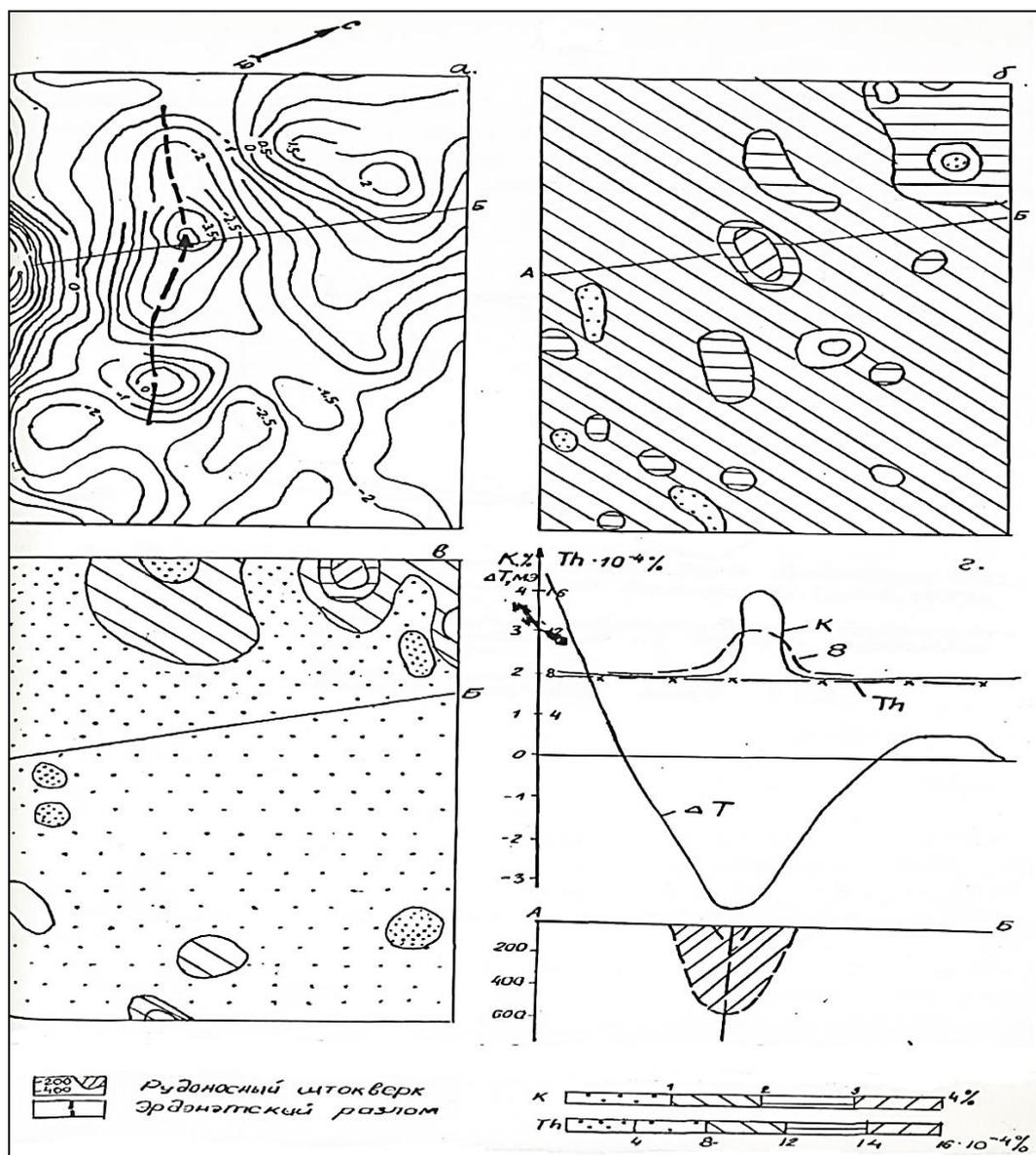


Рисунок 2 – Физические поля физико-геологическая модель (ФГМ) медно-порфирового месторождения Эрдэнэтийн-овоо по Ц.Тудэв. Карты физических полей: а-магнитного, б-концентрации калия, в- концентрации тория, г-ФГМ

– график функции комплексных показателей ФКП Th-тория, К-калия, ΔT- магнитного поля шкала концентрации РАЭ

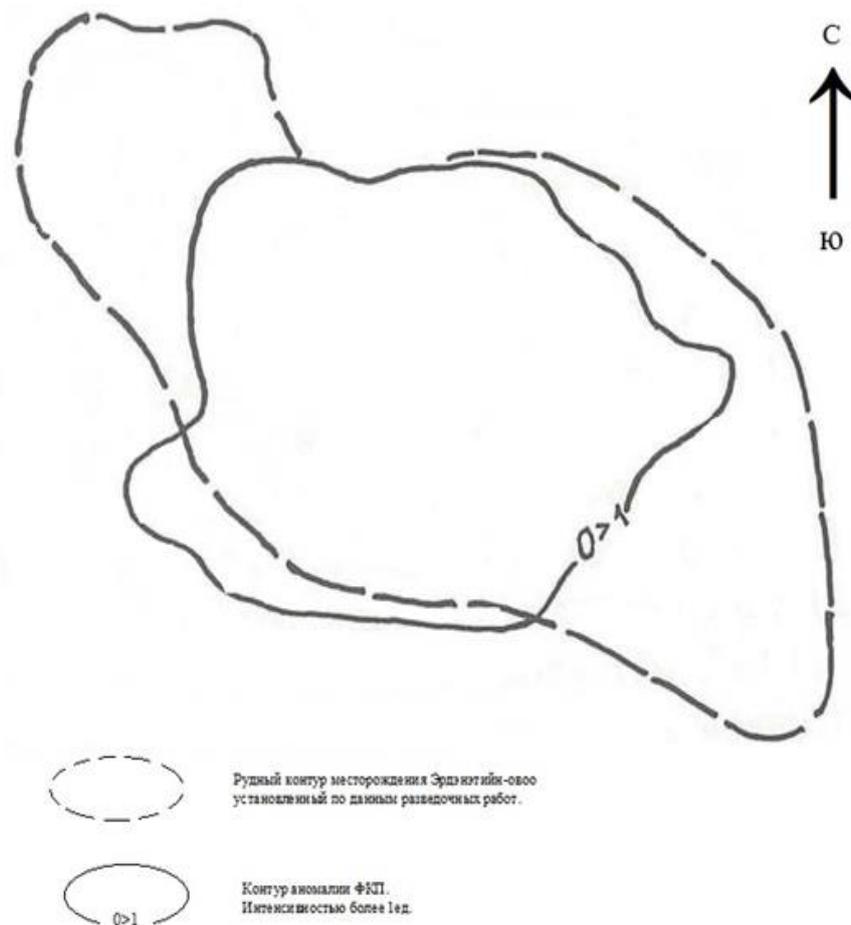


Рисунок 3 – Сравнение контура месторождения Эрдэнэтийн-овоо с контуром аномалии ФМП составил Ц. Тудэв 1978 г.

В первом случае рассматривается модель месторождения, отражающая характер физических полей в зависимости от стадии рудообразования и масштаба оруденения. В данном случае геофизическими признаками и предпосылками при поисках крупных месторождений (типа Эрдэнэтийн-овоо) должны служить относительно невысокая интенсивность магнитного (100 Нтл) и электрического (100 – 200 ом.м) полей, а также высокая поляризуемость (10 – 15 %).

Во втором случае к геофизическим признакам и предпосылкам при поисках крупных месторождений (типа Эрдэнэтийн-овоо), указанных выше, добавляется минимумы естественного электрического поля (200 – 250 мв) и аномальные поля функции комплексных показателей интенсивностью выше 1 ед. (рисунок 2).

Кроме вышеупомянутой модели был также предпринят геологами опыт составления геолого-геофизической модели на основе данных магнитной, съемки. анализируя результаты магнитной съемки следует отметить, что по интенсивности и размерам магнитных полей рассматриваемая площадь отчетливо подразделяется на две принципиально отличные области [4].

Первая, в пределах которой распространены измененные гранодиорит-порфиры, расположена в центральной части гранитоидного интрузива и характеризуется низкими, главным образом, отрицательными относительными значениями магнитного поля (ΔZ_a от 50 до 300 гамм).

Вторая совпадает с площадью развития неизменных гранодиоритов и окаймляет первую, выделялось повышенным резко меняющим магнитным полем (ΔZ_a от +200 до 1000 гамм).

Определенный интерес представляют линейно-вытянутые локальные аномальные зоны ($\Delta Z_a + 200$ гамм), которые как бы наложены на основную область отрицательных аномалии. Они обусловлены наличием тектонических нарушений, даек дацитов и андезитовых порфиритов ярким примером, последних являются зоны "Центрального и Западного" разломов. Область развития отрицательных магнитных аномалий совпадает с контурами гидротермально-измененных пород. Магнитометрией отчетливо выделяется обособленные, резко дифференцированные «мозаичные поля», приуроченных к зоне контакта гранодиоритов с гранодиорит-порфирами.

На карте изозонам по «нулевой» изолинии можно проследить контур пород претерпевших метасоматических изменения. Следует отметить высокую разрешающую способность магнитнометрической съемки в данной геологической обстановке.

Примененный при разведке месторождения комплекс геофизических методов позволил получить дополнительный материал, который был использован при расшифровке геологического строения месторождения. Границы аномальных зон определялись по графикам кажущейся поляризуемости и по картам Σk рк. В процессе площадных исследований в пределах рудной зоны выделена аномальная площадь, характеризующаяся значениями k более 3%. Эта площадь общих чертах совпадает с контурами гидротермально-измененных пород.

Контур рудного тела Северо-Западного участка довольно хорошо выписывается в границе северо-западного аномального участка кажущейся поляризуемости. А также он окаймляется полями, характеризующимися высокими значениями удельного сопротивления (свыше 1000 ом.м) отвечающими неизменным породам.

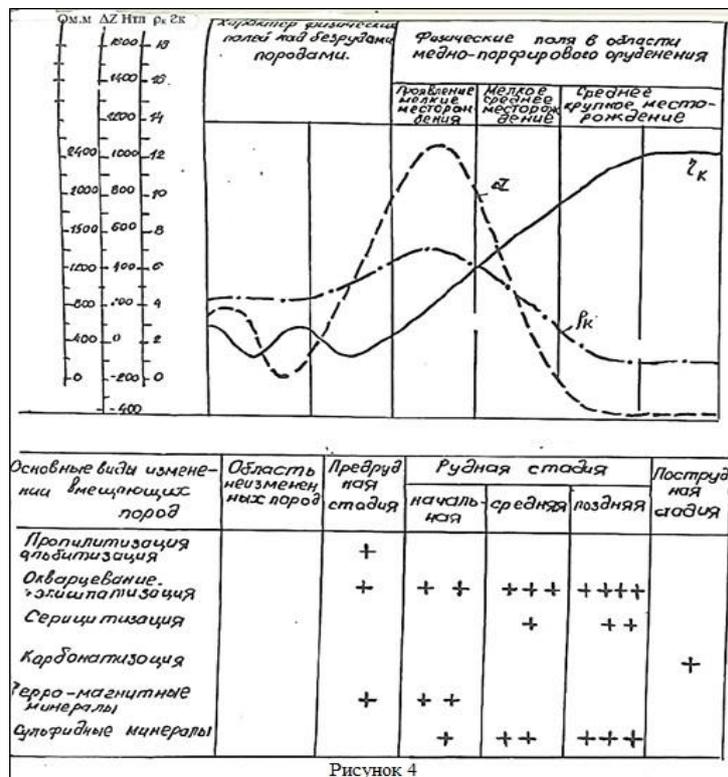


Рисунок 4 – Динамическая ФГМ меднопорфирового месторождения по Г.С. Вахроомееву и Б. Дэндэвчулууну 1978 г.

В процессе разведки глубоких горизонтов [8] результаты каротажных работ использованы при построении геологических колонок и разрезов по скважинам. Петрофизические разрезы отражающие общую картину изменения физических свойств в пространстве, в той или иной мере применялись также при составлении разрезов специального назначения (по технологическим показателям, метасоматозу, геохимии и т.д.). Как видно из приведенных данных, применение различных геофизических методов хотя и для целей поисков и разведки, однако позволяет конкретизировать характер существования различных элементов (зона влияния региональных и субрегиональных разломов, особенность взаимовлияния наложенных структур, локальной арéal гипогенных и гипергенных процессов и т.д.) структурных составляющих геологического строения данного месторождения.

Отражающий характер физических полей ΔZ рки Z_k в зависимости от стадии рудообразования и масштаба проявления меднопорфирового оруденения. Знаки + отражают присутствие и количество соответствующего минерала в данной стадии рудообразования.

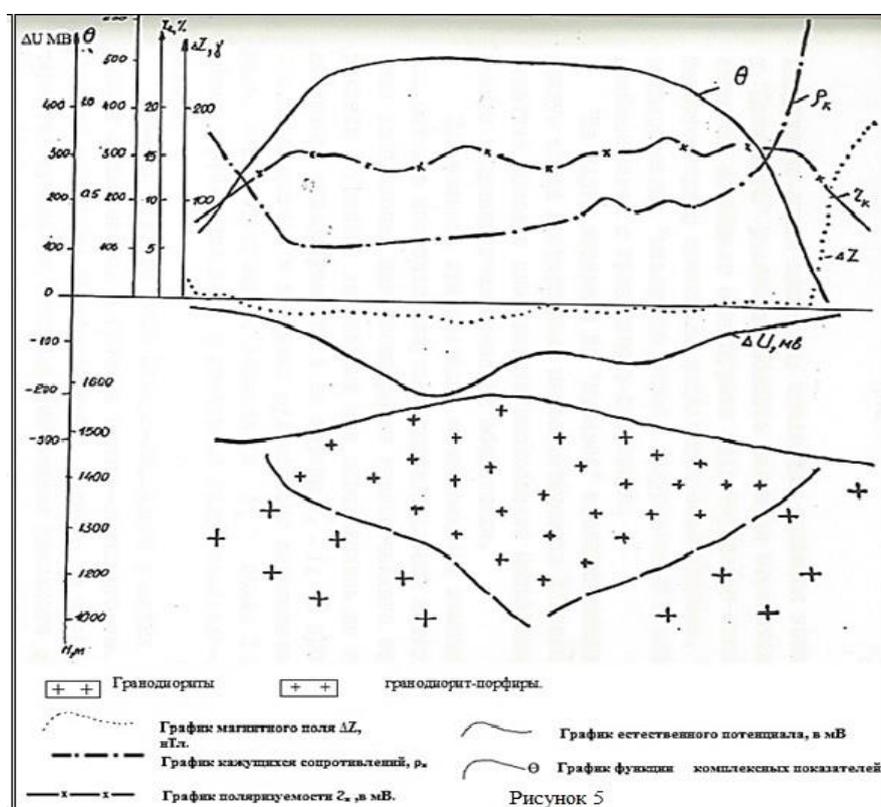


Рисунок 5 – Физико-геологическая модель медно-порфирового месторождения масштаб 1:5000. Составил Ц. Тудэв

Тем не менее эти геофизические данные не могут быть использованы в полной мере как отражение глубинного, тем более структурного строения месторождения. Это обусловлено, прежде всего тем, что вышеприведенные геофизические исследования целенаправленно не проводились для целей выяснения структур месторождения в объемном выражении. Поэтому имея ввиду учесть все положительные из этих данных, мы все же считаем проведенные геофизические исследования в качестве первого этапа

на пути к разработке целенаправленных модельных представлений с использованием геофизических параметров месторождения.

Список литературы

- 1 Берзина, А.П. Источники флюидов медно-молибденовых проявлений МНР (по данным изучения изотопного состава водорода) // А.П. Берзина [и др.]. –Геология и геофизика, № 3. - 1986. С.71-81.
- 2 Берзина, А.П. Особенности строения развития рудномагматической системы медно-молибденового месторождения Эрдэнэтийн-овоо. (Отчет молибденового отряда СМГЭ о работах в 1984-1987 гг.). Новосибирск. 1988.
- 3 Гаврилова, С.П. Молибден-медно-порфировое месторождение Эрдэнэтийн-овоо МНР / С.П. Гаврилова [и др.]. – М. : Препринт, 1989. – С. 6.
- 4 Калинин, В.С. Медно-молибденовое месторождение Эрдэнэтийн-овоо, результаты детальной разведки с подсчетом запасов на I ноября 1972 года / В.С. Калинин [и др.]. – М., 1972.
- 5 Калинин, А.С. Гидродинамическая и температурная модель магматогенной гидротермальной системы молибденовых месторождений (моделирование с помощью ЭВМ) / А.С. Калинин [и др.]. – Докл. АН СССР, 1980. – Том 252. – №5. – С. 1230–1234.
- 6 Сотников, В.И. / Медно-рудные формации МНР / В.И. Сотников [и др.] – Новосибирск. Наука. Сиб. Отделение, 1985. – С. 217.
- 7 Сотников, В.И. Металлогения МНР (медь и молибден) / В.И. Сотников [и др.] – М., 1985. С. 40.
- 8 Потапов, В.В. Медно-молибденовое месторождение Эрдэнэтийн-овоо в МНР. – М., 1989.

Е.А. КУХАРИК

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ ПРИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

*ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,
shzhk@mail.ru*

На современном этапе происходит активная трансформация земной поверхности юго-запада Беларуси в результате техногенного воздействия. Значительную роль при этом играют процессы антропогенного морфолитогенеза на урбанизированных территориях. Причем преобразование рельефа в городах происходит в результате проведения целенаправленных инженерно-технических мероприятий, а также под влиянием естественных и техногенно активизированных процессов. Общие вопросы геоморфологии урбосферы рассматривались многими учеными: Р. Леггетом [5], Ф.В. Котловым [4], Э.А. Лихачевой и Д.А. Тимофеевым [6, 7], Л.Л. Розановым [10], А.А. Каздымом [3] и др. Исследования геоморфологии городских территорий юго-запада Беларуси проводились А.В. Матвеевым [8, 12], С.Ф. Савчиком [11], А.Н. Галкиным [2], Н.Ф. Гречаником [1], В.С. Хомичем [13] и др.

На территории юго-запада Беларуси расположено 17 городских населенных пунктов различной величины, которые были разделены на 3 группы в зависимости от количества проживающего в них населения (рисунок 1):

- более 100 тыс. чел. (Брест, Пинск);
- от 20 до 100 тыс. чел. (Береза, Ивацевичи, Кобрин, Лунинец);
- до 20 тыс. чел. (Белоозерск, Высокое, Ганцевичи, Дрогичин, Жабинка, Иваново, Каменец, Коссово, Малорита, Пружаны, Столин).

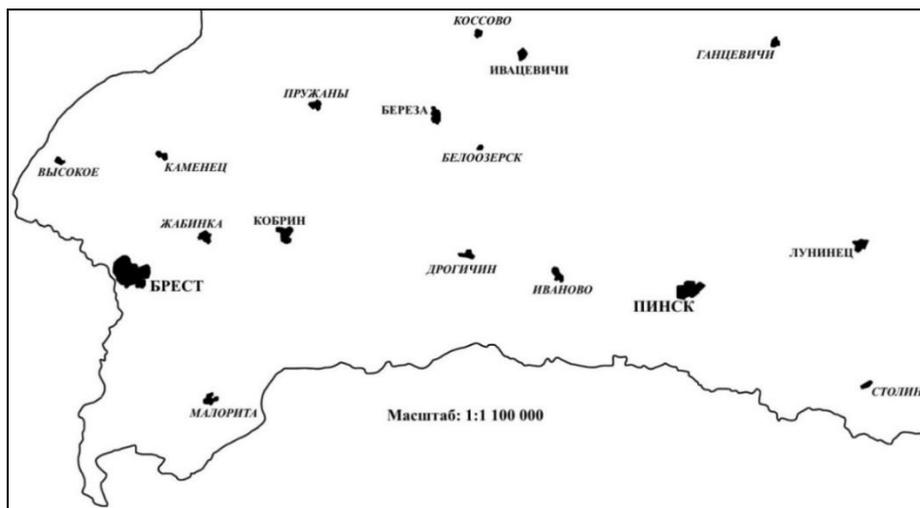


Рисунок 1 – Изученные городские территории юго-запада Беларуси

О характере рельефообразующей деятельности человека и масштабах техногенной трансформации земной поверхности урбанизированных территорий можно судить по общему объему отложений, перемещенных на различные расстояния. Расчеты производились с использованием планов городов, средств онлайн-картографии и представлены на рисунке 2.

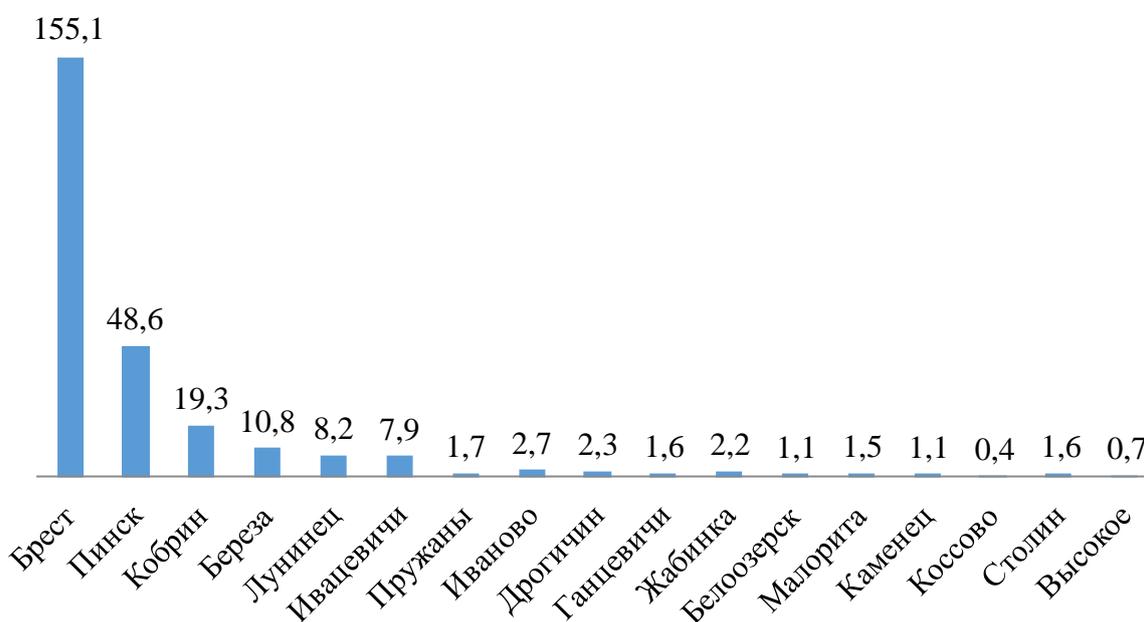


Рисунок 2 – Объем перемещенного материала при градостроительстве, млн. м³

Из анализа данных графика следует, что величина трансформации земной поверхности урбанизированных территорий неравномерна и зависит от количества существующих жилых, хозяйственных и промышленных построек, дорог различных типов и других видов инженерно-технических сооружений. Так, для городов 1-ой группы объемы перемещенных грунтов составляют 155,1 (г. Брест) и

48,6 (г. Пинск) млн. м³ соответственно, что значительно превышает значения данного показателя для других населенных пунктов исследуемого региона. В городах 2-ой группы эта величина изменяется от 7,9 (г. Ивацевичи) до 19,3 (г. Кобрин) млн. м³. Более равномерное распределение техногенно-перемещенных грунтов характерно для городов 3-й группы, на площади которых рассматриваемый показатель колеблется от 0,7 (г. Высокое) до 2,7 (г. Иваново) млн. м³. Средний коэффициент техногенной измененности земной поверхности городских территорий юго-запада Беларуси (в млн. м³) составляет 15,7, что значительно превышает суммарное действие природных процессов. Для сравнения степени техногенного преобразования рельефа в городах различных групп показатели объемов перемещенных грунтов были приведены к единице площади. Так, для городов 1-ой группы объем перемещенных грунтов составил 1 млн. м³/км², для городов 2-ой группы – 0,61 млн. м³/км², а для городов 3-й группы – 0,19 м³/км².

Следует отметить, что активное градостроительство на исследуемой территории протекает в основном на протяжении последних 100 лет, однако в конце XX и начале XXI столетий интенсивность его резко возросла, также как и величина антропогенного воздействия и темпы трансформации земной поверхности. По сути можно говорить о формировании в пределах городов *интегральных геотехноморфогенных поверхностей* – реальных гетерогенных естественно-искусственных технолитоморфообразований, представляющих собой совокупность первичных и вторичных форм земной поверхности, а также развивающихся на ней рельефоидов и рельефидов [9].

Анализ полученных данных по величинам объемов перемещенных пород при градостроительстве на юго-западе Беларуси позволяет сделать вывод, что урбанизированные территории претерпевают на современном этапе значительную техногенную трансформацию. В районах городской застройки созданы комплексы естественно-искусственных технолитоморфообразований, которые развиваются под действием естественных и антропогенных процессов.

Список литературы

- 1 Гречаник, Н. Ф. Рельеф территории Подляско-Брестской впадины / Н.Ф. Гречаник, А.В. Матвеев, М.А. Богдасаров ; под ред. А.В. Матвеева. – Брест : БрГУ им. А.С. Пушкина, 2013. – 154 с.
- 2 Инженерная геология Беларуси : в 3 ч. / А.Н. Галкин [и др.] ; под ред. В.А. Королева. – Витебск : ВГУ им. М.П. Машерова, 2016–2018. – Ч. 3. Региональная инженерная геология / А.Н. Галкин, А.В. Матвеев ; под ред. В.А. Королева. – 2018. – 184 с.
- 3 Каздым, А.А. Техногенные отложения древних и современных урбанизированных территорий / А.А. Каздым ; отв. ред. С.А. Несмеянов. – М. : Наука, 2006. – 158 с.
- 4 Котлов, Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф. В. Котлов. – М. : Недра, 1978. – 263 с.
- 5 Леггет, Р. Города и геология / Р. Леггет ; под ред. Д. А. Минеева. – М. : Мир, 1976. – 560 с.
- 6 Лихачева, Э.А. Город – антропогенная геоэкосистема / Э.А. Лихачева // Геоморфология городских территорий: конструктивные идеи / отв. ред. Э.А. Лихачева, С.И. Болысов. – М. : Медиа-ПРЕСС, 2017. – С. 11–22.
- 7 Лихачева, Э.А. Экологическая геоморфология: словарь-справочник / Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. – М. : Медиа-ПРЕСС, 2004. – 240 с.
- 8 Матвеев, А.В. Техногенные рельефообразующие процессы / А.В. Матвеев // История формирования рельефа Белоруссии / А.В. Матвеев ; под ред. О.Ф. Якушко. – Минск : Навука і тэхніка, 1990. – С. 66–76.
- 9 Розанов, Л.Л. Интегральная геотехноморфогенная поверхность городских территорий / Л.Л. Розанов // Очерки по геоморфологии урбосферы / отв. ред. Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. – М. : Медиа-ПРЕСС, 2009. – С. 278–291.

10 Розанов, Л.Л. Теоретико-методологические основы геотехноморфологического исследования природопользования : автореф. ... дис. д-ра геогр. наук : 11.00.11, 11.00.04 / Л.Л. Розанов ; РАН, Ин-т географии. – М., 1997. – 47 с.

11 Савчик, С.Ф. Антропогенный морфогенез на территории Беларуси : автореф. ... дис. канд. геол.-минер. наук : 22.00.25 / С.Ф. Савчик ; БГУ. – Минск, 2002. – 21 с.

12 Современная динамика рельефа Белоруссии / А.В. Матвеев [и др.] ; под ред. Б.Н. Гурского, А.В. Матвеева. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 102 с.

13 Хомич, В.С. Город и городская среда / В.С. Хомич, С.В. Какарека // Городская среда: геоэкологические аспекты / В.С. Хомич [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2013. – С. 9–16.

Т.А. МЕЛЕЖ, О.И. ГАЛЕЗНИК

КАРЬЕР «ЛЕНИНО» КАК ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ, ИЗУЧАЕМЫЙ В ХОДЕ УЧЕБНОЙ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tatyana.melezh@mail.ru, olka-lelya88@mail.ru*

Общегеологическая (учебная) практика предусматривает расширение и углубление теоретических знаний по общей геологии, овладение методическими приемами полевых исследований геологических объектов. Обучение методам проведения геологических маршрутов и описания точек наблюдений. Освоение приемов полевого изучения горных пород и породообразующих минералов, ископаемых остатков фауны и флоры, измерений с помощью горного компаса элементов залегания горных пород. Получение знаний о формах и элементах рельефа земной поверхности, развитии экзогенных геодинамических процессов [1]. Приобретение навыков составления документации геологических наблюдений, ведения записей и зарисовок в полевом дневнике, оформление коллекций геологических образцов.

Учебная общегеологическая практика проходит в несколько этапов: подготовительный, полевой и камеральный. Подготовительный этап включает: инструктаж по технике безопасности, проверка знаний студентов инструкции по охране труда при прохождении геологической практики для студентов геолого-географического факультета, подготовку оборудования, необходимого для ведения полевого этапа. Полевой этап включает маршрутные исследования по различным геологическим объектам: геологические обнажения, карьеры по добычи полезных ископаемых, производственные объекты геологического профиля. Камеральный (заключительный) этап включает составление студентами геологического отчета с необходимым картографическим материалом по маршрутам практики, составление каталога образцов и их геологическое описание [1].

В период прохождения учебной практики (2017 – 2018 уч. гг.) студенты-геологи прошли по следующим маршрутам:

Маршрут № 1: г. Гомель – геологическое обнажение Ляхова гора (Лоевский район) – г. Лоев – г. Гомель.

Маршрут № 2: г. Гомель – г.п. Круговец (Добрушский район).

Маршрут № 3: г. Гомель – Центр исследования, обработки и хранения керна РУП «ПО «Белоруснефть» (г. Гомель) – скважина действующего нефтедобывающего фонда (Речицкий район) – г. Гомель.

Маршрут № 4: г. Гомель – карьер «Осовцы» (Гомельский район) – г. Гомель.

Маршрут № 5: г. Гомель – Республиканский ландшафтный заказник «Мозырские овраги» – г. Гомель.

Маршрут № 6: г. Гомель – озеро Володькино – г. Гомель.

Карьер «Ленино», как геологический объект изучается студентами-геологами достаточно давно. К настоящему времени карьер практически рекультивирован. В карьере велась добыча кварцевых и формовочных песков.

Месторождение кварцевых песков «Ленино» (рисунок 1) располагалось у юго-восточной окраины д. Ленино Добрушского района Гомельской области. В геоморфологическом отношении приурочено к холмообразному повышению, вытянутому в широтном направлении. Максимальные абсолютные отметки приурочены к центральной части – 173,1 м, а к краевым частям наблюдается уменьшение их до 161,6 м в северной и до 155,0 м в южной.



Рисунок 1 – Карьер «Ленино» до рекультивации, 2012 г.



Рисунок 2 – Карьер «Ленино» в период рекультивации, 2018 г.

В геоструктурном отношении район месторождения «Ленино» находится в зоне сочленения Воронежского массива и Днепровско-Донецкой впадины. В геологическом строении района изучения принимают участие отложения юрской системы, являющиеся наиболее древними, перекрываемые образованиями меловой, неогеновой, палеогеновой и четвертичной систем (рисунок 3).

Стратиграфическая колонка

Геологический индекс	Мощность породы	Преобладающие	Краткое описание пород	Отношение к почвенной толще	Усредненный литологический разрез бортов карьера	Объемная масса, т/см ³	Плотность, т/см ³	Инженерно-геологические свойства				Возможные инженерно-геологические явления и процессы в бортах карьера
								Угол естественного откоса, град.	В сухом состоянии	Под водой	В разломном состоянии	
f, lgd^2	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0	Серовато-желтые, серые пески тонко-мелкозернистые	Открытие к	<p>Усредненный литологический разрез бортов карьера</p>	$\frac{\text{рых. слож.}}{1,38 - 1,48}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,02}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,70 - 1,77}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,73}$	$\frac{265 - 266}{266}$	$\frac{34 - 37}{35}$ $\frac{26 - 29}{28}$	$\frac{0,64 - 2,0}{1,22}$	$\frac{0,05 - 0,77}{0,22}$	<p>Возможные инженерно-геологические явления и процессы в бортах карьера</p> <p>Вскрытой уступ.</p> <ol style="list-style-type: none"> Развезание песков. Образование промоин. Оползни и осовы. 	
	0 – 5,3	0 – 5,3	Супеси красно-бурые, бурые, грубые иногда с прослоями песка									1,34
$g \text{ Ид}$	0,5 – 5,3	0,6 – 3,0	Пески кварцевые ожелезненные	Полезное ископаемое	<p>Добытый уступ.</p> <p>Угол откоса рабочего борта - 40°</p> <p>Нерабочего борта - 30°</p> <p>Средняя высота 1 уступа - 4,7</p> <p>2 уступа - 5,6</p>	$\frac{\text{рых. слож.}}{1,40 - 1,55}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,50}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,58 - 1,73}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,71}$ $\frac{\text{естеств. слож.}}{1,76 - 2,06}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,88}$	$\frac{265 - 267}{266}$	$\frac{31 - 34}{33}$ $\frac{28 - 32}{30}$	$\frac{46 - 18,05}{11,99}$	$\frac{3,25 - 7,34}{5,96}$	<p>Добытой уступ сухой.</p> <ol style="list-style-type: none"> Развезание песков. Образование промоин. Гравитационные основы и осовы. <p>а) добычной уступ сухой и осушенный:</p> <ol style="list-style-type: none"> Оплыв в осушенной части уступа. Обруш. сухой части уступа. Подтопление при значит. осадках. Незначительная суффозия. <p>б) добычной уступ с частичным подтоплением:</p> <ol style="list-style-type: none"> Оплыв подошвой части. Высочивание подземных вод в разрушенной части. Незначительный суффозионный вынос. 	
	0,4 – 11,9	3,9 – 11,0	Пески серые, желтовато-серые, белые мелко-среднезернистые кварцевые сухие									1,71
N_1	0 – 5,3	0,2 – 4,0	Пески желтовато-серые, светло-серые, серые мелкозернистые кварцевые обводненные	Полезное ископаемое	<p>Усредненный литологический разрез бортов карьера</p>	$\frac{\text{рых. слож.}}{1,40 - 1,43}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,43}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,65 - 1,71}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,68}$	$\frac{266 - 268}{257}$	$\frac{34 - 35}{35}$ $\frac{27 - 29}{28}$	$\frac{2,59 - 3,4}{3,04}$	$\frac{0,39 - 2,59}{1,37}$	<p>1. Оплыв подошвой части.</p> <p>2. Высочивание подземных вод в разрушенной части.</p> <p>3. Незначительный суффозионный вынос.</p>	
	0 – 5,3	0,2 – 4,0	Пески желтовато-серые, светло-серые, серые мелкозернистые кварцевые обводненные									1,43
$\text{g} \text{ Ид}$	0,1 – 4,0	0,1 – 9,3	Супеси тонкие	Подтопленные породы	<p>Усредненный литологический разрез бортов карьера</p>	$\frac{\text{рых. слож.}}{1,30 - 1,40}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,34}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,52 - 1,86}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,78}$	$\frac{266}{266}$	$\frac{37 - 39}{38}$ $\frac{24 - 26}{25}$	$\frac{0,18 - 1,57}{1,02}$	$\frac{0,09 - 0,77}{0,46}$	<p>1. Оплыв подошвой части.</p> <p>2. Высочивание подземных вод в разрушенной части.</p> <p>3. Незначительный суффозионный вынос.</p>	
	0,5 – 2,0	2 – 4,0	Пески тонкозернистые обводненные									1,34
$\text{g} \text{ Ид}$	0,2 – 4,0	0,2 – 6,0	Зеленовато-серые тонкозернистые глауколитово-кварцевые пески обводненные	Подтопленные породы	<p>Усредненный литологический разрез бортов карьера</p>	$\frac{\text{рых. слож.}}{1,28}$ $\frac{\text{пл. слож.}}{1,69}$	$\frac{267}{267}$	$\frac{39}{39}$	$\frac{0,10}{0,10}$	$\frac{0,039}{0,039}$	<p>1. Оплыв подошвой части.</p> <p>2. Высочивание подземных вод в разрушенной части.</p> <p>3. Незначительный суффозионный вынос.</p>	
	0,5 – 2,0	2 – 4,0	Зеленовато-серые тонкозернистые глауколитово-кварцевые пески обводненные									1,28

Рисунок 3 – Инженерно-геологические условия месторождения «Ленино»

Полезное ископаемое представлено кварцевыми песками различного гранулометрического состава, приурочено к отложениям миоцена (N_1). Минералогический состав песков характеризуется следующими содержаниями основных компонентов: зерна кварца (96 – 99 %), полевого шпата, биотита, ильменит, ставролит, помимо вышеперечисленных компонентов, гидроокислы железа, турмалин, рутил, кианит, гранат (в незначительном количестве), глауконит.

В верхней части пески ожелезнены и каолинизированы. Ожелезнение выразилось в появлении желтых, желто-бурых и бурых оттенков цвета песка, а присутствие каолина делает пески жирными на ощупь во влажном состоянии и матовыми в сухом состоянии. Интенсивность ожелезнения (рисунок 4) уменьшается с глубиной.

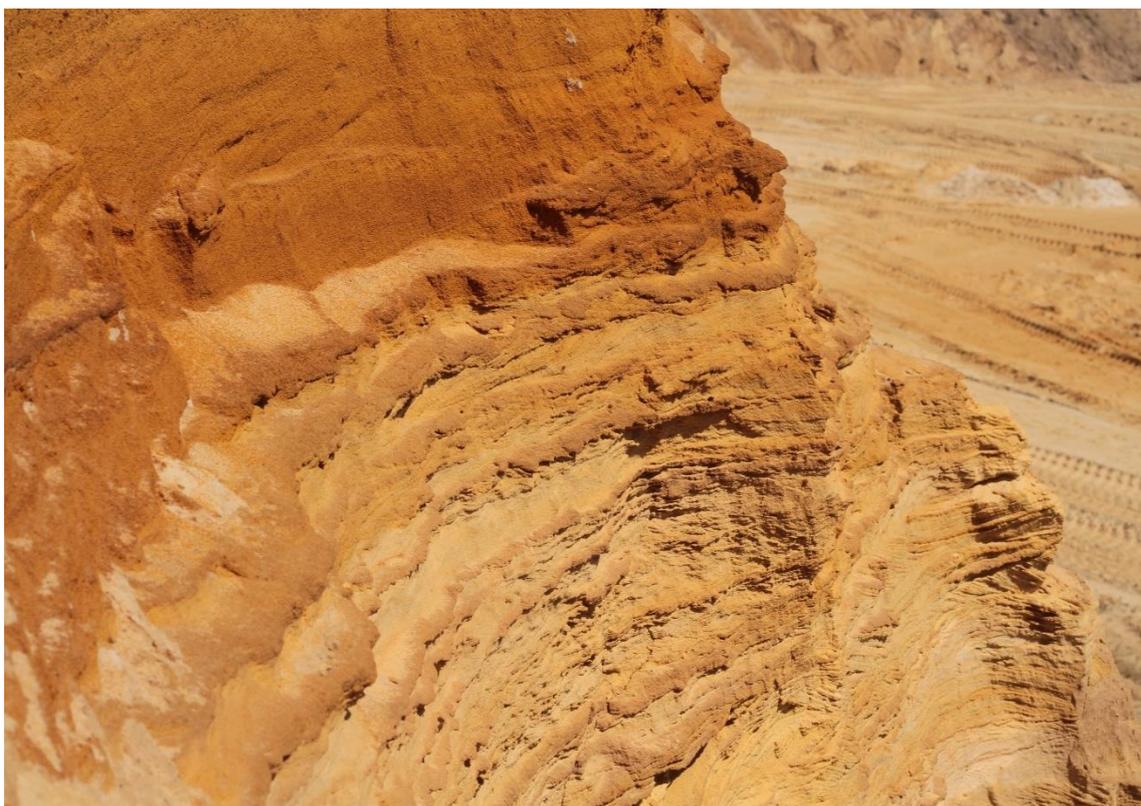


Рисунок 4 – Песок ожелезненный

Это объясняется процессами выветривания и окисления в последующее время после образования песков. В центральной части месторождения выделяется слой чистых и серовато-белых песков. Характерным является то, что пески ожелезнены не только в верхней части. Прослой и линзы желто-бурого и бурого песка наблюдались по всей мощности полезного ископаемого. Однако, несмотря на наличие прослоев желто-бурых и бурых песков, содержание окиси железа кварцевых песков находилось в пределах 0,02 – 0,81 %.

Слой ожелезненных песков, пригодных для формовочного производства, и лежащий ниже слой чистых стекольных песков большей частью были представлены средне- и мелкозернистыми разностями с примесью тонкозернистого. В нижней части толщи залегали очень мелкие и тонкие преимущественно обводненные пески.

В толще полезного ископаемого выделялись три слоя:

- 1) верхний – ожелезненные, преимущественно формовочные пески;
- 2) средний – чистые кварцевые пески;
- 3) нижний – очень мелкие и тонкие формовочные пески.

Контакт полезного ископаемого со вскрышными породами обычно был резким, ясно выраженным, однако, бывали случаи, когда на границе с песками грубая супесь содержала тонкие прослои и линзы чистого белого кварцевого песка. Кварцевые пески имели на месторождении сплошное распространение, залежали в виде относительно выдержанной по мощности пластообразной залежи.

Характерным для месторождения являлось то, что мощность отдельных слоев крайне невыдержанная. Общая мощность полезного ископаемого (кварцевых песков) на месторождении составляла от 1,3 до 16,2 м.

Таким образом, карьер являлся типичным геологическим объектом по изучению отложений миоцена, днепровской морены, флювиогляциальных отложений четвертичного возраста. В ходе полевого этапа студентами отбираются образцы, которые на камеральном этапе изучаются в лаборатории грунтоведения, обучающиеся проводят следующие исследования: определяют гранулометрический и минералогический состав, плотность и пористость, влажность, угол естественного откоса. Выполнение такого рода работ является необходимым в практикоориентированном обучении.

Список литературы

1 Мележ, Т.А. Учебная общегеологическая практика как способ формирования профессиональных компетенций специалиста-геолога / Т.А. Мележ, О.А. Баравик // Вопросы наук о Земле в концепции устойчивого развития Беларуси [Электронный ресурс]: сборник научных статей: в 2 ч. Ч. 1 / редкол.: А. И. Павловский (гл. ред.) [и др.]; М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – С. 92–96.

Т.А. МЕЛЕЖ, О.И. ГАЛЕЗНИК

ОБЗОР ОБЪЕКТОВ ПРАКТИКИ СТУДЕНТОВ-ГЕОЛОГОВ НА ПРИМЕРЕ АРХЕЙ-ПРОТЕРОЗОЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ КАРЬЕРОВ «ГЛУШКОВИЧИ» И «МИКАШЕВИЧИ»

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tatyana.melezh@mail.ru, olka-lelya88@mail.ru*

На территории Беларуси доступны для изучения не только породы осадочного чехла, но породы кристаллического фундамента, выходящие на дневную поверхность в Гомельской области – д. Глушкевичи, в Брестской области – г. Микашевичи.

В период прохождения общегеологической практики студенты изучают геологию кристаллического фундамента юго-восточной части Беларуси. Маршрут на месторождения Микашевичи (РУПП «Гранит») и Глушковичи. Знакомятся с технологией отработки карьеров; гидрогеологическими условиями, порядком проведения работ по рекультивации. Изучают петрографические различия раннепротерозойских гранитов, гранодиоритов, диоритов, диоритовых порфиринов, аплитов и пегматитов (карьер Микашевичи), мигматитов гранитного, гранодиоритового и диоритового состава, а также амфиболитов и гнейсов (карьер Надежды и Крестьянская Нива) в бортах карьеров и на отвалах, отбирают образцы.

Месторождение Микашевичи (рисунок 1) расположено в 3 км к северо-западу от одноименной железнодорожной станции. Карьер длиной 1,5 км, шириной 2,2 км, глубиной 140 м. Балансовые запасы по промышленным категориям составляют

319706 тыс. м³. ПО «Гранит» обрабатывает месторождение карьерным способом, горнотехнические условия благоприятные. Проектная мощность предприятия 10,1 млн м³/год.



Рисунок 1 – Карьер «Микашевичи»

Месторождение Глушковичи расположено на территории Украины и Беларуси, где выделяется участок Крестьянская Нива (рисунок 2). Он находится в 0,4 км к юго-западу от д. Глушковичи. Запасы по промышленным категориям составляли 8415 тыс.м³. Карьер «Крестьянская Нива» был открыт в 1975 году. Глубина карьера 60 м. Разработка ведется открытым способом.



Рисунок 2 – Карьер «Крестьянская Нива»

В 2 км юго-восточнее д. Глушкевичи разведано месторождение облицовочного камня карьер Надежды (рисунок 3). Мощность вскрыши средняя 2,7 м, максимальная

минус 7 м. Затронутые выветриванием и трещиноватые породы могут быть использованы для производства щебня.

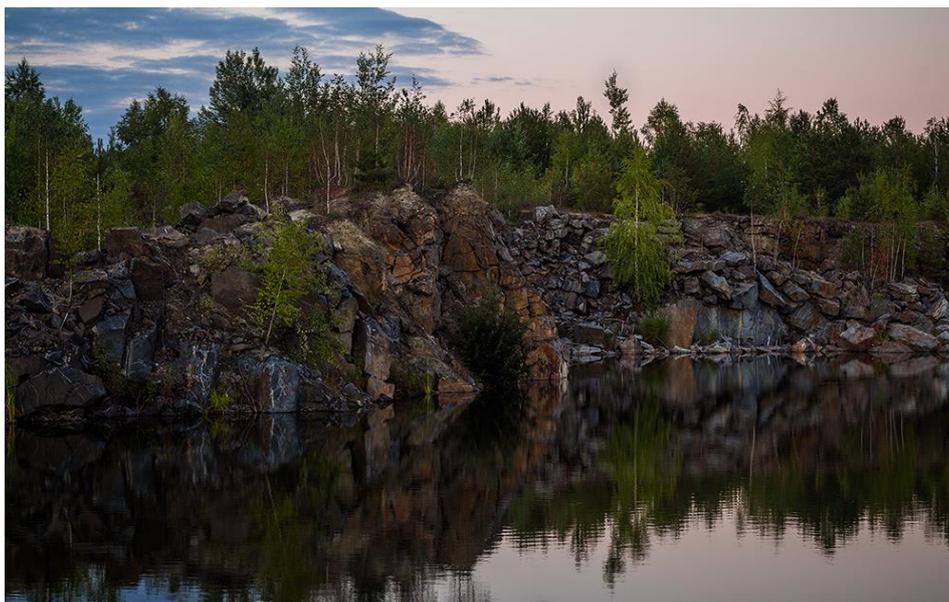


Рисунок 3 – Карьер «Надежда»



а



б



в



г

а – выходы грунтовых вод на поверхность карьера; *б* – процессы биологического выветривания; *в* – физического выветривания; *г* – химического выветривания

Рисунок 4 – Карьер «Микашевичи»

В ходе геологического изучения карьеров студенты могут наблюдать выходы грунтовых вод на поверхность карьера (рисунок 4а), процессы биологического (рисунок 4б), физического (рисунок 4 в) и химического выветривания (рисунок 4г).

Список литературы

1 Минерально-сырьевая база Гомельской области (состояние и перспективы развития) / Махнач А.А. [и др] / под ред. А.А. Махнача. – Мн. : Институт геохимии и геофизики НАН Беларуси, 2005. – 208 с.

2 Полезные ископаемые Беларуси: к 75-летию БелНИГРИ / ред. кол.: П.З. Хомич и др. – Мн. : Адукацiя i выхаванне, 2002. – 528 с.

Т.А. МЕЛЕЖ, К.И. КАШУТЧИК

ЭКСПОЗИЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ГЕОЛОГОВ (НА ПРИМЕРЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА УО «ГТУ ИМ. Ф. СКОРИНЫ»)

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tatyana.melezh@mail.ru*

Музей – это концентрированное выражение культуры прошлого и настоящего, через которое человек осуществляет свою адаптацию к изменяющимся условиям окружающей его действительности. Реализация функций музея способствует стабилизации социокультурных связей и отношений в обществе. Музеи также выполняют функции организации взаимодействия культур, изучения исторических традиций и культурного наследия. Выделяют 2 основные функции музея [3]:

1 Функция документирования – раскрывается в музее в процессе изучения и составления научного описания экспонатов, что позволяет посетителям музея воспринимать действительность объективно.

2 Функция образования и воспитания – основывается на содержании и экспрессивном воздействии музейных экспонатов на посетителей, что сопровождается большим объемом получаемой информации. Данная функция музея также проявляется в различных формах экспозиционной и культурно–образовательной деятельности.

В качестве дополнительных функций музея выступают [3]: организация досуга общества; коммуникативная; социально–культурная; общая функция сохранения памяти; функция профессиональной музейной деятельности; функция символического воздействия; функция взаимодействия.

Классификация музеев – это их группировка по признакам, существенным для организации и развития музейной сети и для осуществления музейной деятельности. Современное музееведение знает несколько систем классификации музеев: по масштабам деятельности (музеи центральные, региональные, местные); по форме собственности (государственные, ведомственные, общественные, частные); по административно–территориальному признаку (республиканские, краевые, областные, городские, районные и т. п.) [2, 4].

Кроме того, есть классификация по типам. Выделение типа происходит в зависимости от выполнения музеем своих социальных функций и их приоритета в его

деятельности. В соответствии с этой классификацией музеи делят на исследовательские, учебные, просветительские.

В учреждении образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины» практически одновременно с открытием в 1969 г. геологического факультета был основан минералогический музей, который в 2008 году преобразован в геологический музей при кафедре геологии и разведки полезных ископаемых, а с 2015 года при кафедре геологии и географии (рисунок 1).

Многие экспонаты собраны студентами и преподавателями кафедры в Беларуси, России, Казахстане, в Кыргызстане и других странах. Некоторые образцы подарены музею выпускниками кафедры, посетителями музея и сотрудниками университета. Гордостью коллекции является экспозиция минералов, уникальные образцы самоцветов – топазов, рубинов, чароита, амазонита и др. Великолепные друзы кварца, кальцита, гипса.



Рисунок 1 – Геологический музей кафедры геологии и географии (фото Кашутчика К.И., 10.09.18 г.)

В коллекционном фонде насчитывается свыше 200 образцов минералов и их разновидностей. Есть в музее кусочек «космического пришельца» – настоящего метеорита и образцы керна с фантастической глубины в 12 км легендарной Кольской сверхглубокой скважины [1].

Экспозиция геологического музея включает следующие тематические коллекции:

1 «Физические свойства минералов». В коллекции представлены минералы по их физическим свойствам, таким как: блеск, цвет, твердость, спайность, излом и др. (рисунок 2). Среди них множество минералов: амазонит, лазурит, тальк, гипс, кальцит, флюорит, апатит, ортоклаз, кварц, топаз, корунд, обсидиан, молибденит, брусит, лабрадор и другие.

2 «Кольская сверхглубокая». Коллекция включает образцы пород докембрийского возраста (2,7-3,2 млрд. лет), вскрытые Кольской сверхглубокой скважиной (Кольский полуостров, Россия): метадолерит, метапикрит, амфиболит, гнейсы, пегматит.



**Рисунок 2 – Физические свойства минералов
(фото Кашутчика К.И., 10.09.18 г.)**

3 «Полезные ископаемые Беларуси» (рисунок 3). Коллекция состоит из двух частей: **1) «Породы кристаллического фундамента»** – гранито-гнейс, диорит, гнейс, хлористо-сланцеватый сланец, мигматит, слюдястый гнейс с пиритом; они используются в качестве строительного и облицовочного камня, добыча ведется на месторождениях – «Микашевичи» и «Ситница» (Брестская область), «Глушкевичи» и «Карьер Надежды» (Гомельская область). **2) «Полезные ископаемые платформенного чехла»** – коллекция включает *горючие полезные ископаемые*: образцы нефти и газоконденсата с месторождений Гомельской области; каменный и бурый уголь (Житковичское и Бриневское месторождения, Гомельская область), торф, горючие сланцы (Любанское и Туровское месторождения, Гомельская область); *химическое сырье*: каменная соль (Мозырское месторождение, Гомельская область), калийная соль (Старобинское месторождение, Минская область), доломиты (Руба, Витебская область), фосфориты (Мстиславское, Могилевская область), гипс и ангидрит (Бриневское месторождение, Гомельская область), бокситы (Заозерное месторождение, Гомельская область); *металлические полезные ископаемые*: железные руды (Околовское и Новоселковское месторождения); *строительное сырье*: стекольные, формовочные пески, песчано-гравийные смеси, глины, мел и мергель.



**Рисунок 3 – Полезные ископаемые Беларуси
(фото Кашутчика К.И., 10.09.18 г.)**

4 «Литотерапия – лечение камнем». Множество минералов имеют лечебные свойства. В данной коллекции представлены образцы, по преданию, обладающие лечебными свойствами: яшма, аметист, янтарь, мумие, кохолонг, кремнь, горный хрусталь, опал, морион, малахит, шунгит, офиокальцит, раухтопаз, сердолик, коралл.

5 «Горные породы как облицовочные камни». Коллекция представлена такими образцами как: мрамор, железистый кварцит, гранит, габбро, родохрозит, кварцит, гнейс гранат-биотитовый, доломит-известняк, карбонатная порода, гнейс, гранит амазанитовый, березит, яшма, роговик, сиенодиорит, офиокальцит, диорит, нефелиновый сиенит, волластонит-неденбергитовый скарн, известняк с лазуритом, халцедон, нефтеносный сиенит с эвдиалитом, пигматит.

6 «Классификация минералов» В экспозиции широко представлены минералы всех типов и многих классов (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация минералов геологического музея кафедры геологии и географии

Тип Класс	Минералы
1	2
1 Самородные элементы	графит, сера, золото, серебро
2 Сернистые соединения сульфиды	медная руда, пирротин, халькопирит, пирит, халькозин, борнит, кобальтин, пентландит, сфалерит, галенит, барит, прустит, раммельсбергит, никелин, смальтин
3 Галоиды (хлориды и фториды)	флюорит, карналлит, сильвин, каменная соль, галит, эпсомит, кизерит, мирабилит, шабынит, пинноит
4 Кислородные соединения	
<i>оксиды и гидроксиды</i>	рубин, лимонит, касситерит, арсенопирит, опал, шпинель, боксит, бемит, гидроаргиллит, диаспор, корунд, ильменит, бурый железняк, хромит, белянкинит с эгирином, брусит
<i>сульфаты</i>	гипс, ангидрит
<i>карбонаты</i>	арагонит, кальцит, сидерит, исландский шпат, анкерит, магнезит, малахит, родохрозит, доломит, родохрозит
<i>фосфаты</i>	керченит, бирюза, апатит, псевдомалахит, вавелит, вивианит, вольфрамит, шеелит, крокоит
<i>силикаты:</i> 1 островные	аквамарин, верделий, изумруд, аширит, везувиан, рубеллит, шерлит, диоптаз, титанит, мурманит, топаз, ставролит, гранат, демантоид, андалузит, гроссуляр, циркон, эпидот, андрадит, оливин, кианит, силлиманит
2 кольцевые	турмалин, берилл, эвдиалит
3 цепочечные	гейландит, цеолиты, хризотил-асбест, чароит, циркон, энстатит, геденбергит, бронзит, диопсид, жадеит, ильваит, эгирин, сподумен, актинолит-асбест, тремолит-асбест, гастингсит, измеринит, арфведсонит, горнблендит,

Окончание таблицы 1

1	2
4 ленточные	роговая обманка, актинолит, тремолит
5 листовые	фуксит, вермикулит, кварц с флагопитом, парагонит, мусковит, биотит
6 каркасные	кварц, розовый кварц, аметист, циртин, черный кварц (морион), агат моховой, агат, горный хрусталь, кварцит, халцедон, сердолик, хризопраз; микроклин, амазонит, ортоклаз, альбитит, беломорит, лампрофиллит, лабрадор, содалит, вишневит, канкринит, скаполит

7 «Сводный литолого-стратиграфический разрез восточной части Припятского прогиба». Литолого-стратиграфический разрез восточной части Припятского прогиба представлен образцами керна:

- *горные породы кристаллического фундамента (AR-PR₁):* гранито-гнейсы, граниты, мигматиты;
- *горными породами подсолевой терригенной толщи:* песчаники, алевролиты, глины – аргиллиты;
- *горными породами подсолевой карбонатной толщи:* вторичные доломиты, порово-трещинно-кавернозные доломиты, мергели, глины слабокарбонатные аргиллитоподобные, известняки чистые и слабоглинистые кавернозные, аргиллит;
- *горными породами нижней соленосной толщи:* сиенитовый порфир, переслаивание мергеля и аргиллита, аргиллит, ангидрит, каменная соль;
- *горными породами межсолевой толщи:* известняки глинистые, аргиллиты, доломиты, известняки каверновые;
- *горными породами межсолевой вулканогенной толщи:* туфобрекчия, туф, лимбургит;
- *горными породами верхней соленосной толщи:* каменная соль, ангидриты, переслаивание мергеля и аргиллитов известковистых;
- *горными породами надсолевой толщ:* переслаивание глин и солей, алевролиты, ангидриты, глины, глинистый алевролит, песчаник полевошпатово-кварцевый, рыхлый песчаник ожелезненный кварцевый.

Основными направлениями работы музея являются: учебная деятельность; сбор, комплектование и научная обработка коллекций; создание новых экспозиций: палеонтологической, основных структур и текстур горных пород; научно-просветительская деятельность; методическая деятельность – развитие геомузейной педагогики; создание электронных каталогов.

В геологическом музее проходят лекции и экскурсии по следующим темам: обзорная экскурсия по музею; экскурсия профориентационной направленности; таинственный мир минералов; петрографическая коллекция Припятского прогиба; полезные ископаемые Беларуси; подземные воды Беларуси; литотерапия; Земля и космос; методы изучения Земли; история развития Земли, жизни на Земле; нефтяная промышленность Беларуси. Также, музею принадлежит неотъемлемая роль в процессе обучения студентов-геологов. Здесь возможно проводить занятия по таким дисциплинам как: Общая геология, Палеонтология, Минералогия, Литология, Петрография, Полезные ископаемые, Генезис месторождений полезных ископаемых.

Список литературы

- 1 Геологический музей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geography.gsu.by/index.php/fakultet/2011-12-13-18-53-29/2011-12-13-18-54-39/2-uncategorised/1016-geologicheskij-muzej>. – Дата доступа: 14.09.2018.
- 2 Музееведение: учеб. пособие / Л.Г. Гужова [и др.]; под. ред. Н.В. Мягиной. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 116 с.
- 3 Нестеров, А.К. Понятие и функции музея // Образовательная энциклопедия ODiplom.ru – <http://odiplom.ru/lab/ponyatie-i-funkcii-muzeya.htm>
- 4 Старикова, Ю.А. Музееведение / Ю.А. Старикова. – М., 2006. – 285 с.

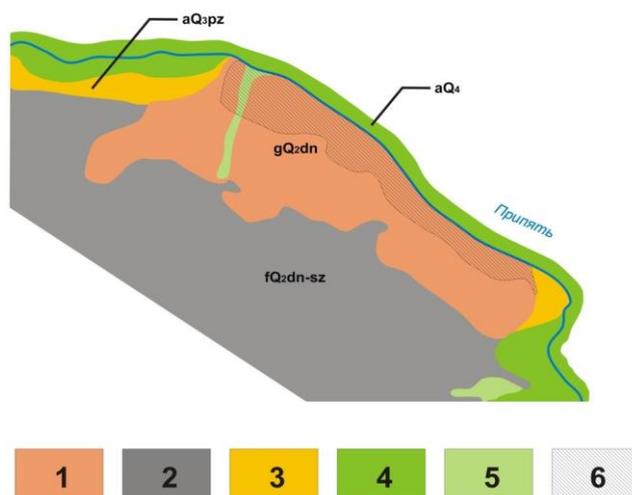
Н.А. ПАРФЕНЦОВ

МОЗЫРСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ КАК ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ РЕЛИКТОВОГО РЕЛЬЕФА

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
nik.parfentsov@mail.ru*

Рельеф Мозырской возвышенности сформировался главным образом в результате деятельности оледенений. В дальнейшем он подвергся интенсивной переработке различными экзодинамическими процессами. В настоящее время, основная площадь изучаемой территории представлена формами реликтового флювиогляциального и гляциального рельефа днепровского возраста (рисунок 1) [1, 2].

Наиболее широко распространен гляциальный тип рельефа днепровского возраста, представленный грядово-холмистыми и холмисто-увалистыми напорно-аккумулятивными образованиями. Данный тип рельефа распространен на севере и северо-востоке Мозырской возвышенности и представлен Мозырским краевым комплексом.



Условные обозначения

гляциальный тип рельефа: 1 – gQ_2dn , представлен грядово-холмистыми и холмисто-увалистыми напорно-аккумулятивными образованиями, **флювиогляциальный тип рельефа:** 2 – fQ_2dn-sz , представлен плоскими и пологонаклонными поверхностями водораздельных и долинных зандров, **флювиальный тип рельефа:** 3 – 1-я надпойменная терраса (aQ_3pz), 4 – современная пойма (aQ_4), 5 – поймы малых рек (aQ_4), 6 – овражно-балочные комплексы (aQ_4).

Рисунок 1 – Геоморфологическая схема Мозырской возвышенности

На первом этапе формирования напорно-аккумулятивных образований динамическое воздействие ледника на подстилающие породы привело к образованию структур выдавливания и выжимания. На втором этапе был сформирован верхний этаж ледникового комплекса – аккумулятивный с наличием гляциодислокаций.

В строении всего комплекса выделяются три полосы краевых форм – простирающихся с северо-запада на юго-восток, и представленные сериями мелких кулисообразных, заходящих друг за друга гряд длиной от 500 – 1000 м до 2000 – 3000 при ширине 300 – 500 м. Им соответствуют определенные ступени высот – свыше 200 м, 180 – 200 м и 160 – 180 м [3, 4, 5].

Незначительные участки аккумулятивных моренных образований расположены на севере и западе Мозырской возвышенности. Представлены они холмистыми поднятиями без определенной ориентировки. Относительные превышения достигают 5 м. Межхолменные понижения широкие, днища плоские с большим количеством термокарстовых западин, размеры которых составляют 100 и более метров [6, 7, 8]. Наиболее повышенные всхолмленные участки с превышениями более 3 м стыкуются с краевыми образованиями и представляют собой беспорядочное нагромождение конусов выноса флювиогляциальных потоков. Долинные зандры приурочены к современным речным долинам. В ряде мест они с трудом отличаются от прилегающей поверхности аллювиальных и озерно-аллювиальных образований.

Долинные зандры приурочены к современным речным долинам. В ряде мест они с трудом отличаются от прилегающей поверхности аллювиальных и озерно-аллювиальных образований. Поэтому нередко границы долинных зандров бывают нечеткими. Наиболее широко эти формы развиты на юге территории исследований.

Широко распространен на Мозырской возвышенности флювиальный рельеф верхнеплейстоценового и голоценового возраста, представленный речными долинами, I и II надпойменными террасами и другими формами. Наиболее полно террасы выражены в долине Припяти. Абсолютные отметки II надпойменной террасы колеблется в пределах 125 – 130 м. Для нее характерна слабая выраженность тылового шва и сглаженность бровки. Часто тыловая часть террасы перекрыта склоновыми отложениями. Вдоль бровки развиты эоловые формы. Высота террасы над урезом воды увеличивается вниз по течению от 7 – 15 м до 11 – 20 м. Первая надпойменная терраса района исследований преимущественно аккумулятивная, прислоненная. Она хорошо выражена в долинах крупных рек района. На террасе сохранились следы пойменного рельефа, что указывает на молодость названного аллювиального уровня.

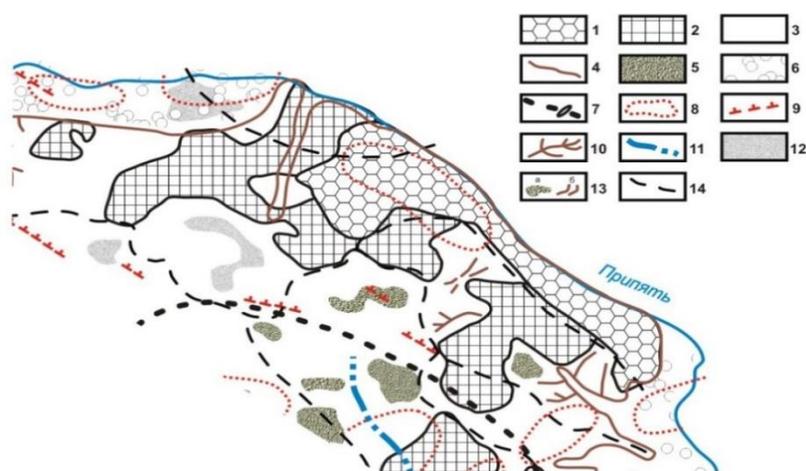
Поверхность первой террасы часто осложнена песчаными аккумуляциями, многие из которых являются сильно перевеянными пойменными гривами и прирусловыми валами. Абсолютные отметки I надпойменной террасы у Мозыря составляют 118 – 120 м. Ширина изменяется от 2 – 3 до 10 – 15 км, увеличиваясь в местах впадения крупных притоков. Высота террасы над урезом воды 3 – 7 м.

На Мозырской возвышенности развит биогенный рельеф голоценового возраста. Главным образом, биогенный рельеф представлен значительными болотными массивами, которые приурочены к западной и южной части возвышенности. Распределение болот связано с генетическими типами рельефа: моренными и озерно-ледниковыми понижениями, межрядовыми котловинами, водно-ледниковыми ложбинами, долинными, староречными, пойменными и балочными котловинами и др.

Также здесь встречаются формы рельефа, созданные под влиянием других морфогенетических процессов: термокарстовые западины, суффозионные просадки, оползни, балки и овраги и т.д. Кроме того, выделяется еще и антропогенный тип морфогенеза, в результате которого человеком образуются не только те или иные формы рельефа, но и изменяются элементы окружающей среды.

В литологическом отношении сложена возвышенность красно-бурими, желтовато-бурими, буровато-серыми супесями, суглинками и глинами с прослоями гравийно-галечного материала и разнозернистых песков. Покровные отложения – разнозернистые водно-ледниковые пески с редкой галькой и гравием (мощность до 10 м), лессовидные образования (до 11 м) вдоль северных и северо-восточных склонов гряды. К ним приурочена полоса овражно-балочного расчленения.

Расчлененный рельеф крайне неустойчив к эрозионным процессам. В периоды сильного весеннего таяния снегов или обильных ливневых дождей здесь образуются отдельные промоины и рытвины до 1 – 2 м в глубину и 20 – 30 м в длину и ширину. Помимо линейной эрозии, здесь активно протекает преобразование рельефа холмов. На склонах круче 3 – 4 градусов ежегодно смывается с гектара до 25 т почвенного слоя. Кроме того, присутствует редкая форма тоннельной эрозии, когда на глубине в несколько метров образуется цепочка колодцев шириной до 1,5 м, соединенных между собой. На отдельных участках форм линейной эрозии достигает 20 – 30 ед/км². Общее количество эрозионных форм составляет 1700, из них более 90 % – активные овраги, растущие со скоростью 0,3 – 5 м/год, а иногда – до 100 м/год. Крупнейшие овражно-балочные системы достигают длины 3 – 5 км с площадью водосбора более 5 км² (рисунок 2).



Условные обозначения:

1– эрозионный снос более 20 т/га в год; 2 – эрозионный снос 10-20 т/га в год; 3 – эрозионный снос менее 10 т/га в год; 4 – пролювиально-делювиальные аккумуляционные процессы; 5 – аллювиально-пролювиальные аккумулятивные процессы; 6 – аллювиальные аккумулятивные процессы; 7 – изолинии скоростей вертикальных движений; 8 – локальные неотектонические поднятия; 9 – линейаменты; 10 – овражно-балочная сеть; 11 – спрямленные участки русел рек; 12 – болотные процессы; 13 – пески закрепленные (а) и развеваемые (б); 14 – границы основных водоразделов

Рисунок 2 – Схема проявления экзогенных процессов в пределах Мозырской возвышенности

В связи с тем, что в пределах территории изучения развита водонеустойчивая и склонная к просадкам лессовидная покрывка мощностью от 1 – 2 до 5 – 8 метров, следовательно, этот район является проблемным для проектирования и строительства инженерных сооружений. Просадка лессовых пород происходит под воздействием воды, разрушающей структурные связи и строение породы, происходит резкое доуплотнение породы либо от собственного веса, либо под действием нагрузки от сооружения. Просадка лессовых пород происходит под воздействием воды, разрушающей структурные связи и строение породы, происходит резкое доуплотнение

породы либо от собственного веса, либо под действием нагрузки от сооружения. Широкое развитие также получила суффозия, связанная с фильтрационным разрушением обломочных пород. В процессе выноса обломочных пород происходит уменьшение плотности породы и увеличение ее пористости, вследствие чего происходит деформация поверхности земли.

Овражно-балочная сеть глубоко и интенсивно расчленяет местность, уничтожая значительные площади земель, превращая этот район в неудобный для инженерных изысканий. Овраги, вскрывая и дренируя водоносные горизонты и истощая ресурсы подземных вод, наносят огромный вред сохранению источников водоснабжения. Также вынос рыхлого материала покрывает луга, пашни, огороды, сады, территории селений, что является неблагоприятным фактором для развития сельского хозяйства.

Список литературы

1 Вознячук, Л.Н., Пузанова, Л.Т. О стадиях и фазах днепровского оледенения и его краевых образованиях на территории Белоруссии // Тез.докл. Всесоюз. межведовств. совещ. по изуч. краевых образований материкового оледенения. – Смоленск, 1968.

2 Гурский, Б.Н Краевые образования территории Белоруссии и некоторые особенности их формирования // Краевые образования материковых оледенений. – Киев: Наукова думка, 1978.

3 Матвеев, А.В. История формирования рельефа Белоруссии. – Минск : Наука и техника, 1990.

4 Мацвееў, А.В. Пра рэльеф Беларусі / Пер.Н.Ф.Лапіцкая. – Мнск : Нар.асвета, 1994. –72 с.

5 Матвеев, А.В. Рельеф Белоруссии / А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, Р.И. Левицкая – Минск : Университетское, 1988. – 320 с.

6 Матвеев, А.В. Ледниковая формация антропогена Белоруссии. – Минск : Наука и техника, 1976.

7 Сачок, Г.И., Шишонок, Н.А., Марьина, Л.В. Вертикальное расчленение рельефа БССР // Вестник БГУ. Сер. 2. Химия, биология, география. 1993. – № 3. – С. 61–64.

8 Якушко, О.Ф. Геоморфология Беларуси: Учеб. пособие для студентов геогр. фак. / О.Ф. Якушко, Л.В. Марьина, Ю.Н. Емельянов. – Бел.гос. ун-т. – Минск : БГУ, 2000. – 170.

Д.Е. ПОМОЗОВ

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВОЗВЕДЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
dimonr123@mail.ru*

В мировом производстве электроэнергии существенная ее доля принадлежит возобновляемым источникам энергии, среди которых наиболее технологически совершенной является гидроэнергетика.

Для использования природных водных ресурсов, а также для предотвращения или уменьшения пагубного воздействия воды на окружающую среду предназначены гидротехнические сооружения (ГТС). Для обеспечения стабильности окружающей среды и безопасности строительства и технической эксплуатации ГТС необходимо обозначить

геоэкологические аспекты с учетом местных особенностей и возможных опасностей.

Основная специфика ГТС определяется их положением на границе двух сред, где изменения окружающей среды проявляются наиболее полно.

Основанием гидротехнических объектов служат грунты, от свойств которых зависит долговечность и эффективная эксплуатация данных объектов. В пределах речных долин грунты более неоднородны, что вызвано повышенной изменчивостью литологического состава пород, их проницаемости и прочностных характеристик каждой фракции. Изменение уровня грунтовых вод непосредственно сказывается на изменении физико-механических свойств грунтов [1].

В результате длительных нагрузок, передаваемых гидротехническими сооружениями, в грунтах оснований происходят напряжения, наряду с чем, возможно и проявление деформаций осадков. В связи с этим перед проектированием и строительством ГТС необходимо первоначально произвести изыскательные работы с целью изучения геологического строения данной территории.

При проектировании ГТС необходимо учитывать зависимость прочностных свойств грунтов от способа проведения строительства, предварительного обустройства территории (осушение болот, засыпка овражной сети) и последующей динамики изменения их несущих способностей, что является трудной задачей в связи с отсутствием методологической основы их изучения.

Необходимо отметить, что наличие вибрации, возникающей при строительстве и эксплуатации ГТС, может привести к суффозии, неустойчивости и тиксотропному разжижению грунтов, а также к коррозии инженерных сооружений.

Основной гидроэнергетический потенциал Беларуси сосредоточен на трех реках: Западной Двине, Немане и Днепре (таблица 1).

Таблица 1 – Каскад гидроэлектростанций на территории Республики Беларусь

Название реки	Название ГЭС	Мощность ГЭС, МВт
Западная Двина	Верхнедвинская	29,0
	Полоцкая	23,0
	Бещенковичская	30,5
	Витебская	40,0
Неман	Гродненская	17,0
	Немновская	20,5
Днепр	Оршанская	4,9
	Шкловская	5,5
	Могилевская	5,0
Всего:		175,4

Важно отметить, что возведение и эксплуатация ГТС негативно сказывается на сельском хозяйстве. Территория Беларуси преимущественно представлена равнинами, площади зеркала водохранилищ приходится на затопленные и подтопленные поймы, на которых значительно изменяется характер растительности вследствие повышения уровней грунтовых вод. В результате на месте высокопродуктивных пойменных лугов, которые могли бы использоваться в сельском хозяйстве образуются абсолютно непродуктивные болотные массивы вместо высокопродуктивных пойменных лугов образуются непродуктивные болотные массивы, поэтому подтопленные поймы также исключаются из сельскохозяйственного использования [3].

Следовательно, водохранилища гидроэлектростанций практически выводят из сельскохозяйственного и другого использования подтопляемые и затопляемые поймы

не только на основном водотоке, но и на его притоках. При этом по мере повышения отметок дна из-за отложения наносов в зоне начального выклинивания подпора последний распространяется вверх по течению реки иногда на десятки километров, резко изменяя режим формирования пойм на этом участке. В верхних бьефах ГЭС также часто происходит затопление или подтопление городов и поселков, особенно расположенных на поймах. Чтобы этого не происходило приходится переносить их на более высокие места, которые находятся вне зоны подтопления водохранилищ.

На сегодняшний день в пределах территории Беларуси самой мощной гидроэлектростанцией является Витебская ГЭС, представляющая собой типичную русловую низконапорную гидроэлектростанцию. Она включает в себя бетонную водосбросную плотину, грунтовую насыпную плотину, здание гидроэлектростанции, однокамерный односторонний судоходный шлюз, распределительное устройство.

Возведение гидроэлектростанции обосновано целью повышения энергетической безопасности республики за счет вовлечения в топливно-энергетический баланс возобновляемых энергоресурсов.

Установленная мощность Витебской ГЭС составляет 40 МВт, что достаточно для того, чтобы обеспечить электроэнергией потребителей Витебского района.

При возведении ГЭС значительно увеличилась ширина и глубина потока, что приводит к снижению скорости течения выше плотины примерно в 15 раз. При этом максимальная площадь затопления мало отличается от площади затопления в естественных условиях. В нижнем бьефе не произойдет значительного изменения водного режима.

В связи с переформированием берегов для их защиты предусмотрены работы по укреплению берегов. Также, в зоне до 10 км выше плотины, выполняется регулирование попусков из водохранилища. В процессе эксплуатации водохранилища заиление не должно оказывать значительного влияния на русловые процессы в первые 60 лет.

За счет отстаивания воды в водохранилище, качественные показатели воды в реке ниже плотины улучшаются. В дальнейшем при эксплуатации Витебской ГЭС выбросов вредных веществ в атмосферу не предвидится. Химическое и бактериологическое загрязнение от гидроэлектростанции и водохранилища минимально [2].

Так же возможен незначительный рост до 1 % от стока испарения воды с поверхности водохранилища, однако обеспеченность водными ресурсами останется на существующем уровне.

Опасность возникновения чрезвычайных ситуаций связана, в первую очередь с прорывом самой плотины гидроэлектростанции и залповым сбросом из водохранилища.

Важно иметь в виду, что возведение водохранилища влечет за собой ряд дополнительных негативных последствий и процессов, как правило, обусловленных ошибками и просчетами, допущенными при строительстве, проектировании и эксплуатации ГЭС. Например, на ряде водохранилищ их чаши предварительно не очищались, лесной массив не вырубался, что влекло потери миллионов кубометров леса, вследствие их дальнейшего затопления. В дальнейшем кроме убытков от неиспользования этого леса в народном хозяйстве, его затопление приводит к поломкам водного транспорта и, самое главное, затопленный лесной массив является причиной резкого снижения качества воды, иногда приводя к загниванию весьма крупных участков водохранилищ.

В следствие негативного воздействия на берега, их переформирование при проектировании и строительстве должны быть предусмотрены мероприятия, направленные на защиту берегов рек от разрушений и размывов. Также должны быть предусмотрены мероприятия по выносу жилых строений и промышленных объектов из зоны затопления и подготовлен перевод подтапливаемых угодий в сенокосные.

Также должна быть обеспечена компенсация потерь рыбхозам и строительство нагульных рыбоводных прудов, создание вокруг водохранилища водоохранных зон и

природоохранных прибрежных полос, что существенно ограничило бы поступление в водоем веществ, загрязняющих воду.

Таким образом, оценка воздействия ГТС на окружающую среду является важной составляющей при возведении и эксплуатации гидроэлектростанций.

В перспективе гидротехническое строительство в Республике Беларусь может двигаться по пути строительства гидроузлов комплексного использования, например, создания гидротехнических сооружений для регулирования стока наряду с использованием их в целях водообеспечения, энергетики, водного транспорта, мелиорации и охраны вод [1].

Гидротехническое строительство в Республике Беларусь должно двигаться по пути возведения гидроузлов комплексного использования, например, возведение ГТС для регулирования стока вместе с использованием их в целях водоснабжения, водного транспорта, энергетики, а также мелиорации и охраны вод.

Список литературы

1 Векслер, А.Б. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений / А.Б. Векслер, Д.А. Ивашинцов, Д.В. Стефанишин – СПб. : Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», 2002. – 591 с.

2 РУП «Витебскэнерго», О воздействии на окружающую среду планируемой к строительству Витебской ГЭС на реке Западная Двина / РУП «Витебскэнерго – Витебск, 2011. – 11 с.

3 Якушко, О.Ф. Геоморфология Беларуси: учебное пособие для студентов географических и геологических специальностей / О.Ф. Якушко, Л.В. Марьина – Минск: БГУ, 1990. – 173 с.

С.П. ТИМОФЕЕВ

АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ СЛАНЦЕВЫХ ФОРМАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Баширский государственный университет,
г. Уфа, Российская Федерация
sergey.timofeev21@gmail.com*

Актуальность этой темы вызвана «сланцевой революцией» в США. По оценкам Управления энергетической информации (EIA 2013г) общемировые запасы составляют 46 млрд т. сланцевой нефти. Большая часть запасов находятся в недрах России – 10,4 млрд т., США – 7,8 млрд т., Китай – 4,3 млрд т. По российским оценкам запасы сланцевой нефти в нефтематеринских свитах нашей страны составляет 34,7 млрд. т. [5]. Однако это предварительные данные, которые требуют более глубокого изучения в России.

Нефтегазоносный сланец (*shale oil*), в терминологии американских геологов, – это осадочная порода, которая состоит в основном из консолидированных частиц глинистой размерности, которые осаждались как илы в осадочных условиях с низкой динамикой [8]. Такие условия возникают при осадконакоплении в болотистой низменности, периодически заливаемые приливами и глубоководных морских бассейнов, где мелкозернистые осадки накапливаются в спокойных гидродинамических условиях. Вместе с мелкозернистыми осадками осаждаются детрит, состоящий из водорослей, растений и органических остатков животного происхождения.

«Сланцевая революция» началась с 2000-х годов. За несколько десятилетий до этого, во многих странах мира разрабатывались сланцевые формации с целью добычи газа. Однако стоило это дорого и соответственно было нерентабельно. Но именно в 2000-х годах, США накапливали технологии для понижения себестоимости,

правительство снимало ограничение на работы в новом секторе добычи, мировой рынок помог начать разработку в данном секторе, так как цены на нефть росли. В конце этого периода началась массовая добыча сланцевого газа.

Что касается России, то добыча сланцевых углеводородов в нашей стране на данный момент менее рентабельна по следующим факторам:

- 1) Малоизученность сланцевых формаций;
- 2) Отсутствие передовых технологий для снижения себестоимости;
- 3) Экономические и геополитические сложности страны.

Мировой опыт разработки сланцевых месторождений позволяет выделить два основных способа добычи:

– тепловое воздействие на пласт (предполагается нагрев пласта с последующей добычей углеводородов традиционным методом)

– многостадийный гидроразрыв пласта на горизонтальной скважине (флюид мигрирует по образованным трещинам в скважину)

Для подсчета ресурсов сланцевой нефти необходимо учитывать, что добыча идет, как в самих сланцевых толщах, так и в подстилающих и перекрывающих толщах иного состава. Чтобы оценить перспективность добычи сланцевых углеводородов России, необходимо посмотреть на опыт разработки ведущей страны по добыче сланцевой нефти. В США на 2013 год известно более 20 полей сланцевых формаций, в которых возможна добыча сланцевой нефти и газа. Предполагаемые извлекаемые ресурсы сланцевых формаций по всей стране оцениваются местной геологической службой в 7,82 млрд т. При этом на долю уже разрабатываемых формаций приходится 4,6 млрд т. Как мы видим, приведенные цифры гораздо меньше предполагаемых ресурсов России.

Европейская часть России. Самые перспективные извлекаемые ресурсы сланцевой нефти ожидаются в северо-восточной и южной частях этой территории, в особенности в верхнедевонской доманиковой свите Тимано-Печорской провинции и среднеэоценовой кумской свите Ахтырской зоны Северо-Кавказской провинции [2]. При общих геологических подсчетах предполагаемые извлекаемые ресурсы доманиковой свиты 1 млрд т. сланцевой нефти [7]. Используя геохимические и общегеологические данные, приблизительные ресурсы кумской свиты составляет до 3 млрд т. [7]. Также стоит учитывать рифейские сланцевые толщи, имеющиеся в большом распространении в авлакогенах Восточно-Европейской платформы и Предуральском краевом прогибе. Исходя из данных можно грубо предположить, что ресурсы сланцевой нефти в Европейской части России составляет до 5 млрд т.

Западная Сибирь. В следствие бурения глубокой (6500 м) параметрической скважины №130 на полуострове Гыдан, в малоисследованном осадочном комплексе, предположительно имеются те же сланцевые толщи, что и в Тимано-Печорской провинции. Однако наибольший интерес представляет баженовская свита, сложенная буровато-черными битуминозными ($C_{орг}$ 10 – 13 % участками до 20 % массы породы), окременелыми и пиритизированными аргиллитами [1]. В настоящее время там ведется добыча компанией «Салым Петролеум Девелопмент». На трех месторождениях Западно-Салымское, Верхне-Салымское, Вадельпское по данным компании в 2011 году было добыто рекордное количество нефти 8,4 млн. т. Исходя из данных Энергетического информационного агентства США (июнь 2013 г.), извлекаемые ресурсы сланцевой нефти баженовской свиты Западной Сибири оцениваются приблизительно в 10 млрд т. Чтобы понимать насколько это много, крупнейшее месторождение США Баккен имеет оценочные запасы в 3,8 млрд т. [7]. Если посчитать ресурсы сланцевых толщ и запасы баженовской свиты, предполагаемые ресурсы оцениваются в 15 млрд т. сланцевой нефти.

Очень большие перспективы возлагаются на Восточную Сибирь, в особенности на верхнепротерозойские и палеозойские нефтегазоматеринские толщи древней

Сибирской платформы, а также ее северного и юго-западного обрамления. В большей степени переспективы имеют куонаманская битуминозно-сланцевая толща нижнего и среднего кембрия, в которой имеются огромные накопления органического вещества на площади в 700 тыс. км² мощностью до 50 – 70 м. На восточном побережье о. Таймыр турузовская свита, имеющая пять горизонтов общей мощностью 160 м. и содержанием $C_{орг}$ 0,73 – 1,95 [3]. Обогащенная органическим веществом быстрианская свита, состоящая из пяти подсвит. Большие запасы ожидаются в нефтематеринской качергатской свите рифейского возраста длиной 1200 км сложенная черными аргиллитами с содержанием $C_{орг}$ 4 % , и предполагаемыми ресурсами 3 – 7,5 млрд. т [4]. Также важную роль играют ряды протерозойских и фанерозойских сланцевых толщ Присаяно Енисейской впадины, Тунгусской синеклизы, Енисей-Хатангского прогиба, п-ова Таймыр [4]. Таким образом общие извлекаемые ресурсы Восточной Сибири оцениваются в 30 млрд. т. Это в два раза превышает ресурсы Западной Сибири, поэтому данная область может стать ведущей по добыче сланцевых углеводородов.

В Восточной части России также имеется большое количество сланцевых ресурсов в частности в Верхояно-Колымской области, Забайкальском крае, на Сахалине, Западной Камчатке, Чукотке и в некоторых других. Наибольший интерес представляют Нелькано-Сетте-Дабанский нижнекаменноугольный сланцевый бассейн с извлекаемыми ресурсами более 3 млрд т. и Забайкальский сланцевый бассейн каменноугольного возраста длиной 100 км, шириной 30 – 40 км и мощностью до 3000 м. Оценочные запасы данного региона оцениваются в 10 млрд т [7].

В следствие малой изученности сланцевой нефти в России, все подсчеты ресурсов приводятся с общегеологическим подходом. Опираясь на вышеуказанные данные получаем предполагаемые ресурсы сланцевой нефти России в 60 млрд т. Скорость добычи сланцевых углеводородов в нашей стране совсем невелика, это связано со многими факторами такими как, слабой изученности сланцевых толщ, высокой себестоимости добычи, отсутствие передовых технологий для добычи и снижения себестоимости и др.

Список литературы

- 1 Аухатов, Я.Г. Сланцевая нефть из баженовских отложений Западной Сибири // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии VI Всероссийское совещание. – 2015. – С. 14-16.
- 2 Вагин, А.В. Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России до 2030 г. – М. : Газпром ВНИИГАЗ, 2011. – С. 173–177.
- 3 Дивина, Т.А. Верхнепалеозойские биоморфные силициты горного Таймыра / Т.А. Дивина [и др.] // Геология и геофизика. – 1992. – № 11. – С.45–51.
- 4 Жарков, А.М. Минеральные ресурсы России / А.М. Жарков // Экономика и управление. – 2011. – № 3. – С. 16–21.
- 5 Морариу, Д. Некоторые аспекты нефтеносности сланцев: понятийная база, возможности оценки и поиск технологий извлечения нефти / Д. Морариу, О.Ю. Аверьянова // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т.8. – № 1
- 6 Ульмасвай, Ф.С. Тектоническая приуроченность и геологическое строение плеев сланцевого газа и нефти / Ф.С. Ульмасвай, Н.И. Базаревская // Георесурсы. – 2013. – № 2 (52). – С. 21-25.
- 7 Цветков, Л.Д. Сланцевая нефть России / Л.Д. Цветков, Н.Л. Цветкова // Научно-технический сборник Вести газовой науки. 2013. № 5 (16). С. 219-230.
- 8 Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer. U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy and National Energy Technology Laboratory. – April 2009.
- 9 Witsen, N.C. Noord en Oost Tartarye / N.C. Witsen. – Amsterdam, 1692, 1705 (2 ed.), 1785 (3 ed.).

Ф.Р. АХМЕТДИНОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ МИКРОКЛИМАТА ПЕЩЕР

*Башкирский государственный университет,
г. Уфа, Республика Башкортостан
geology-ufa@bk.ru*

На Урале и Приуралье насчитываются множество различных природных достопримечательностей, часть из них – пещеры. Пещерой является система естественных полостей, доступная для проникновения человека, имеющая вход, не освещенный солнечным светом [1].

Детальные исследования пещер были начаты в первой половине XX в. Изучение проводилось попутно с географическими, геолого-гидрогеологическими, геоботаническими исследованиями, в связи с поисками и добычей полезных ископаемых [2]. В республике Башкортостан насчитываются около 600 пещер, большая их часть расположена в восточной части Башкирии, в пределах древней горной системы – Южного Урала. В Башкирии первым ученым исследователем пещер был Г.В. Вахрушев, который в 1925 г. детально исследовал Капову пещеру (более 1,5 км).

Современный климат значительно изменился, по сравнению с климатом прошлых эпох. Связано это с активной деятельностью человека, который, к сожалению, не очень задумывается об охране окружающей среды. Небрежное отношение может привести к аномальному изменению окружающего климата и микроклимата пещер, который служит регулятором физических и химических процессов, в ней протекающих (коррозия, минералогенез, конденсация).

Необходимо вести наблюдения за микроклиматом, учитывая его своеобразность. В комплекс таких наблюдений входят: температура, давление, влажность и газовый состав воздуха.

Атмосферное давление в пещерных полостях напрямую зависит от строения пещеры. В горизонтальных пещерах атмосферное давление равно внешнему, а в вертикальных – давление связано с глубиной [2].

В спелеологической литературе о влажности воздуха распространены два мнения:

- 1) температура пещеры в срединной зоне равна температуре внешней, и падает с ростом высоты;
- 2) температура пещеры не зависит от внешней температуры, а определяется морфологией полости и особенностями ее воздухообмена [1].

Современные способы мониторинга микроклимата пещер включают сверхточные, высокочувствительные сенсоры. Например, температурный логгер *Envel TL21* (рисунок 1), основой которого служит терморезисторный датчик. Для измерения атмосферного давления используется *SolinstBarologger* (рисунок 2). Минусом этих устройств является неспособность работы в автоматическом режиме без участия человека. Также, эти устройства не сохраняют регистрируемые параметры, что не позволяет отследить динамику изменений. Все вышеперечисленные устройства являются дорогостоящими и сложными в обслуживании [2].

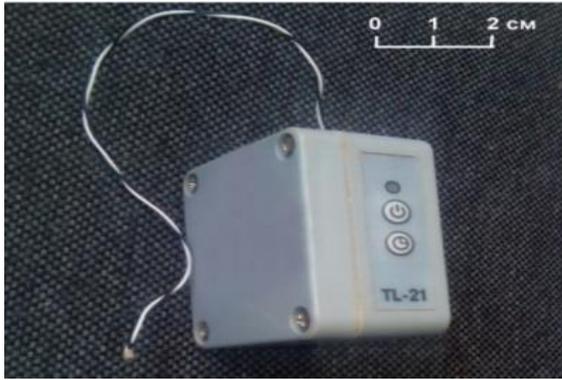


Рисунок 1 - Температурный датчик



Рисунок 2 - Датчик атмосферного давления

Оптимальным решением данной проблемы – это использование аппаратно-вычислительной платформы *Arduino* (рисунок 3), основными компонентами, которой являются простая плата ввода и вывода информации. Она основана на языке *Processing/Wiring*, а также интеграции с другими схемами и датчиками. Плата прошивается загрузчиком *BootLoader*, поэтому, внешний программатор не нужен. Контроллер *ArduinoUno* построен на микросхеме *ATmega328*, который состоит из кварцевого генератора 16 МГц, разъема *USB*, силового разъема, разъема *ICSP* и кнопки перезагрузки. Плата имеет 6 аналоговых входов для подключения разнообразных датчиков и устройств. Можно подключить датчик *DHT22* (рисунок 4), который состоит из двух частей: емкостного датчика температуры и гигрометра. Первый используется для измерения температуры, второй – для влажности воздуха. Находящийся внутри чип, может выполнять аналого-цифровые преобразования и выдавать цифровой сигнал, который считывается посредством микроконтроллера. Прибор прост в обслуживании и имеет относительно небольшую стоимость [3].



Рисунок 3 – Аппаратно-вычислительная платформа Arduino

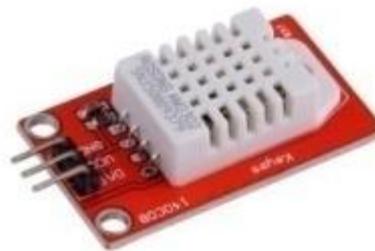


Рисунок 4 – Датчик уровня влажности и температуры DHT22

Принцип работы контроллера будет заключаться в том, что контроллер будет записывать показания температуры и влажности в автоматическом режиме, на карту памяти типа *MiniSd* (рисунок 5). Время обновления и точность можно настраивать в диапазоне от 1 секунды до 10 часов. Для питания платы используется напряжение от 3.3 до 5 вольт. Датчик реального времени (рисунок 6), в основе которого, лежит кварцевый резонатор, необходим для того, чтобы все показания были привязаны

к определенному времени. Для обеспечения автономного питания используют литий-ионную аккумуляторную батарею типа 18650 (рисунок 7), что позволит использовать контроллер в тех частях, где отсутствуют другие источники питания.



Рисунок 5 - Модуль реального времени DS1302



Рисунок 6 - Адаптер microSD



Рисунок 7- Литий-ионный аккумулятор типа 18650

Преимуществом устройства является (рисунок 8) относительно низкая стоимость, простота в обслуживании и низкое энергопотребление. Запись показаний автоматизирована и систематизирована (рисунок 9). Данное устройство значительно облегчит проведение мониторинга климата пещер.

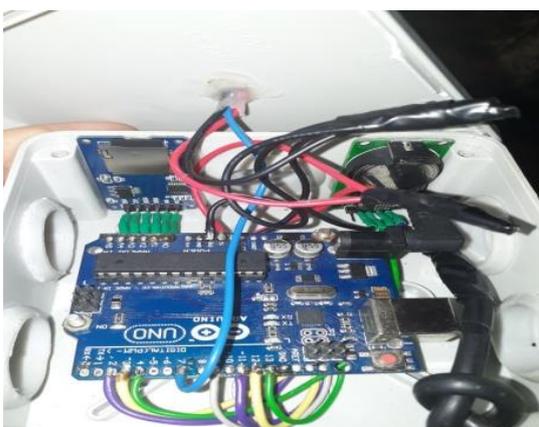


Рисунок 8 - Готовое устройство в сборе

Показания можно преобразовать в графический вид, который будет наглядно показывать динамику изменений.

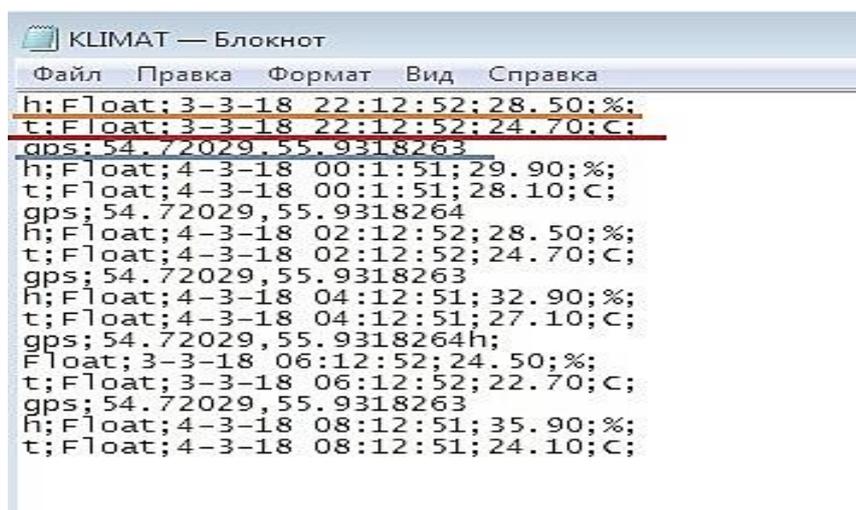


Рисунок 9 - Вид сохраняющихся показаний на флешкарте

В заключение стоит отметить, что климатический режим нарушен антропогенным воздействием. Поэтому, с помощью нашего устройства, можно будет отслеживать динамику изменений в автоматическом и систематическом режиме, для выявления отклонений климатических показателей, от их естественной нормы.

Список литературы

- 1 Дублянский, В. Н., Ломаев А. А. Карстовые пещеры Украины / В.Н. Дублянский, А.А. Ломаев. – Киев, Наукова Думка, 1980. – 180 с.
- 2 Мавлюдов, Б.Р. Предварительный отчет об исследованиях пещеры «Снежная» Западно-Кавказским карстово-гляциологическим отрядом отдела гляциологии Института географии АН СССР (июнь-июль, 1979 г.) / Б.Р. Мавлюдов, Д.А. Усиков. – М., 1979. –140 с.
- 3 Проблемы изучения карстовых полостей южных областей СССР / под ред. Р.А. Ниязова. – Ташкент: Фан УзССР, 1983. – 150 с.
- 4 Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino / У. Соммер — Philadelphia: SIAM, 2012. – 241 с.

Р.Ф. БАДРЕТДИНОВ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧАСТКА ИЗЫСКАНИЙ В ОРДЖОНИКИДЗОВСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДА УФЫ

*Башкирский государственный университет,
г. Уфа, Российская Федерация
badretdinov_rf@mail.ru*

На изученной территории по степени закрытости карстующихся пород выделяется перекрытый его подкласс в гипсах кунгурского яруса.

Район проведенных исследований расположен в Орджоникидзевском районе г. Уфы на территории филиала ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть - УНПЗ».

В геоморфологическом отношении участок приурочен к водораздельному пространству рек Белой и Шугуровки.

Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах 155 – 165 мБС высот.

Рельеф участка спланирован в процессе застройки существующего завода, на момент изысканий участок работ представляет собой промышленную зону с производственными сооружениями и коммуникациями.

По результатам рекогносцировочного обследования проявлений опасных физико-геологических процессов на участке изысканий и вблизи него не выявлено. Существующие здания и сооружения на участке работ и прилегающей территории находятся в удовлетворительном состоянии.

В геологическом строении участка до изученной глубины 72,0 м принимают участие четвертичные образования, представленные насыпным грунтом (tQ_{IV}) и глиной мягкопластичной, тугопластичной консистенции (dQ), отложения неоген-четвертичного возраста – глина полутвердой консистенции ($N_2^3-Q_1$), неогеновые отложения – глина от полутвердой до твердой консистенции (N_2kn) и пермские отложения соликамского (P_{1sk}) горизонта, представленные известняком.

Подземные воды в период изысканий (май 2018 г.) зафиксированы всеми скважинами:

- появившийся уровень на глубине от 2,2 до 2,7 м (абс. отм. 158,09 – 161,79 мБс),
- установившийся уровень – 1,9 – 2,5 м (абс. отм. 158,39 – 161,99 мБс).

Коэффициенты фильтраций по данным опытно-фильтрационных работ и классификация грунта по водопроницаемости согласно ГОСТ 25100-2011, табл.Б.7:

- насыпной грунт (tQ_{IV}) 0,2-1,5 м/сут, грунт водопроницаемый, слабоводопроницаемый;
- глина (dQ) 0,05-0,15 м/сут - грунт слабоводопроницаемый;
- глина ($N_2^3-Q_1$) 0,11-0,13 м/сут - грунт слабоводопроницаемый;
- глина (N_2kn) 0,06-0,08 м/сут - грунт слабоводопроницаемый.

Площадка изысканий отнесена к постоянно подтопляемой в естественных условиях и соответствующей району I-A₁ (СП 11-105-97). При проектировании следует предусмотреть мероприятия по защите сооружений от подтопления подземными водами как в период строительства, так и на период эксплуатации в соответствии с требованиями СП 104.13330.2016.

Наземные геофизические работы были выполнены по двум профилям, длиной от 132 до 188 м (в зависимости от расположения построенных объектов на участке работ).

Комплекс наземных работ включал в себя:

- электроразведочные работы методом вертикального электрического зондирования (далее «ВЭЗ») или электротомографические работы (далее «ЭТ»);
- работы методом частотного электромагнитного зондирования (далее «ЧЗ»).
- Пр1 ЭТ, ЧЗ L=132 м;
- Пр2 ЭТ, ЧЗ L=188 м.

В настоящее время однозначный пересчет количества импульсов в минуту, в единицы сопротивлений (Ом*м) по материалам ЧЗ мировой геофизической наукой не решен, поэтому значения ЧЗ на разрезах приведены в условных единицах (натуральный логарифм количества импульсов в минуту).

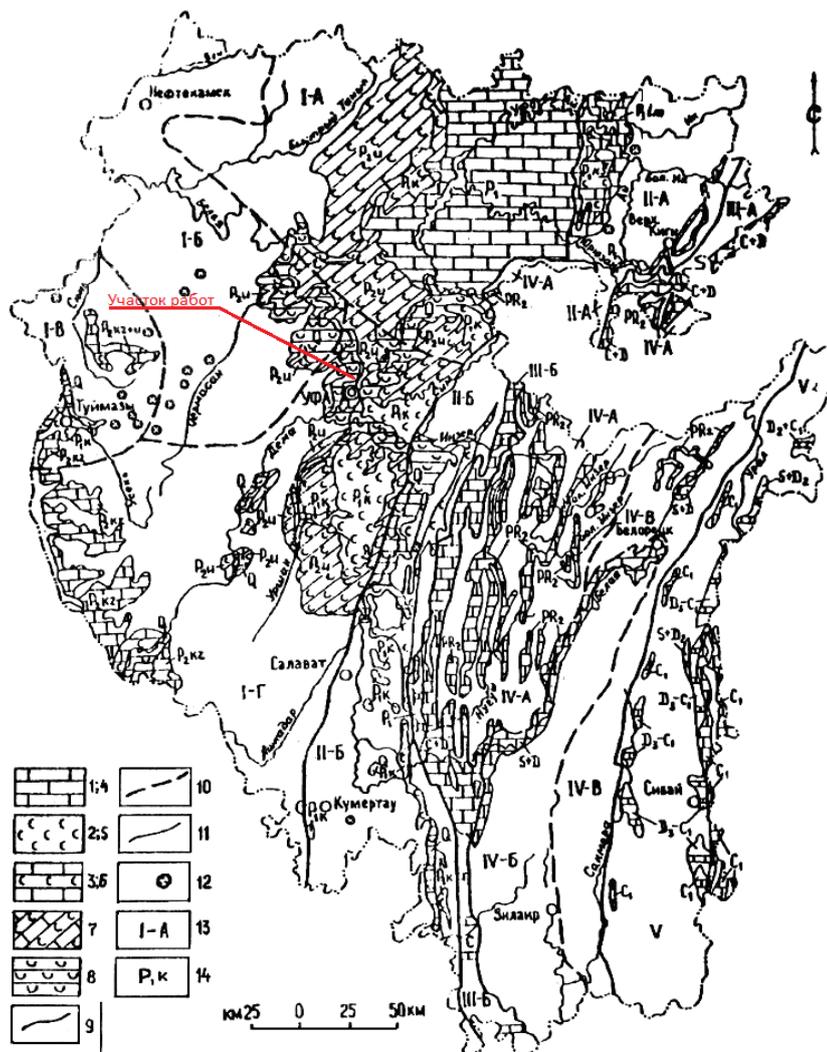
На геоэлектрических (электротомографических) разрезах четко выделяется зона пониженных (10 – 100 Ом*м) на фоне высоких (1000 – 100000 Ом*м) удельных электрических сопротивлений, локализуемая между ПК 53-90 профиля 1 ЭТ и ПК 50-110 профиля 2 ЭТ.

Выраженность и контраст низкоомной зоны (на фоне высоких сопротивлений) связана с карбонатными стяжениями, гнездами ожелезнения и присутствием углистого материала и окаменевших мелких ракушек в грунтах неоген-четвертичного (N_2-Q_1) и неогенового (N_2kn) возрастов.

Участок изысканий, согласно существующей классификации карста Башкирии, расположен в пределах провинции Восточно-Русской платформы, в области восточной

окраины Русской платформы, с развитием равнинного карста на преимущественно горизонтальной основе залегания карстующихся сульфатных пород, по степени закрытости карстующихся пород выделяется перекрытый его подкласс в гипсах кунгурского яруса (рисунок 1).

По результатам выполненных работ территория отнесена к V и VI категориям устойчивости территории относительно интенсивности образования карстовых провалов, согласно ТСН 302-50-95 РБ.



Классы карста: А. По составу карстующихся пород: 1 – карбонатный (разряженная штриховка - развитие карста в карбонатных пластах и прослоях среди некарстующихся толщ); 2 - преимущественно сульфатный; 3 - сульфатнокарбонатный; Б. По степени обнаженности карстующихся пород: 4, 5, 6 - преимущественно покрытый и 7 - закрытый, с участками голого, вдоль склонов речных долин; 8 - преимущественно перекрытый (в основном сульфатный) с участками закрытого. Границы: карстово-спелеологических: 9 - провинций; 10 - областей; 11 - распространения поверхностных карстопроявлений; 12 - площади без поверхностных карстопроявлений с участками локального их развития. Индексы: 13 - карстово-спелеологических провинций и областей (таблица 1); 14 - геологического возраста горных пород, в которых развиты карстопроявления.

Рисунок 1 – Карта распространения классов карста и карстово-спелеологического районирования Башкортостана

Таблица 1 – Карстово-спелеологическое районирование Башкортостана

Страна (подтип карста)	Провинция	Область	Подобласть (класс карста)
Восточно-Европейской равнины (равнинный карст на преимущественно горизонтальной основе залегания карстующихся пород)	Восточно-Русской платформы - I	Башкирского свода - I-A	Сульфатный Карбонатный Сульфатно-карбонатный
		Татарского свода - I-B	Сульфатный Карбонатный Сульфатно-карбонатный Кластокарст
		Бирской седловины - I - Б	Сульфатный Кластокарст
		Восточной окраины Русской платформы - I - Г	Сульфатный
	Предуральского прогиба - II	Уфимско-Соликамской мегавпадины - II-A	Карбонатный Кластокарст
		Бельской мегавпадины - II - Б	Сульфатный
Таймыр-Уральской геосинклинали (горный и равнинный карст на сильно дислоцированном субстрате)	Западно-Уральской внешней зоны складчатости - III	Кизеловско-Дружнинской структуры - III-A	Карбонатный
		Ашинско-Алимбетовской структуры - III-B	Карбонатный
	Центрально-Уральского поднятия - IV	Башкирского мегантиклинория - IV-A	Карбонатный
		Уфалейско-Уралтауского мегантиклинория - IV-B	Карбонатный Кластокарст
		Зилаирско-Эмбенского мегантиклинория - IV-B	Карбонатный
Тагильско-Магнитогорского прогиба - V	Магнитогорского мегасинклинория - V	Карбонатный Кластокарст	

Проектирование и строительство на участке с V (относительно устойчивой) категории устойчивости относительно карстовых провалов, в соответствии с ТСН 302-50-95 РБ, рекомендуется с противокарстовыми мероприятиями профилактического характера, без расчета на вероятный размер карстового провала.

Согласно СП 116.13330.2012 участок относится к VI (устойчивой) категории устойчивости, где возможность провалов исключается. Строительство и эксплуатация зданий и сооружений для I уровня ответственности возможны без применения противокарстовых мероприятий.

Список литературы

- 1 Абдрахманов, Р.Ф. Карст Башкортостана / Р.Ф. Абдрахманов [и др.]. – Уфа : ИГ УНЦ РАН, 2002. – 384 с.
- 2 Короновский, Н.В. Геология / Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. – М. : Академия, 2003. – 448 с.
- 3 Шувалов, В.М. Геофизические методы в инженерной и экологической геологии / В.М. Шувалов. – Пермь, 2009. – 605 с.

Е.И. ГОРБАЧЕВ, Е.Н. КОНЦЕВОЙ, В.В. ЛЕВКОВСКИЙ, С.С. ПАРАХНЯ

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЛЮВИАЛЬНО-ТЕХНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ НАМЫВА «ЮЖНЫЙ»

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
parahnastas@gmail.com*

Пролювиальными называют отложения временных русловых потоков, формирующихся у выхода последних на равнину или наклонную присклонную поверхность, включая поверхность самих конусов выноса. От вершины конусов к подножию материал, слагается рыхлыми обломочными осадками, в разрезе которых можно проследить слабые латеральные изменения обломочного материала – от более грубого, с песчано-глинистым заполнителем, до более тонкого. В отложениях сохраняется первоначальные формы обломков, сортировка материала довольно пёстрая, почти всегда прослеживается смешение гранулометрических фракций от глинистых частиц до грубообломочных накоплений. Слоистость выражена слабо, часто отсутствует полностью [1].

Рассматриваемый тип отложений сформировался под влиянием техногенеза: гидронамыв аллювиального материала, а как следствие образование искусственного водоёма, склада песка, прокладка дренажных канав. Поэтому отложения, сформировавшиеся в таких условиях, следует называть пролювиально-техногенные.

Район исследования представляет собой искусственный водоем, образованный в результате гидронамыва аллювиального материала под строительство микрорайона «Шведская горка» (рисунок 1).

В геологическом отношении данная территория расположена в пределах Воронежской антеклизы, на современных аллювиально-пойменных образования реки Сож, где так же присутствуют техногенные отложения аллювиального материала. Исследуемая территория находится на современной пойменной террасе реки Сож (aQ_4). В связи с тем, что территория исследования расположена вблизи реки, грунтовые воды залегают на глубине 0,7–2,5 метра от поверхности.

Объектом исследования является конус выноса на искусственном водоеме в районе «Шведская горка». Предметом исследования являются пролювиально-техногенные отложения.

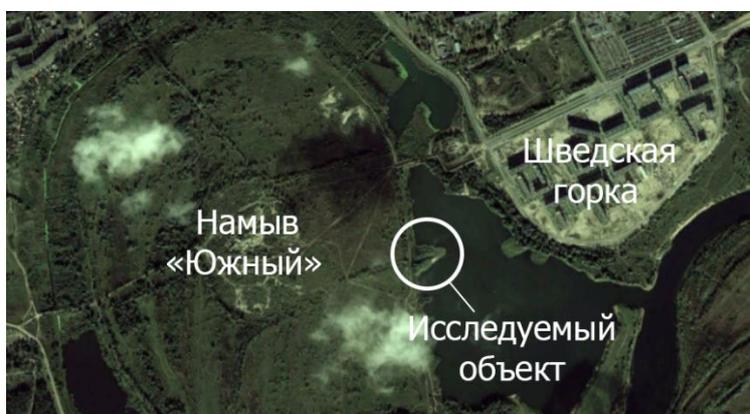


Рисунок 1 – Фрагмент космоснимка района исследования

В 1991 году начался гидронамыв аллювиального материала для строительства микрорайонов «Южный» и «Шведская горка». В 500 метрах западнее рассматриваемого объекта создан склад песка (рисунок 1).

Работы по намыву пойменных земель существенно изменили условия разгрузки грунтового потока в долине р. Сож, что в частности может вызывать подъем уровня грунтовых вод. Поэтому по контуру намывных грунтов предусматривается прокладка дренажных канав [2].

Одна из дренажных канав имеет выход к искусственному водоему. В периоды повышения уровня грунтовых вод (таяние снега, проливные дожди), формировались временные водотоки, которые сносили аллювиальные и техногенные (склад песка) образования. Следствием этого стало накопление пролювиальных отложений (пролювий конусов выноса временных водотоков) [1]. Время образования конуса выноса период с 2006 по 2012 год (рисунок 2).



Рисунок 2 – Сопоставление фрагментов космоснимков района исследования 2006, 2012 и 2018 годов

Интенсивное формирование конуса выноса остановилось в связи с возведением дорожной насыпи (рисунок 3). В настоящее время развитие пролювиальных процессов продолжается, но менее интенсивно (рисунок 2). Деятельность временных водотоков сейчас наблюдаются только в той части дренажной канавы, которая находится в пределах самого конуса выноса (рисунок 4). Авторами установлено, что на начальном этапе образования исследуемого объекта роль антропогенного фактора была максимальной. В настоящее время техногенные факторы оказывают минимальное влияние на развитие пролювиально-техногенных процессов в пределах исследуемой территории. Следовательно, сформировавшиеся образования можно называть пролювиально-техногенными.



Рисунок 3 – Дорожная насыпь



Рисунок 4 –Фрагмент космоснимка продолжения канавы, в пределах конуса выноса

В процессе исследования были отобраны образцы грунта, от подножья конуса к его вершине (места отбора указаны на рисунке 6), для проведения лабораторных исследований: определение естественной влажности, плотности в естественном сложении, плотности твердых частиц и гигроскопической влажности для глинистых грунтов, определение гранулометрического состава влажным методом, определение гранулометрического состава ареометрическим методом. Результаты исследований представлены в таблицах 1, 2, 3, построены кумулятивные кривые для глинистых грунтов (рисунок 5).

Таблица 1 – Физические свойства отобранных образцов

Номер образца	Точка наблюдения	Естественная влажность, %	Естественная плотность, г/см ³	Плотность твёрдой фазы, г/см ³
1	1	31,416	1,74	2,48
2	2	20,334	1,77	2,54
3	3	38,689	1,48	2,28
4	3	15,842	2,03	–
5	4	45,630	1,34	2,46
6	5	15,225	1,85	–
7	6	4,813	1,59	–
8	7	5,115	1,52	–

Таблица 2 – Результаты ареометрического анализа

Фракции, мм	Содержание, %			
	Образец 4	Образец 6	Образец 7	Образец 8
Более 1	0,00	0,28	0,58	0,76
1-0,5	0,42	0,42	2,36	3,02
0,5-0,25	10,34	14,40	36,22	34,88
0,25-0,1	61,40	49,36	44,46	36,92
Менее 0,1	27,76	35,50	16,36	24,36
Сумма	99,92	99,96	99,98	99,94

Таблица 3 – Результаты гранулометрического состава песчаных грунтов

Фракции, мм	Содержание, %			
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 5
Более 0,1	3,66	34,88	1,80	19,11
0,1-0,05	34,20	9,75	51,75	15,58
0,05-0,01	1,65	2,17	1,87	1,67
0,01-0,005	3,31	1,81	3,74	2,23
Менее 0,005	57,09	51,36	40,78	61,37
Сумма	99,91	99,97	99,94	99,96

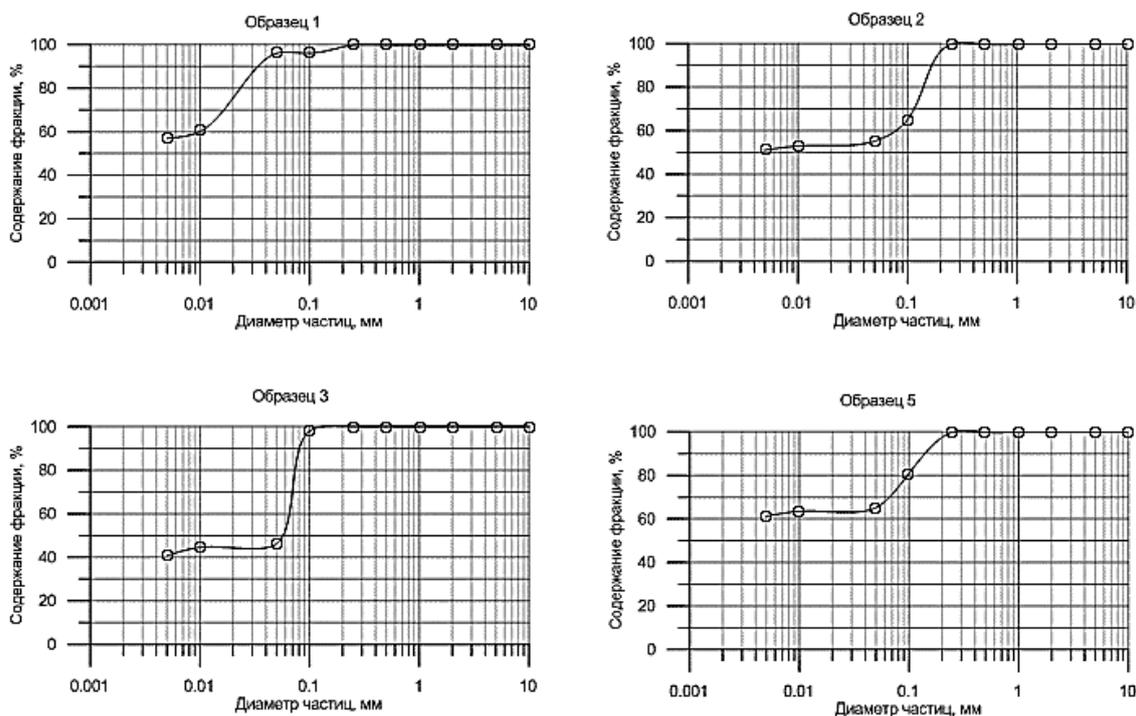


Рисунок 5 – Кумулятивные кривые глинистых грунтов

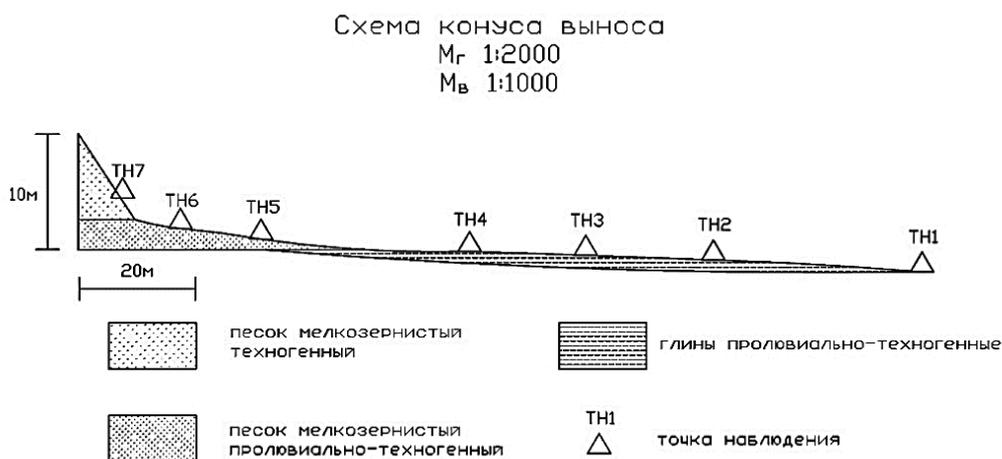


Рисунок 6 – Схема конуса выноса

Естественная плотность грунтов уменьшается к основанию конуса. Это коррелируется с уменьшением размера частиц. В основании конуса доминирующей является фракция 0,25 – 0,1 мм, у подножья конуса преобладает фракция менее 0,005 мм.

Анализ кумулятивных кривых показал (рисунок 5), что несмотря на преобладание глинистых частиц, так же выявлено наличие частиц размерностью 0,1 – 0,05 мм, что можно объяснить сносом (смывом) техногенного материала со склада песка.

В ходе исследования по всему разрезу были зарегистрированы признаки ожелезнения и оглеения. Была установлена закономерность уменьшения размера обломочного материала от вершины к подножью конуса выноса. Вершина конуса сложена в основном техногенным мелкозернистым песчаным грунтом, к подножью размер частиц уменьшается до глинистых.

Во время лабораторных исследований было установлено, что глинистые отложения содержат большое количество органических остатков.

Таким образом, было определено, что хозяйственная деятельность человека явилась причиной формирования пролювиально-техногенных отложений в пределах исследуемого района. Пролувиально-техногенные отложения по большинству признаков схожи с пролювиальными отложениями, например пестрой сортировкой гранулометрических фракций от глинистых частиц до песчаных накоплений.

Поскольку все условия для возникновения данного образования (конуса выноса) были созданы в ходе деятельности человека (гидронамыв аллювиального материала), а так же наличие в самих отложениях техногенного и пролювиального материала, следует говорить, что это пролювиально-техногенные отложения.

Список литературы

- 1 Галкин, А.Н. Инженерная геология Беларуси: монография / А.Н. Галкин. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. – 367 с.
- 2 Трацевская, Е.Ю. Инженерно-геологические условия города Гомеля: Монография / Е.Ю. Трацевская. – Гомель: ГГУ имени Ф. Скорины, 2005. – 169 с.

А.А. ДОЙЛИДОВ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗУЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»
г. Гомель, Республика Беларусь
adoylidov@mail.ru*

Согласно схеме гидрогеологического районирования (рисунок 1), территория месторождения относится к центральной части Припятского артезианского бассейна. Здесь выделяются три зоны водообмена – активного, замедленного и весьма замедленного, которым соответствуют гидрохимические зоны пресных, слабо- и сильноминерализованных подземных вод, и рассолов. Мощность осадочного чехла составляет около 4000 м [1].

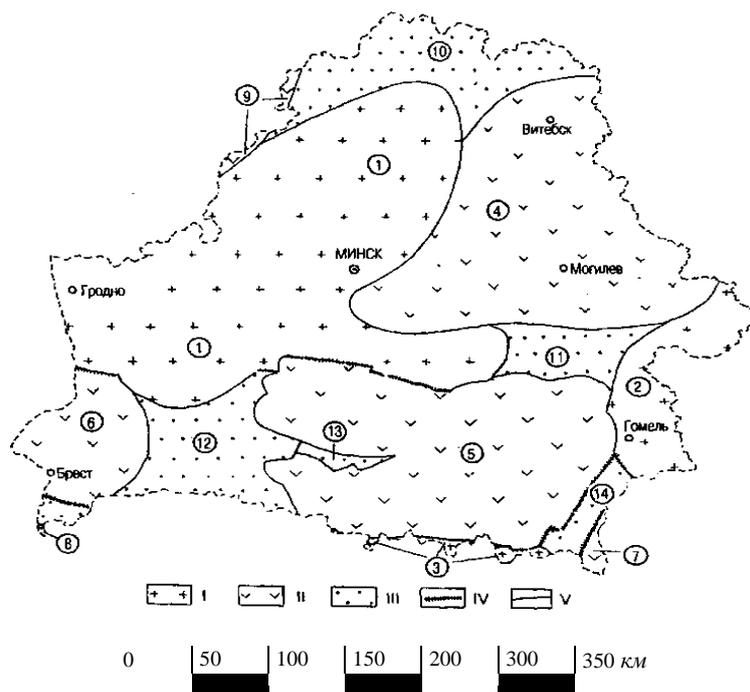
Характеристика геолого-гидрогеологических условий Зуевского месторождения нефти [3, 1, 4, 5]:

1) Водоносный четвертичный терригенный комплекс имеет повсеместное распространение. Сложен он, в основном, песками, супесями, суглинками. Комплекс объединяет моренные и флювиогляциальные отложения днепровского горизонта, озерно-аллювиальные отложения поозерского горизонта. Водообильность комплекса непостоянна. Удельные дебиты изменяются от 0,02 до 3,8 л/сек. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков и перетока из нижележащих горизонтов. Воды четвертичных отложений пресные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,2 – 0,3 г/дм³. Используются для водоснабжения в сельской местности.

2) Водоносный палеоген-неогеновый терригенный комплекс распространен повсеместно. На данной территории он включает подземные воды каневско-бучакского, киевского и харьковского горизонта палеогена и отложений неогена. Глубина залегания его кровли колеблется от 17,0 до 49 м. Водовмещающими породами являются пески с прослоями песков глинистых и алевролитов, общей мощностью от 40 до 60 м [4]. По химическому составу воды пресные, гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с минерализацией от 0,2 до 0,4 г/дм³. Общая жесткость колеблется в

пределах $1,71 \div 5,74$ мг-экв/дм³, содержание железа составляет $1,1$ мг/дм³. Воды комплекса широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

3) Водоносный верхнемеловой карбонатный горизонт захватывает территорию расположения Зуевского месторождения. Преобладающая глубина залегания кровли составляет от 50 до 121 м. По данным промысловых геофизических исследований скважин (ПГИС) в скважине 604 Зуевская кровля пород верхнего мела находится на глубине 101,5 м. Преобладающая мощность составляет от 18 до 77 м. К мергельно-меловой толще приурочены напорные воды, тип коллектора – трещинный. Подземные воды пресные (минерализация $0,2 - 0,5$ г/дм³), по химическому типу гидрокарбонатные магниево-кальциевые, реже натриево-кальциевые. Воды горизонта используются для водоснабжения небольших потребителей.



Гидрогеологические структуры: I – массивы: 1 – Белорусский, 2 – Воронежский, 3 – Украинский; II – бассейны: 4 – Оршанский, 5 – Припятский, 6 – Брестский, 7 – Днепровско-Донецкий, 8 – Волынский, 9 – Балтийский; III – районы: 10 – Латвийский, 11 – Жлобинский, 12 – Полесский, 13 – Микашевичско-Житковичский, 14 – Брагинско-Лоевский. Границы структур: IV – проведенные по суперрегиональным и региональным разломам; V – проведенные по границам тектонических структур.

Рисунок 1 – Схема гидрогеологического районирования территории Беларуси [2]

4) Водоносный нижнемеловой и нижнесеноманский терригенный комплекс распространен повсеместно. Глубина залегания кровли комплекса не превышает 150 – 190 м (скв. 604 Зуевская – 165 м). Водовмещающими породами являются пески, супеси, часто глинистые, с прослоями песчаников, алевроитов, глин. Мощность пород комплекса около 50 м (скв. 604 Зуевская – 56 м). Водоносный комплекс напорный. Воды умеренно жесткие, общая жесткость достигает $2,45$ мг-экв/дм³. Содержание железа в воде в отдельных пробах достигает $2,16$ мг/дм³. Воды нижнемелового-нижнесеноманского комплекса используются для централизованного водоснабжения городов и отдельных потребителей в сельской местности.

5) Слабоводоносный локально водоносный юрский терригеннокарбонатный комплекс распространен в районе Зуевского месторождения нефти повсеместно. Площадь месторождения находится вблизи его северной границы с водоупорным локально-водоносным батским и келловейским терригенным комплексом [4]. Представлен комплекс терригенными с большим количеством органических остатков и карбонатными породами келловейского и оксфордского ярусов юрской системы. Водовмещающими являются трещиноватые известняки, пески и песчаники с прослоями глин, алевролитов и алевролитов. По гидрохимическому типу воды хлоридные, гидрокарбонатнохлоридные натриевые. Здесь по данным гидрохимического опробования последних лет вода хлоридная натриевая с минерализацией около 3,7 г/дм³. По генетической классификации В.А. Сулина вода относится к гидрокарбонатнонатриевому типу.

б) Водоупорный локально водоносный байосский и батский терригенный комплекс сложен преимущественно плотными глинами, алевролитами с прослойками песков. Комплекс рассматривается как региональный водоупор. На рассматриваемой территории толща глин развита повсеместно. Ниже толщи глин регионального водоупора залегает песчаный водоносный батский горизонт, где уже распространены хлоридные натриевые воды с минерализацией от 3,7 г/дм³ (скв. Судовицкая 6v) и более. Из песчаных прослоев мощностью 9 – 12 м осуществляется водоотбор минеральных вод в различных частях Припятского артезианского бассейна как для системы ППД, так и для бальнеологических целей. В пределах Зуевского нефтяного месторождения водоупорный локально водоносный байосский и батский терригенный комплекс гидрогеологически не опробован. Песчаный горизонт в основании разреза юры имеет мощность 6 м и залегает на глубинах от 277 – 279 м.

7) Водоносный нижнетриасовый терригенный комплекс в пределах Зуевского месторождения имеет повсеместное распространение. Кровля его располагается на абсолютных отметках от минус 153 до минус 156 м. Водовмещающие породы представлены песками и песчаниками зеленоватосерыми, красновато-бурыми, в основном мелкозернистыми, с прослоями глин, алевролитов. Мощность нижнетриасовых пород составляет 232 м. Воды комплекса активно используются в системе ППД. Также воды комплекса используются для бальнеологических целей в санаториях Гомельской области.

8) Водоносный пермский карбонатно-терригенный комплекс выделяется в качестве самостоятельного гидрогеологического подразделения не повсеместно. Чаще он включается в состав водоносного нижнетриасового терригенного комплекса. Породы, отнесенные к пермским в пределах Зуевского месторождения нефти, располагаются на глубинах от 522 м (скв. 604), сложены тонкодисперсным терригенным материалом и в гидрогеологическом отношении не изучались. С учетом существования нормальной вертикальной гидрохимической зональности минерализация вод пермского комплекса в районе Зуевского месторождения может быть более 11 г/дм³.

9) Водоупорный, локально водоносный верхнефаменский (полесский горизонт) и каменноугольный терригенно-карбонатно-галогенный (надсолевой) комплекс имеет повсеместное распространение. Выделен только комплекс в составе верхнефаменских (полесский горизонт) и каменноугольных пород. Толща сложена переслаиванием глин карбонатных зеленовато-серых, песчаников, алевролитов, мергелей серых, реже песчаников кварцевых мелкозернистых плотных глинистых. Абсолютные отметки кровли указанного комплекса пород составляют от минус 377 м (скв. 604) до минус 397 м (скв. 602, 603). Толщины (видимая мощность) его меняется от 701 м до 725 м.

10) Гидрогеологически опробованы породы карбона немногочисленными скважинами, расположенными, в основном, в южной и восточной частях артезианского бассейна. Статические уровни по единичным замерам располагаются ниже дневной

поверхности на абсолютных отметках от 120,5 м (г. Петриков) до 126,2 м (Заозерная площадь, ок. 40 км юго-западнее г. Мозыря). Наибольшая водообильность комплекса отмечается в центральной и юго-восточной частях бассейна. Здесь дебиты скважин составляют от 124 до 435 м³/сутки при понижениях 40 – 110 м [4].

11) Водоупорный, локально водоносный среднефаменский галогенный (верхнесолевоый) комплекс является региональным водоупором и сложен чередованием каменной соли с прослоями калийных солей, песчаников, глинисто-карбонатных и туфогенных пород. Приурочены они к лебедянскому, оресскому, стрешинскому горизонтам среднего фамена и частично к полесскому горизонту верхнего фамена. Кровля верхней соленосной толщи в пределах Зуевского месторождения находится на абсолютных отметках от минус 1096 до минус 1121 м. Толщины верхней соли меняются в пределах от 2090 (скв. 604) до 2177 м (скв. 605). Несолевые породы, представленные переслаиванием карбонатных пород с песчаниково-алевролитовыми, потенциально могут содержать пластовые флюиды, в том числе нефть и воду. Пластовые воды имеют спорадическое распространение. Ближайшими к Зуевскому месторождениями, где гидрохимически опробованы воды верхней соленосной толщи, являются Осташковичское (около 10 км юго-восточнее), Западно-Тишковское (около 24 км юго-восточнее), Давыдовское (около 13 км северо-западнее). Вода относится к крепким рассолам хлоркальциевого типа (по В.А. Сулину).

12) Межсолевые породы и большая часть пород нижней соленосной толщи в существующих скважинах Зуевского месторождения нефти отсутствуют. В разрезе скважин 603, 604, 605 присутствуют фрагменты анисимовских слоев евлановского горизонта, входящих в состав нижней соленосной толщи. Мощность пород нижней соли достигает 64 м (скв. 604, 605). Гидрогеологически и гидрохимически не изучены. Ввиду их малой мощности и пространственной сопряженности с породами верхней соленосной толщи гидрохимическая характеристика по данным соседних месторождений не приводится.

13) Подсолевой гидрогеологический комплекс приурочен к зоне весьма замедленного водообмена (застойный режим) и включает две различные по литологическому составу толщи: верхнюю – карбонатную и нижнюю – терригенную. Водовмещающие породы карбонатной толщи представлены, в основном, доломитами и реже известняками саргаевского, семилукского, речицкого, воронежского горизонтов верхнего девона, в терригенной толще ими служат песчаники, алевролиты ланского горизонта верхнего девона и аналогичные породы среднего девона. Породы подсолевого карбонатного комплекса вскрыты в пределах Зуевского месторождения на абсолютных отметках от минус 3322 м (скв. 603) до минус 3356 м при толщинах от 152 до 169 м. Породы подсолевого карбонатного комплекса всеми скважинами вскрыты на полную мощность. Воды по химическому составу представляют собой высокоминерализованные крепкие, рассолы хлоркальциевого типа (по В.А. Сулину) с минерализацией от 324 до 376 г/дм³ и удельным весом 1,230 – 1,268 г/см³.

14) Водоносный комплекс подсолевых терригенных пород сложен породами ланского горизонта франского яруса верхнего девона, старооскольского горизонта живетского яруса среднего девона, наровского, пярнуского и витебского горизонтов эйфельского яруса среднего девона, а также породами верхнего протерозоя. Распространен он в Припятском артезианском бассейне повсеместно. В пределах Зуевского месторождения он вскрыт скважинами 602, 603, 605. На полную мощность ни одной скважиной не вскрыт водовмещающие породы ланского, старооскольского и наровского горизонтов представлены преимущественно переслаиванием песчаников и алевролитов с прослоями мелкозернистых песчаников, аргиллитов, доломитов и карбонатных пород. Воды высоконапорные. В пределах Зуевского месторождения они гидрогеологически и гидрохимически не опробованы.

15) Водоносная зона трещиноватых архей-нижнепротерозойских пород кристаллического фундамента развита на всей территории Припятского прогиба. Глубина залегания кровли фундамента составляет около 4000 м в районе Зуевского месторождения нефти. Породы фундамента в пределах месторождения скважинами не вскрыты. Наиболее вероятно, водовмещающими породами фундамента в пределах Зуевского месторождения будут граниты микашевичского (?) комплекса. С породами фундамента в центральной части Припятского артезианского бассейна связаны высоконапорные воды.

Водообильность зависит от трещиноватости и выветренности водовмещающих пород.

Таким образом, в гидрогеологическом разрезе условно выделено три гидрогеологических этажа: верхний и средний, отнесенные к зоне активного водообмена, и нижний – замедленного водообмена. В центральной части Припятского артезианского бассейна в девонской, вендской и рифейской системах дополнительно выделяются три гидрогеологических этажа – надсолевой, межсолевой и подсолевой. Они разделены региональными водоупорами, представленными галогенными непроницаемыми породами. Межсолевой и подсолевой этажи охватывают зону весьма замедленного водообмена.

Список литературы

1 Припятский артезианский бассейн / А.П. Лавров, Л.И. Шаповалов, Ж.А. Герасимов, П.Г. Альтшулер, В.В. Толкач // Гидрогеология глубинных зон артезианских бассейнов Беларуси: сб. науч. тр. Минск: БелНИГРИ. 1975. – С. 18-21.

2 Геология Беларуси / А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкий, А.В. Матвеев и др. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

3 Пересчет запасов нефти, растворенного газа и ТЭО КИН Зуевского месторождения ПО «Белоруснефть». Пересчет запасов нефти, растворенного газа и ТЭО КИН Зуевского месторождения: Отчет о выполненной работе (в одной книге и одной папке) / БелНИПИнефть; Руководитель договора А.С. Мохорев – Договор № 12-ТУ-2015. тема № 28.2015. – Гомель, 2016.

4 Мониторинг уровня режима и химического состава подземных вод в водозаборных скважинах НГДУ «Речицанефть». Книга 3. Мониторинг подземных вод в скважинах, предназначенных для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Рук. работ А.В. Третьякова – Гомель, 2014. – 66 с.

5 Проект разведки Зуевского месторождения нефти: Отчет оп теме № 1-2008 / Упргеологии РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»; Отв. исполнитель А.В. Лаптухов – Гомель, 2008 г. – 32 с.

В.А. ЕРЗОВА

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ФГУП «РОСРАО» (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Санкт-Петербургский горный университет,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
valentina.valya-06@yandex.ru*

На территории Ленинградской области расположен ряд объектов Северо-Западного атомно-промышленного комплекса (СЗАПК). С экологической точки зрения, наибольший интерес представляет площадка ФГУП «РосРАО», где расположены хранилища радиоактивных отходов (РАО) различного типа. На территории этого

объекта в первые годы эксплуатации хранилищ в грунтовых водах было обнаружено радиоактивное загрязнение. В настоящее время на данной территории организована система радиационного и экологического мониторинга. Согласно анализу гидрогеологических условий, региональный поток подземных вод направлен на северо-запад, в сторону берега Финского залива, где осуществляется основная разгрузка всех водоносных горизонтов. Основное направление миграции загрязнения совпадает с региональным потоком. После начала строительных работ на ЛАЭС-2 вокруг пройденных котлованов сформировалась локальная депрессионная воронка. Изменение уровня режима подземных вод может повлиять на условия их миграции [2].

Таким образом, изучение геологических и гидрогеологических особенностей участка исследования, а также анализ изменения структуры потоков подземных вод вследствие возрастающего техногенного воздействия необходимы для исследования условий миграции радионуклидов.

В геологическом разрезе данного исследуемого района выделяют кристаллический фундамент, представленный породами архейско-раннепротерозойского возраста, и осадочный чехол из верхнекембрийских, нижнекембрийских и четвертичных отложений [1].

К отложениям осадочного чехла приурочены *четвертичный, нижнекембрийский (ломаносовский), котлинский и редкинский* водоносные горизонты. В породах фундамента залегают трещинно-жильные подземные воды *рифейских* отложений, где они приурочены к древней коре выветривания, а также воды в трещиноватых гранитах *архейско-раннепротерозойского* возраста.

Техногенному влиянию объектов СЗАПК в большей степени подвержены четвертичный и ломаносовский водоносные горизонты, которые залегают близко к поверхности и вскрываются котлованом на территории строительства ЛАЭС-2.

Водоносный горизонт четвертичных отложений развит практически повсеместно и приурочен к четвертичному надморенному комплексу песков различного генезиса. Слабопроницаемые слои в нижней части отложений являются локальным водоупором.

Нижнекембрийский (ломаносовский) водоносный горизонт приурочен к пескам и слабоцементированным песчаникам нижнего кембрия и на изучаемой территории имеет слоистое строение.

Также стоит отметить характерную особенность геологического строения территории участка – наличие погребенных русел палеодолин, в тальвеге которых встречаются прослой сильнообводненных гравелистых песков. Врез палеодолин наблюдается как в четвертичных отложениях, так и нижнекембрийских, что может свидетельствовать о тесной гидравлической связи между исследуемыми водоносными горизонтами.

Исходя из выше сказанного, чтобы установить наличие гидравлической связи водоносных горизонтов четвертичных и нижнекембрийских отложений были построены карты гидроизогипс и исследована структура потоков подземных вод (рисунок 1).

По гидроизогипсам 2005 года можно проанализировать структуру потока подземных вод до начала строительства ЛАЭС-2. В 2007 году за счет строительства дренажных систем на территории ЛАЭС-2 произошло изменение уровня режима и образование депрессионной воронки. По карте гидроизогипс за 2017 год можно проследить динамику изменения структуры потока подземных вод вследствие техногенного воздействия.

Анализ карт гидроизогипс позволяет сделать вывод, что структура потока ломаносовского и четвертичного водоносных горизонтов контролируется, главным образом, рельефом местности, региональными гидрогеологическими закономерностями, локальными зонами питания и дренирования, а также геологическими особенностями территории.

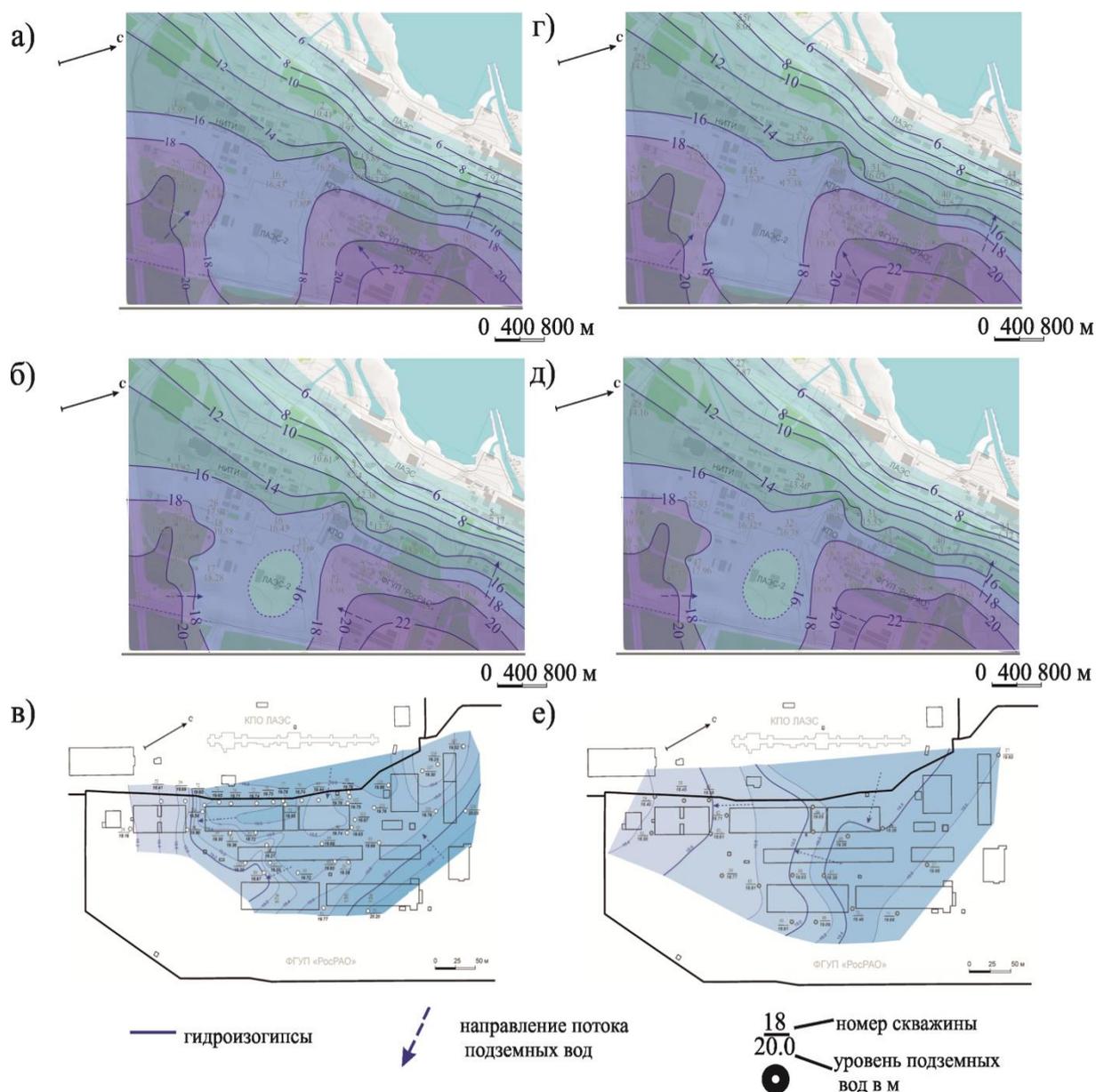


Рисунок 1 – Карты гидроизогипс четвертичного (а, б, в) и ломоносовского (г, д, е) водоносных горизонтов за 2005 (а, г), 2007 (б, д) и 2017 (в, е) года

Общие закономерности направления потока подземных вод в ломоносовском и в четвертичном водоносных горизонтах совпадают. То есть, отсутствие выдержанных по площади водоупоров в толще четвертичных отложений вследствие развития палеодолин на территории обуславливают тесную гидравлическую связь между водоносными горизонтами.

Проведение дренажных мероприятий на территории строительства ЛАЭС-2 практически не оказывает влияния на направление потока подземных вод ломоносовского и четвертичного водоносных горизонтов в пределах изучаемой площадки. Сформировавшаяся депрессионная воронка в первый год строительства ЛАЭС-2 имела небольшие размеры и быстро стабилизировалась, не смотря на значительную величину водопритоков в котлован. Это обусловлено низкой водопроницаемостью пород четвертичного водоносного горизонта, высоким значением инфильтрационного питания, гидравлической связью водоносных горизонтов через палеодолины.

Проведенный анализ также можно использовать для прогноза дальнейшего изменения направления движения подземных вод четвертичного и ломоносковского водоносных горизонтов в случае возрастания техногенной нагрузки, что является актуальной задачей, поскольку структура потока подземных вод на территории участка ФГУП «РосРАО» во многом определяет условия миграции радионуклидов из хранилищ РАО.

Также анализ карт гидроизогипс можно применять при обосновании расширения сети мониторинга и расположения наблюдательных скважин на территории площадки ФГУП «РосРАО». Котлованы на территории ЛАЭС-2 вскрывают преимущественно четвертичный водоносный горизонт, а также верхнюю и среднюю зону ломоносковского водоносного комплекса. Но учитывая связь нижней зоны ломоносковского водоносного комплекса с вышележащими водоносными горизонтами через палеодолину, необходимо для исследования условий миграции радионуклидов проводить замеры уровней не только в четвертичном водоносном горизонте и верхней зоне ломоносковского горизонта, но и в средней и нижней зонах ломоносковского горизонта. Для рационального расположения наблюдательных скважин следует предварительно анализировать локальные изменения направлений и структур потоков подземных вод.

Список литературы

- 1 Кирюхин, В.А. Региональная гидрогеология. Учебник для вузов / В.А. Кирюхин. – СПб. : Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) – 2005. – 344 с.
- 2 Румынин, В.Г. Оценка существующего и потенциального воздействия атомно-промышленного комплекса на подземные воды (г. Сосновый Бор Ленинградской области) / В.Г. Румынин, Е.Б. Панкина, М.Ф. Якушев и др. – СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та – 2002. – 249 с.

К.И. КАШУТЧИК

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ПУЧИНИСТОСТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИЗЫСКАНИЙ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»
г. Гомель, Республика Беларусь
kashutchik.kirill@gmail.com*

Пучинистым называется дисперсный грунт, который при переходе из талого в мерзлое состояние увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда и имеет относительную деформацию морозного пучения не менее 0,01 [1].

Пучение грунтов при промерзании обусловлено кристаллизацией воды, содержащейся в порах, и влаги, мигрирующей к фронту промерзания из нижележащих слоев. Морозное пучение является сложным процессом, обусловленным изменением толщины пленок связанной воды на контактах частиц за счет фазовых переходов и всасывания влаги из немерзлой зоны. Пленка связанной воды, заключенной между двумя пластинками, оказывает на них расклинивающее давление P_R (рисунок 1). Если внешнее давление на пластинки (p) меньше (P_R) и к пленке есть приток воды, пластинки начинают раздвигаться. По мере увеличения зазора δ расклинивающее давление падает в соответствии со степенной зависимостью $P_R = A/\delta^n$, где показатель степени $n = 2...3$. Процесс прекращается при достижении состояния равновесия ($p = P_R$) [2].

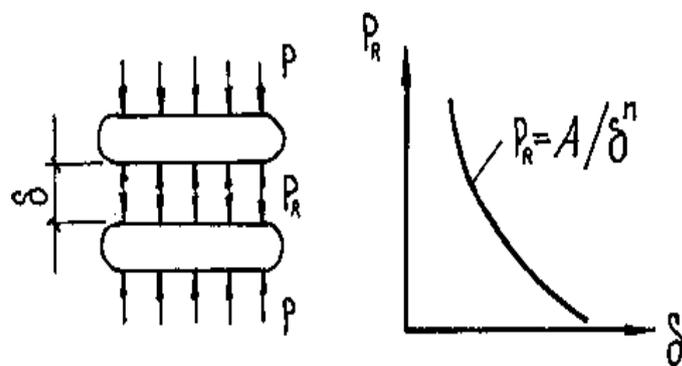


Рисунок 1 – Расклинивающее давление тонкой пленки связанной воды между частицами грунта [2]

При охлаждении грунта в первую очередь превращается в лед свободная вода в крупных порах, затем постепенно замерзают пленки связанной воды. Чем ниже опускается температура, тем тоньше становится слой незамерзшей влаги на поверхности частиц. Если расклинивающее давление оказывается больше внешнего давления, пленки, а, следовательно, и весь массив грунта, увеличиваются в объеме [3].

В соответствии с решением технического комитета по морозным грунтам Международного общества по механике грунтов и фундаментостроению (*ISSMGE*) существуют три уровня оценки степени пучинистости грунтов [4]:

I – грубая, по гранулометрическому составу. Позволяет выделить лишь заведомо непучинистые грунты;

II – средней точности, по формуле предложенной В.О. Орловым; [5]

III – точная, по результатам промораживания образцов в специальных приборах или по данным стационарных наблюдений в полевых условиях.

Первый и второй уровни оценки точности используются для определения степени морозного пучения грунтов и отражены в нормативных документах и рекомендациях.

Однако эти методы следует считать приближенными, так как при определении степени деформации морозного пучения не учитываются такие факторы как минералогический состав глинистых фракций, состав обменных катионов, структура грунтов.

Метод лабораторных исследований позволяет учесть большую часть природных факторов, влияющих на деформации испытываемых образцов. В связи с этим этот метод более предпочтительный на всех стадиях проектирования и строительства сооружений [4].

Для оценки пучинистости, а также в качестве расчетной характеристики грунта при проектировании оснований, используется величина относительной деформации морозного пучения (ε_{fn}), которая определяется отношением вертикальной деформации пучения (h_f) к толщине промерзшего слоя грунта (d_f) [6].

Указанные характеристики, как правило должны устанавливаться на основе опытных данных с учетом возможного изменения гидрогеологических условий.

На исследуемом объекте, изыскания для которого выполнены в 2017 г. ЧУП «СмартГео», было выделено 6 ИГЭ, удовлетворяющих условиям формулы (1). Для них были определены параметры, необходимые для расчетов. По расчетной формуле (1) и номограмме [6] были получены значения показателя ε_{fn} (таблица 1).

$$R_f = 0,67\rho_d \left[0,012(w - 0,1) + \frac{w(w-w_p)}{w_{sat}\sqrt{M_0}} \right] \quad (1)$$

где w , w_p – влажность в пределах слоя промерзающего грунта соответственно природная и на границе раскатывания, доли единицы; w_{sat} – полная влагоемкость грунта, доли единицы.

Пучинистым называется дисперсный грунт, который при переходе из талого в мерзлое состояние увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда и имеет относительную деформацию морозного пучения не менее 0,01 [1].

Пучение грунтов при промерзании обусловлено кристаллизацией воды, содержащейся в порах, и влаги, мигрирующей к фронту промерзания из нижележащих слоев. Морозное пучение является сложным процессом, обусловленным изменением толщины пленок связанной воды на контактах частиц за счет фазовых переходов и всасывания влаги из немерзлой зоны. Пленка связанной воды, заключенной между двумя пластинками, оказывает на них расклинивающее давление P_R (рисунок 2). Если внешнее давление на пластинки (p) меньше (P_R) и к пленке есть приток воды, пластинки начинают раздвигаться. По мере увеличения зазора δ расклинивающее давление падает в соответствии со степенной зависимостью $P_R = A/\delta^n$, где показатель степени $n = 2...3$. Процесс прекращается при достижении состояния равновесия ($p = P_R$) [2].

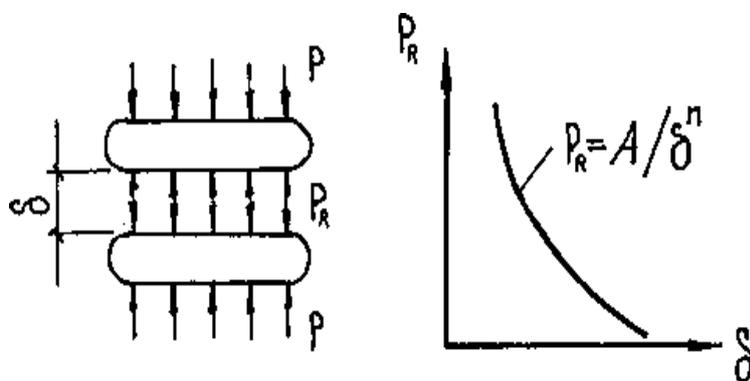


Рисунок 2 – Расклинивающее давление тонкой пленки связанной воды между частицами грунта [2]

При охлаждении грунта в первую очередь превращается в лед свободная вода в крупных порах, затем постепенно замерзают пленки связанной воды. Чем ниже опускается температура, тем тоньше становится слой незамерзшей влаги на поверхности частиц. Если расклинивающее давление оказывается больше внешнего давления, пленки, а следовательно и весь массив грунта, увеличиваются в объеме [3].

В соответствии с решением технического комитета по морозным грунтам Международного общества по механике грунтов и фундаментостроению (*ISSMGE*) существуют три уровня оценки степени пучинистости грунтов [4]:

I – грубая, по гранулометрическому составу. Позволяет выделить лишь заведомо непучинистые грунты;

II – средней точности, по формуле предложенной В.О. Орловым; [5]

III – точная, по результатам промораживания образцов в специальных приборах или по данным стационарных наблюдений в полевых условиях.

Первый и второй уровни оценки точности используются для определения степени морозного пучения грунтов и отражены в нормативных документах и рекомендациях.

Однако эти методы следует считать приближенными, так как при определении степени деформации морозного пучения не учитываются такие факторы как минералогический состав глинистых фракций, состав обменных катионов, структура грунтов. Метод лабораторных исследований позволяет учесть большую часть природных факторов, влияющих на деформации испытываемых образцов. В связи с

этим этот метод более предпочтительный на всех стадиях проектирования и строительства сооружений [4].

Для оценки пучинистости, а также в качестве расчетной характеристики грунта при проектировании оснований, используется величина относительной деформации морозного пучения (ϵ_{fh}), которая определяется отношением вертикальной деформации пучения (h_f) к толщине промерзшего слоя грунта (d_f) [6].

Указанные характеристики, как правило должны устанавливаться на основе опытных данных с учетом возможного изменения гидрогеологических условий.

На исследуемом объекте, изыскания для которого выполнены в 2017 г. ЧУП «СмартГео», было выделено 6 ИГЭ, удовлетворяющих условиям формулы (1). Для них были определены параметры, необходимые для расчетов. По расчетной формуле (1) и номограмме [6] были получены значения показателя ϵ_{fh} (таблица 1).

$$R_f = 0,67 \rho_d \left[0,012(w - 0,1) + \frac{w(w-w_p)}{w_{sat} \sqrt{M_0}} \right] \quad (1)$$

где w , w_p – влажность в пределах слоя промерзающего грунта соответственно природная и на границе раскатывания, доли единицы; w_{sat} – полная влагоемкость грунта, доли единицы; ρ_d – плотность сухого грунта, т/м³; M_0 – абсолютное значение средней многолетней температуры воздуха за зимний период.

По показателю относительной деформации пучения ϵ_{fh} была произведена классификация грунтов по степени пучинистости. Нормативными документами для этого послужили СТБ 943-2007 (*Грунты. Классификация*) [1], Пособие П9-2000 к СНБ 5.01.01-99 (*Проектирование в пучинистых грунтах*) [7], ТКП 45-3.03-19-2006 (*Дорожное строительство*) [8], ГОСТ 28622-2012 (*Определение степени пучинистости*) [9], ГОСТ 25100-2011 (*Грунты. Классификация*) [10]. Результаты представлены в таблице 2.

В зарубежных нормативных документах классификация грунтов производится не по показателю относительной деформации пучения ϵ_{fh} , а по скорости деформации (мм/сут) и коэффициенту несущей способности (%) (таблица 3).

Таблица 1 – Исходные и полученные данные

ИГЭ	Плотность, г/см ³		Влажность, %		M ₀	Пористость п, %	Полная влагоемкость, дол. ед.	R _f	ε _{fh}
	частиц грунта ρ _s	сухого грунта ρ _d	естественная W	граница раскатывания W _p					
3	2,71	0,97	68,30	39,52	19,5	64,32	66,31	4,89	>0,15
6	2,70	1,66	22,64	16,26		38,43	23,15	1,87	0,13-0,14
7	2,70	1,74	16,67	15,74		35,66	20,49	0,43	0,03-0,04
12	2,70	1,73	17,60	15,42		35,83	20,71	0,73	0,05-0,06
16	2,70	1,85	12,56	11,98		31,46	17,01	0,31	0,02-0,03
17	2,70	1,91	11,82	11,76		29,23	15,30	0,19	0,01-0,02

Таблица 2 – Классификация грунтов по степени пучинистости

ИГЭ	Наименование грунта	Степень пучинистости				
		СТБ 943-2007 [1]	СНБ 5.01.01-99 [7]	ТКП 45-3.03-19-2006 [8]	ТКП 45-3.03-19-2006 [8] (по материалам ЧУП «СмартГео»)	ГОСТ 28622-2012 [9] (ГОСТ 25100-2011) [10]
3	суглинок слабозаторфованный	сильнопучинистый	пучинистый	чрезмернопучинистый	чрезмернопучинистый	чрезмернопучинистый
6	супесь слабая	сильнопучинистый		чрезмернопучинистый	сильнопучинистый	чрезмернопучинистый
7	супесь средней прочности	слабопучинистый		слабопучинистый	сильнопучинистый	слабопучинистый
12	супесь средней прочности	среднепучинистый		пучинистый	сильнопучинистый	среднепучинистый
16	супесь моренная средней прочности	слабопучинистый		слабопучинистый	пучинистый	слабопучинистый
17	супесь моренная прочная	слабопучинистый		слабопучинистый	пучинистый	слабопучинистый

Коэффициент несущей способности определяется как отношение прочности по Калифорнийскому показателю плотности (CBR) мерзлого грунта к прочности грунта в оттаявшем состоянии. Также в зарубежных стандартах предусматривается испытание не только на морозное пучение, но и на оттаивание [11].

Из таблицы 3 видно, что в стандарте США выделяется еще одна разновидность грунта – *очень слабопучинистый*, со скоростью деформации 1 – 2 мм/сут. По ГОСТ 28622 эту разновидность можно отнести к слабопучинистому грунту.

Таблица 3 – Классификация грунтов по степени пучинистости

Грунт по степени пучинистости	Стандарт		
	ГОСТ 28622 [9]	ASTM 5918 [11]	
	Относительная деформации ϵ_{fh}	Скорости деформации, мм/сут	Коэффициент несущей способности, %
Непучинистый	<0,01	<1	>20
Очень слабопучинистый	–	1 – 2	20 – 15
Слабопучинистый	0,01 – 0,035	2 – 4	15 – 10
Среднепучинистый	0,035 – 0,07	4 – 8	10 – 5
Сильнопучинистый	0,07 – 0,10	8 – 18	5 – 2
Чрезмернопучинистый	>0,10	>16	<2

Анализируя данные, представленные в таблице 2 можно заметить, что классификация грунтов в представленных нормативных документах практически одинакова, но есть и отличия. Так наиболее подробная классификация соответствует ТКП 45-3.03-19-2006. Такой подход связан с тем, что именно дороги испытывают наибольшее воздействие от морозного пучения. Нарушение целостности дорожного полотна не позволяет безопасно эксплуатировать данные дороги. Наиболее простая классификация грунтов по степени пучинистости приведена в Пособии П9-2000 к СНБ 5.01.01-99. Основания и фундаменты зданий и сооружений обычно закладываются на большую глубину, чем происходит промерзание грунта. Поэтому негативное влияние процессов пучения практически не сказывается на их целостности.

Среди общих классификаций грунтов, в ГОСТ 25100 – 2011 отмечается дополнительное деление на чрезмернопучинистые грунты ($\epsilon_{fh} > 0,1$), в то время как в СТБ 943-2007 такого деления нет, и все грунты с относительной деформацией морозного пучения ($\epsilon_{fh} > 0,07$) относят к сильнопучинистым грунтам.

Также стоит обратить внимание на то, что организация, проводившая изыскания на объекте исследования, для разделения грунтов по степени пучинистости, использовала ТКП 45-3.03-19-2006. Но это разделение проводилось не по показателю относительной деформации морозного пучения (ϵ_{fh}), ввиду отсутствия специального оборудования, а по гранулометрическому составу. Данное разделение представлено в таблице 2. Можно заметить, как сильно различаются эти данные. Так ИГЭ 7 по показателю относительной деформации морозного пучения (ϵ_{fh}) относится к *слабопучинистым* грунтам, а по данным изыскательской организации – к *сильнопучинистым*. Такое двойное толкование недопустимо, особенно при проектировании линейных сооружений, типа сетей водопровода. Ошибочное представление о грунте может повлиять на то, что глубина заложения сетей может быть уменьшена и трасса будет проходить по пучинистым грунтам. Это может привести к нарушению целостности водопровода и канализации вследствие воздействия сил морозного пучения; либо же могут применяться более простые конструктивные мероприятия, что опять-таки может сказаться на целостности сетей.

В инженерной геологии всегда закладывается наихудший сценарий. Поэтому рассмотрение ИГЭ 7 как сильнопучинистого грунта является правильным с точки зрения надежности и безопасности эксплуатации сооружения.

С другой стороны, дополнительное финансирование для целей изысканий позволило бы провести более полное исследование грунтов. На основе этих исследований появилась бы возможность обоснованно сэкономить на строительстве. Как показывает мировая практика, небольшое увеличение затрат на изыскания, позволяет в разы сэкономить на последующем строительстве и эксплуатации объекта [12].

1) При исследовании грунтов для целей любого вида строительства необходимо проводить лабораторные исследования по определению степени пучинистости. Не рекомендуется классифицировать грунты по степени морозного пучения с использованием гранулометрического состава.

2) Рекомендуется принять и использовать на территории Республики Беларусь ГОСТ 28622 для определения и классификации грунтов по степени морозного пучения.

3) При получении различных результатов, следует принимать наихудшие условия.

4) Следует не допускать возможные утечки из водонесущих коммуникаций, которые будут способствовать увлажнению грунтов и развитию процессов набухания и морозного пучения.

Список литературы

1 СТБ 943-2007. Грунты. Классификация. – Минск : Госстандарт, 2008. – 24 с.

2 Дерягин Б.В., Кладько С.Н., Чураев Н.В. Свойства тонких незамерзающих слоев воды и морозное пучение грунтов // Тр. Третьего симпозиума по реологии грунтов. – Ереван, 1980. – С. 45–57.

3 Невзоров А.Л. Фундаменты на сезоннопромерзающих грунтах. Учебное пособие. – М. : Изд-во АСВ, 2000. – 152 с.

4 Ф.А. Максимов, Э.Л. Толмачев Лабораторные исследования морозного пучения грунтов прибором конструкции Южно-Уральского государственного университета // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». № 35. – Вып. 9. 2009. – С. 52–56.

5 Орлов В.О. Принципы расчета фундаментов на пучинистых грунтах // Проблемы механики грунтов и инженерного мерзлотоведения. – М., 1990. – С. 187–198.

6 СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – М. : Госстрой, 2005. – 131 с.

7 Пособие П9-2000 к СНБ 5.01.01-99. Проектирование оснований и фундаментов в пучинистых при промерзании грунтах. – Минск : Минстройархитектуры, 2001. – 36 с.

8 ТКП 45-3.03-19-2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Минск : Минстройархитектуры, 2006. – 43 с.

9 ГОСТ 28622-2012. Метод лабораторного определения степени пучинистости. – М.: Стандартиформ, 2013. – 12 с.

10 ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М. : Стандартиформ, 2013. – 38 с.

11 ASTM D 5918. Standard test methods for frost heave and thaw weakening susceptibility of soils. ASTM, 2006.

12 Nytiris N., Stott R., Mc’Innes K. The importance of site investigation in the construction industry: a lesson to be taught to every graduate civil and structural engineer // World Transactions on Engineering and Technology Education. 2014. – Vol. 12. – № 3.

Т.А. МЕЛЕЖ

СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЭКЗОГЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ В РЕЧНОЙ ДОЛИНЕ ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ

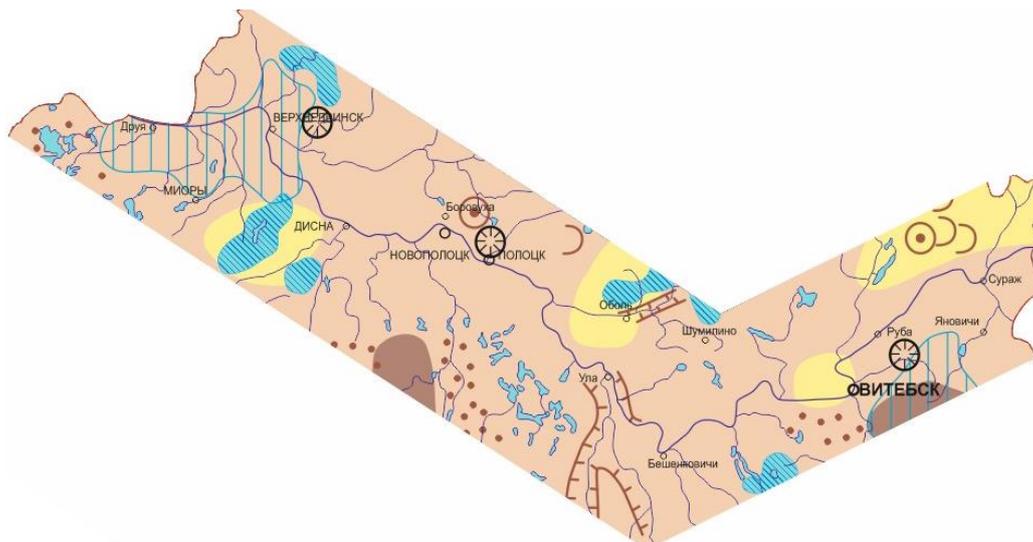
*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
tatyana.melezh@mail.ru*

Все многообразие инженерно-геологических процессов протекающих в пределах долины Западной Двины можно объединить в несколько групп: гидрогеологическая (подтопление, суффозия); флювиальная (оврагообразование, линейная и плоскостная эрозия); климатическая (промерзание и оттаивание грунтов, пучение); биогенная (заболачивание, торфонакопление); гравитационная (осыпи, оползни, крип); эоловая (дефляция, коррозия) (рисунок 1).

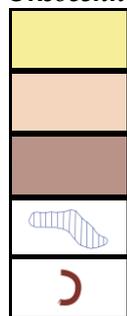
Причины развития процессов экзогенной геодинамики обусловлены не только естественными, но и антропогенными факторами.

По водно-эрозионному районированию Беларуси [6] изучаемая территория относится к Нарочано-Западно-Двинской области, которая объединяет семь эрозионных районов (на изучаемой территории представлено шесть) (рисунок 2). Занимая всю северную часть Поозерья, она включает бассейн реки Западная Двина и реки Вилии.

Выделяется широким распространением ледниково-озерных низин и равнин, озерных котловин и молодых краевых ледниковых возвышенностей. Плоскостная и линейная эрозия в основном развивается на ледниковых возвышенностях (Витебская, Браславская, Городокская, Освейская и др.), на крутых склонах речных долин.



Экзогенныя працэсы:



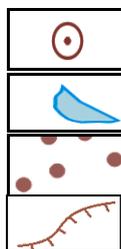
– адсутствуе дэлювіальны снос

– слабы дэлювіальны снос

– моцны дэлювіальны снос

– лінейная эрозія

– эаловая акумуляцыя



– эаловая дэфляцыя

– забалачыванне

– крэйп

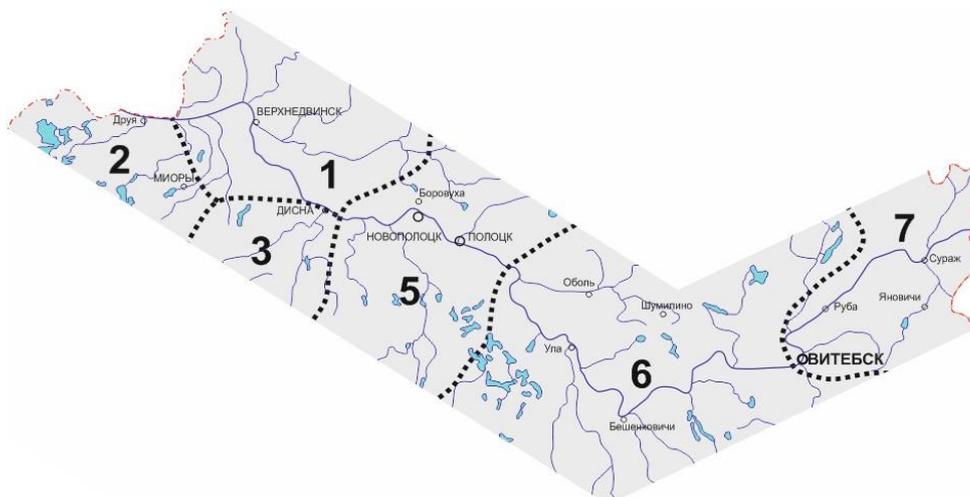
– абвалы, осыпы, оползні

Тэхногенныя працэсы:



– денудацыя

Рисунка 1 – Картасхема праяўлення інжынерна-геалагічных працэсаў экзатэхногеннай геадзінамікі ў долине рэкі Западная Двіна (масштаб 1 : 1430000)



1 – Освейско-Дрисский район; 2 – Брагслаўскі раён; 3 – Дісненскі раён; 5 – Полота-Ушачскі раён; 6 – Лучоса-Обольскі раён; 7 – Віцебска-Гарадоцкі раён

Рисунка 2 – Картасхема вадно-эрозійнага раённавання долины рэкі Западная Двіна (масштаб 1 : 1570000)

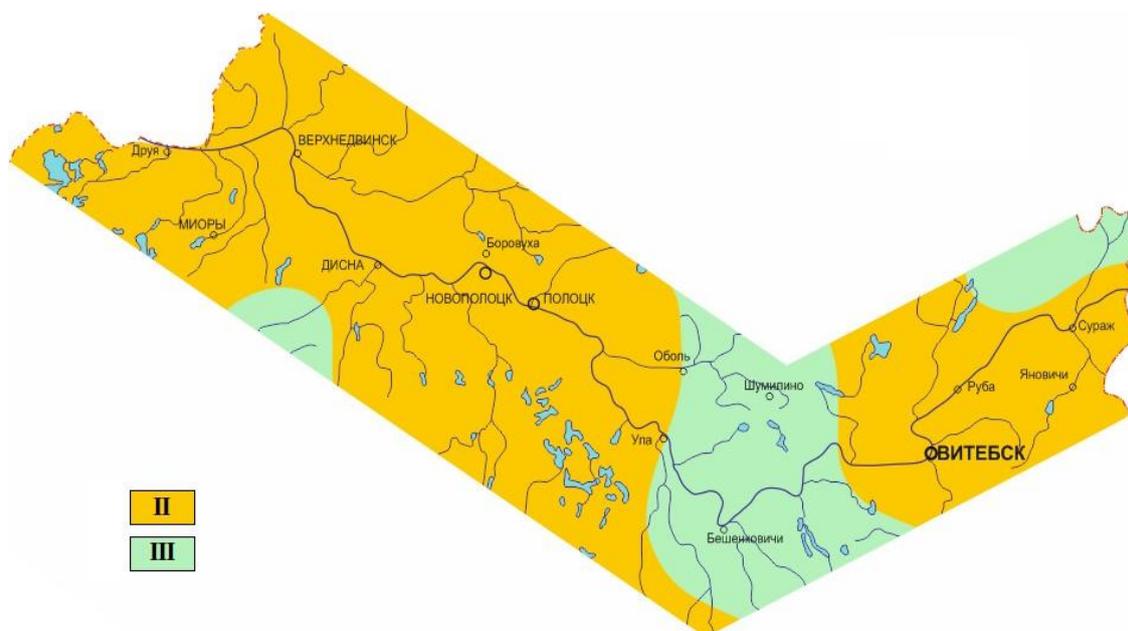
В сложном комплексе природных условий, обуславливающих развитие водно-эрозионных процессов, необходимо учитывать растительный покров. Растительность уменьшает возможности проявления эрозионных процессов или полностью их исключает, она рассеивает кинетическую энергию капель, тем самым снижая на порядок транспортирующую способность поверхностного стока.

Нередко эрозионные процессы тяготеют к населенным пунктам, дорогам, трубопроводам и другим инженерно-коммуникационным сооружениям, что прежде всего связано с нарушением почвенно-растительного покрова и увеличением поверхностного стока за счет оголенности территории и наличия антропогенных источников воды [1].

Из других видов хозяйственной деятельности человека, значительно влияющих на водно-эрозионные процессы, на территории исследования необходимо отметить добычу полезных ископаемых, которая в основном ведется открытым способом. Карьерные разработки значительно удешевляют добычу полезных ископаемых, однако часто приводят к развитию на склонах выработок и горных отвалов оврагов. Особенно интенсивно развиваются такие формы в заброшенных и не рекультивированных карьерах [6].

Кроме того, водная эрозия часто стимулируется водно-хозяйственными работами (на склонах водохранилищ наблюдается в результате подъема уровня грунтовых вод омоложение старых форм линейной эрозии и формирование новых), лесотехническими мероприятиями (сплошная рубка леса, нарушение почвенно-растительного покрова техникой и т.д.), рекреационными и другими видами хозяйственной деятельности. Интенсивное развитие эрозионных процессов связано не с хозяйственной деятельностью человека вообще, а с мероприятиями, не учитывающими закономерности развития рельефа и особенности природных условий территорий, вовлеченных в хозяйственный оборот.

В связи со сложившимися природно-хозяйственными условиями и пространственной дифференциацией форм линейной эрозии, по потенциальным возможностям развития линейной эрозии на территории Беларуси, выделяются три класса земель (рисунок 3), изучаемая территория относится расположена в пределах второго и третьего класса земель [6].



- II – класс низкого и среднего потенциала развития современной линейной эрозии;
III – класс отсутствия потенциала развития современной линейной эрозии

Рисунок 3 – Картограмма оценки потенциала развития форм линейной эрозии долины Западной Двины (масштаб 1 : 1470000)

II класс земель имеет низкий и средний потенциал развития современной линейной эрозии. К этому классу относятся сильноденудированные краевые комплексы в пределах равнин Предполесья, а также краевые ледниковые возвышенности Поозерья. Здесь редко встречаются значительные овражно-балочные системы. Характерны слабо развивающиеся овраги и закрепленные балки длиной до 3 км. Многие эрозионные формы наследуют древние ложбины стока талых вод, лощины. В настоящее время в результате отмирания верховьев малых рек идет процесс их унаследования вторичными эрозионными формами. Эти территории менее подвержены хозяйственной деятельности человека, особенно в Поозерье. Однако там, где идет интенсивное освоение земель, опасность развития линейной эрозии резко возрастает [1, 4, 6].

III класс земель характеризуется отсутствием потенциала развития современной линейной эрозии. Он включает значительные площади в Полесье, низинные и равнинные участки на северо-западе и севере Беларуси. Отсутствие форм линейной эрозии связано с выположенностью рельефа. Лишь на незначительных участках в прибортовых частях речных долин и на террасах могут возникать небольшие промоины и овраги, которые, однако, довольно быстро прекращают свое развитие и зарастают.

Склоны речной долины Западной Двины и некоторых ее притоков подвержены эрозионному расчленению, особенно интенсивно данный процесс проявляется в районах городов Верхнедвинск и Друя. В среднем течении западной Двины отмечается 1 – 2 оврага на один километр длины. Овраги приурочены к уступам второй и первой надпойменных террас и развиваются в пределах спрямленных участков рек [5].

Заболачивание. Около 8 % территории исследования заболочено. Наиболее крупные болотные массивы расположены на месте спущенных озер: Ельня, Освейское, Оболь-2, Журавлиное и др. Геологическое значение процесса выражается в торфообразовании и торфонакоплении. Заболоченные участки приурочены в основном к пойменным террасам, выровненным водоразделам, основаниям пологих склонов, понижениям надпойменных террас. Негативные последствия заболачивания как одного из видов природных опасностей связаны с рядом факторов: разрушение дорожных покрытий и ухудшение проходимости территории; снижение несущей способности грунтов (опоры ЛЭП, трубопроводы и др.); ухудшение качества питьевых вод за счет микробиологического загрязнения и других биохимических процессов; ухудшение качества сельскохозяйственных земель и лесных угодий.

Гравитационные процессы. На исследуемой территории различаются медленное перемещение материала на склонах (крип) и процессы, идущие с высокой скоростью (обвалы, осыпи). Необходимое условие протекания таких процессов – сравнительно крутые склоны (для крипа – более 2°, для оползней, обвалов, осыпей – около 15–20°).

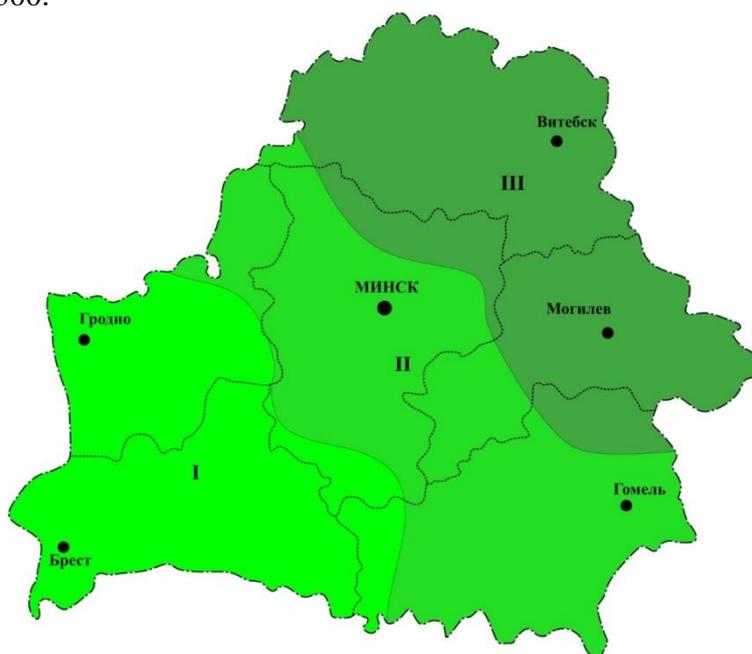
Оползневые явления. Для Белорусского Поозерья, в пределах которого расположена долина Западной Двины, крутизна склонов изменяется в широком диапазоне – для Полоцкой низины ее значения составляют 0,5 – 1,0°, для Витебской возвышенности – 3–7°. Оползневые процессы в пределах территории изучения проявляются на площадях развития овражно-балочных систем, практически во всех карьерах, на некоторых дорожных выемках. Условия развития оползней связаны как с природными, так и с антропогенными факторами [5].

Осыпи, как и оползни, характерны для склонов речных долин и карьеров. Большинство осыпей приурочено к склонам, сложенным песчаными породами. Часто в кровле формируются осыпи, масса которых удерживается за счет сцементированных песков и корней растительности [6]. *Крип* – смещение рыхлого покрова вниз по склону под влиянием периодического изменения объема грунтовой массы, вызываемого колебаниями температуры (температурный крип), попеременным промерзанием и оттаиванием (мерзлотный, или криогенный, крип), набуханием и усадкой глинистой составной части при увлажнении и высыхании (гигрогенный крип, характерный для исследуемой территории).

Эоловые процессы. Геологическая работа ветра состоит из процессов: дефляции, корразии, переноса, аккумуляции [6]. В крутых обрывах (откосах), сложенных породами различной прочности, проявляется избирательный характер работы ветра. Проявления дефляции на Поозерье распространены в основном на распаханных склонах холмов с наветренной стороны.

Суффозия. В пределах изучаемой района на урбанизированных территориях широко развита техногенная суффозия. Основной причиной развития являются утечки из водонесущих коммуникаций (особенно теплопроводных и/или имеющих большой износ), высачивание под большим давлением и аварийные прорывы воды из этих коммуникаций постоянно приводят к размыву, разрушению и выносу вмещающих и перекрывающих их дисперсных грунтов (в том числе грунтов засыпки) и деформациям расположенных над ними объектов городского хозяйства. Суффозия, происходящая в грунтах отсыпки, зачастую приводит к деформациям тротуаров, лестниц, отмосток. Суффозия отмечается также в пределах засыпанных больших оврагов, поскольку они продолжают служить естественными дренами.

Достаточно широко развито **морозное пучение**. Происходит оно за счет объемных деформаций глинистых, пылеватых мелкопесчаных грунтов при их замерзании (объем грунта увеличивается на 10 – 20 %) и проявляется, преимущественно, в виде деформаций асфальтового покрытия, а также зданий и сооружений. Большое влияние на глубину промерзания грунтов оказывает их состав. Согласно схеме районирования Беларуси по глубине промерзания грунтов, территория изучения относится к III району [2]: Северо-Восточному (рисунок 4), характеризующийся следующими параметрами – средняя многолетняя глубина промерзания грунтов 60 – 75 см и сумма градусо-дней мороза 1000 – 1300.



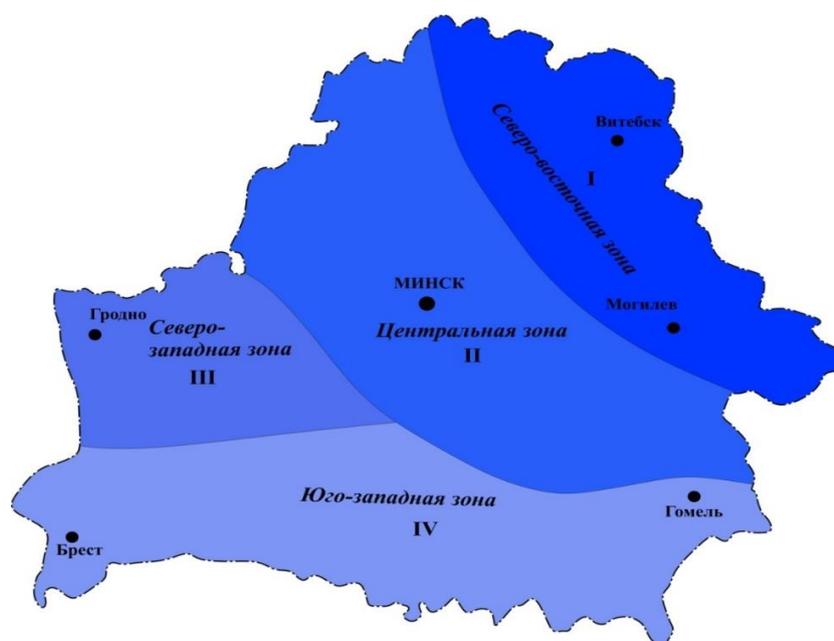
Условные обозначения:



Рисунок 4 – Картосхема районирования Беларуси по глубине промерзания грунтов (составлено автором по данным [2]), масштаб 1 : 5130000

Для территории Беларуси средняя скорость промерзания грунтов составляет 1,3 – 2,1 см/сут, а оттаивания – 2,3 – 4,0 см/сут, эти параметры зависят от типа грунта и степени его уплотнения. Так, песчаные грунты обладают малой поверхностной энергией, они промерзают без образования ледяных линз; пылеватые грунты обладают значительной поверхностной энергией и небольшим сопротивлением подъему воды, поэтому в них происходит интенсивное накопление влаги с образованием ледяных линз при промерзании; глинистые грунты обладают огромной поверхностной энергией и большим сопротивлением перемещению воды в порах, поэтому скорость перемещения в них небольшая. При отрицательных температурах они не успевают промерзнуть быстрее, чем вода поднимается в активную зону.

Пучение зависит от климатических, грунтовых и гидрологических условий. Учитывая вышеизложенное, а также то, что глубина промерзания грунтов играет важную роль в процессе пучинообразования, территорию Беларуси можно разделить на четыре зоны (рисунок 5) по условиям пучинообразования, территория исследования расположена в пределах I зоны – Северо-Восточная, которая характеризуется продолжительной зимой около 120 суток, устойчивым снежным покровом, стоящим 100–120 дней. Оттепелей сравнительно мало [2]. Промерзание грунта начинается в конце октября – начале ноября, а оттаивание – в конце марта – начале апреля. Средняя многолетняя отрицательная температура воздуха – 7 °С – 8 °С. Количество осадков – примерно 600 мм [2].



Условные обозначения:

	Северо-Восточная зона		Северо-Западная зона
	Центральная зона		Юго-Западная зона

Рисунок 5 – Картосхема зонирования территории Беларуси по условиям пучинообразования (составлено автором по данным [2]) масштаб 1 : 4700000

Так, включения органики значительно уменьшают глубину промерзания, а понижение уровня грунтовых вод, удаление снежного покрова и другие процессы увеличивают глубину промерзания. Однако неглубокое залегание грунтовых вод способствует подтоку влаги к фронту промерзания, что активизирует процесс пучения.

Таким образом, в пределах долины Западной Двины развиваются и проявляются различные инженерно-геологические процессы, которые могут оказать негативное влияние

на природные и техногенные инженерные сооружения. Так, в результате длительного развития эрозионного процесса могут наступать ситуации, угрожающие устойчивости и нормальной эксплуатации инженерных сооружений. Также необходимо проводить противоэрозионные мероприятия, направленные на защиту почвенного покрова: организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические. Особое внимание необходимо уделять предотвращению нарушения устойчивости склонов в результате проявления оползневых процессов. К мероприятиям по предотвращению развития оползневых процессов относятся: запрещение подрезки оползневых склонов и сооружение на них всякого рода выемок, недопущение различного рода подсыпок, запрещение строительства на склонах, запрещение неконтролируемого полива земельных участков, дренирование подземных вод, регулирование поверхностного стока, защита берегов от размыва, изменение физико-механических свойств грунтов склонов и прочее. Защита от суффозии осуществляется с помощью противосуффозионных инженерных мероприятий: архитектурно-планировочные решения, позволяющие на основе предварительных оценок избегать застройки суффозионно опасных участков, применение осд²*/обых конструктивных элементов зданий и сооружений, обеспечивающих их надежную эксплуатацию и прочее.

Необходимо применять комплекс мер с целью оценки территорий по степени благоприятности их использования в инженерном освоении.

Список литературы

1 Галкин А.Н. Инженерная геология Беларуси: монография: в 3 ч. / А.Н. Галкин, А.В. Матвеев, А.И. Павловский, А.Ф. Санько. – Витебск : ВГУ им. П.М. Машерова, 2017. – 452 с.

2 Глубина промерзания грунтов – важнейший фактор водно-теплового режима земляного полотна: <http://mognovse.ru/qmn-glubina-promerzaniya-gruntov-vajnejshij-faktor-vodno-teplo.html>. – Дата доступа 14.10.2018

3 Мележ, Т.А. Ранжирование инженерно-геоморфологических процессов в пределах крупных речных долин Беларуси / Т.А. Мележ // Геология в развивающемся мире: сборник научных трудов (по материалам X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых). В 2-х томах. Ответственный редактор Р.Р. Гильмутдинов. 2017. – С. 140–142.

4 Павловский, А.И. Особенности инженерно-геологических условий долины реки Западная Двина в пределах Беларуси / А.И.Павловский, А.Н. Галкин, Т.А. Мележ // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2016. – № 1. – С. 136–143.

5 Павловский А.И. Закономерности проявления эрозионных процессов на территории Беларуси / А.И. Павловский. – Минск : Навука і тэхніка, 1994. – 102 с.

Д.С. НЕСТЕРОВ, В.А. КОРОЛЕВ

МИКРОСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ПРИ ЭЛЕКТРООСМОСЕ

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Российская Федерация
dsnesterovmsu@gmail.com, va-korolev@bk.ru*

В настоящее время и в России, и в Беларуси объемы строительства постоянно увеличиваются, а инженерные сооружения усложняются. В связи с этим часто приходится осваивать территории с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями, в частности с водонасыщенными или загрязненными глинистыми грунтами.

Наиболее эффективным способом осушения и очистки подобных грунтов является электроосмотический [3]. При электроосмосе в глинистом грунте происходят различные преобразования свойств и структуры, что оказывает влияние на сооружение [5]. В связи с этим нами были проведены исследования изменений микроструктуры глинистых грунтов в ходе электроосмоса.

В качестве объектов исследования были использованы широко распространенный на территории России и Беларуси покровный суглинок московского оледенения (Москва) и элювиальная глина из Украины – глуховецкий каолин (Глуховцы, Украина). Из этих грунтов были приготовлены пасты при влажности верхнего предела пластичности. Затем глинистые пасты подвергались обработке электроосмосом в ячейке открытого типа. После обработки из различных точек образца брались пробы для исследования под растровым электронным микроскопом (РЭМ) и седиментационного анализа, такие же пробы брались из исходной пасты.

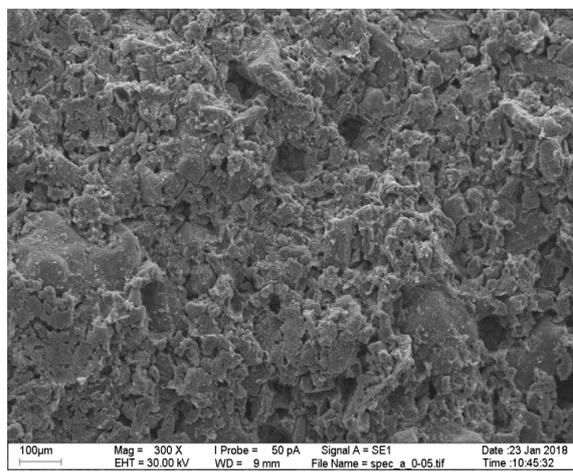
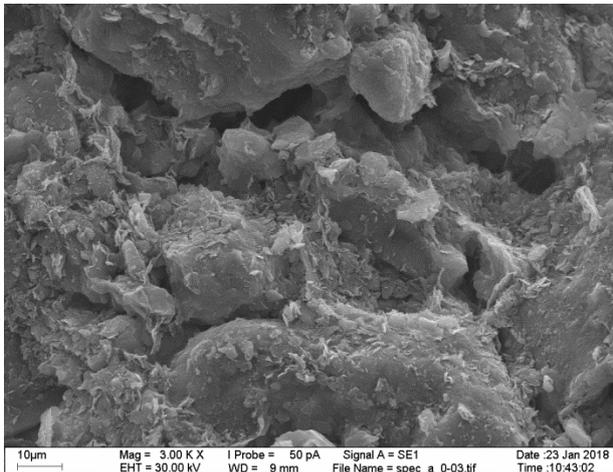
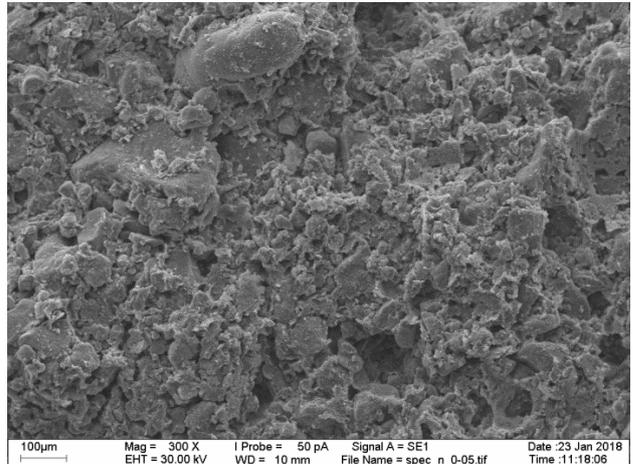
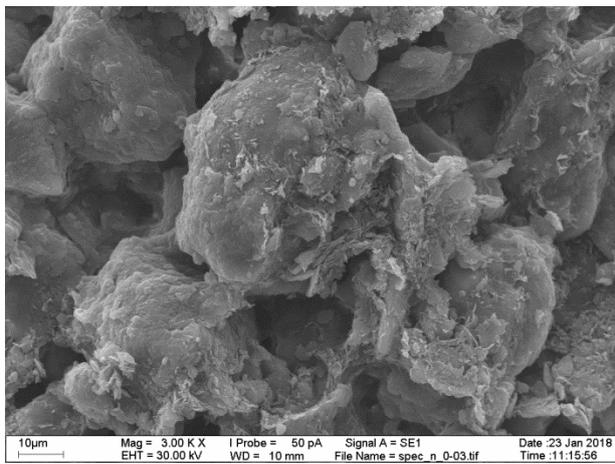
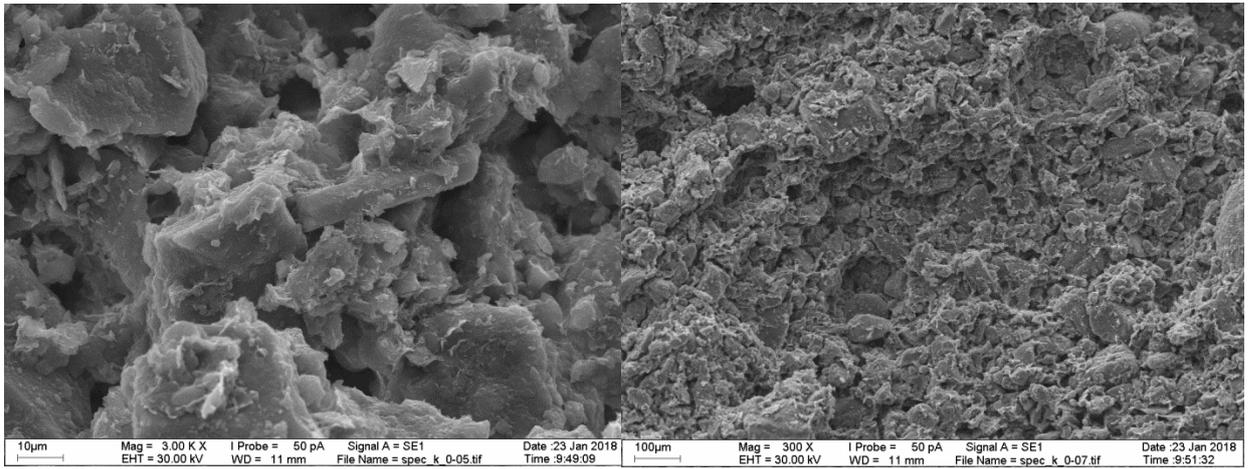
Электроосмотическая обработка приводит к значительному изменению микроструктуры глинистых грунтов в пространстве между анодом и катодом относительно исходной (рисунок 1, 2). Так, например, на полученных с помощью электронного микроскопа РЭМ-изображениях покровного суглинка видно, что у анода, где формируется кислая среда, происходит уменьшение размера некоторых крупных частиц, возможно, плагиоклазов и карбонатов вследствие частичного растворения, а также происходит агрегация мелких глинистых частиц. В катодной зоне, в щелочной среде, также происходит агрегация частиц (рисунок 1).

Похожим образом происходит изменение микроструктуры и у каолина. При этом на снимках в масштабе 1 см: 100 мкм отчетливо видно, что в катодной и анодной зонах каолина происходит закрытие крупных пор, которые присутствовали в исходном грунте. В целом, от анода к катоду уменьшается плотность и агрегированность микроструктуры, растет пористость.

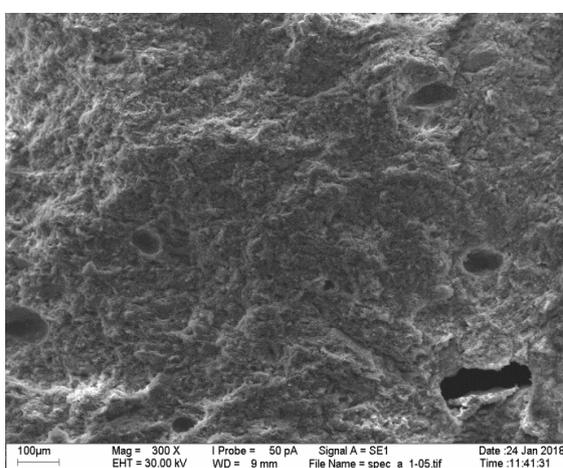
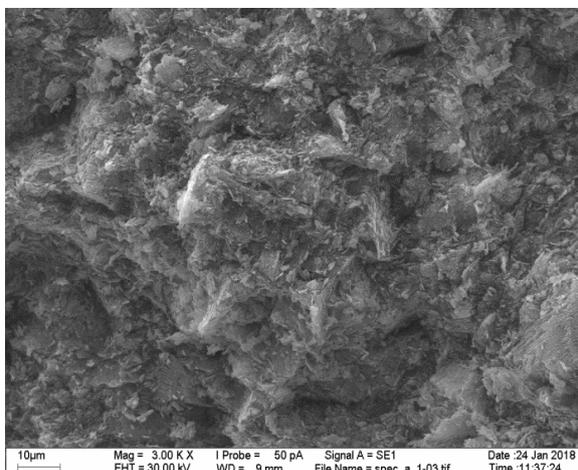
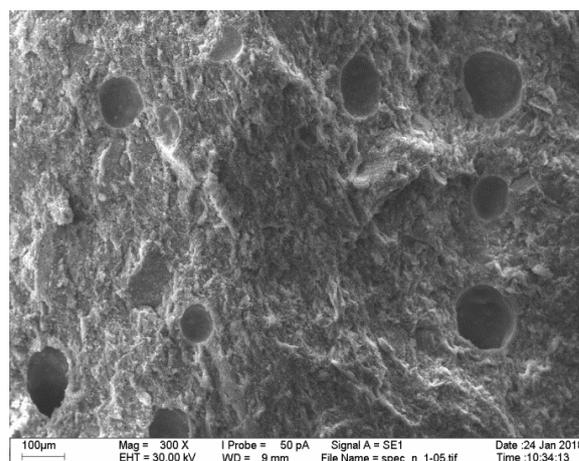
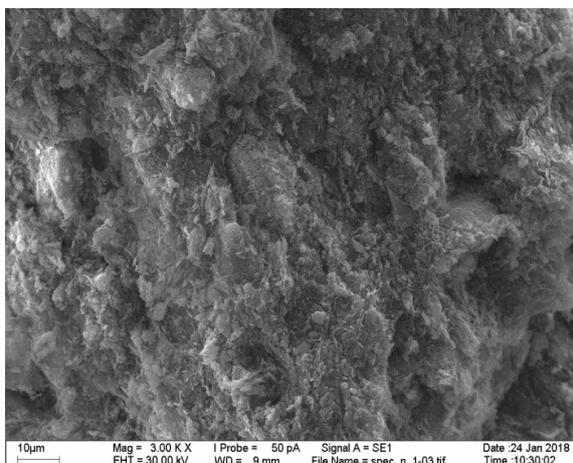
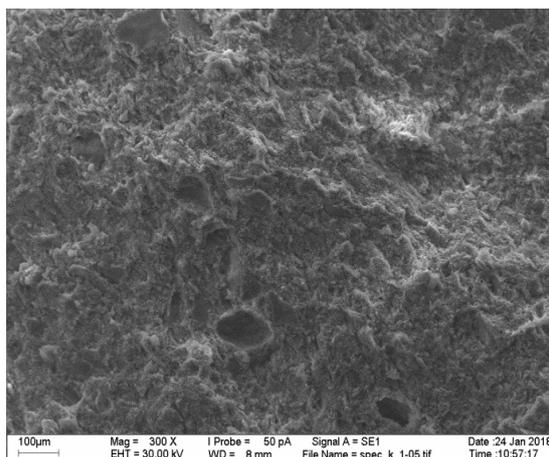
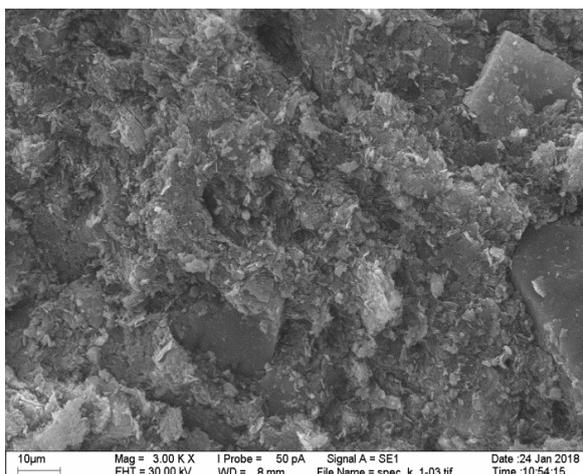
Для уточнения влияния градиента рН, формирующегося в межэлектродном пространстве в ходе электроосмоса, на микроструктуру также нами был выполнен седиментационный анализ. Седиментационный анализ проводился для выявления закономерностей взаимодействия частиц глинистых грунтов в свободных (не стесненных) условиях осаждения частиц (рисунок 3).

В суспензиях суглинка крупные частицы кварца и плагиоклазов быстро оседают, а во взвеси остаются преимущественно глинистые частицы (рисунок 3а). Кроме того, седиментация происходит быстрее в суспензиях с $pH=1,9$ и $pH=11,4$, что, вероятно, связано со сжатием ДЭС частиц суглинка и уменьшением сил ионно-электростатического отталкивания в условиях возросшей ионной силы раствора.

Также высокая скорость седиментации наблюдается в суспензии с $pH=6,5$, т.к., вероятно, при данной величине pH в суспензии присутствуют отрицательно и положительно заряженные частицы в примерно равных долях, что приводит к формированию микроагрегатов с контактами типа «базис-скол» при средней относительно малой величине ζ -потенциала. Медленнее всего происходила седиментация суспензий с $pH=6,2$ и $pH=7,6$ (с величинами pH начального раствора $pH=4,1$ и $pH=10,1$ соответственно). Наибольшие величины относительного седиментационного объема характерны для суспензий с $pH=1,9$ и $pH=6,5$. Частицы суглинка в суспензии с $pH=1,9$ слагают крупные рыхлые микроагрегаты с контактами типа «базис-базис», что и приводит к образованию рыхлого осадка. В суспензии с $pH=6,5$ образование неплотного осадка также может быть связано с формированием структуры «карточного домика» с преобладающим типом контактов «базис-скол» [2].



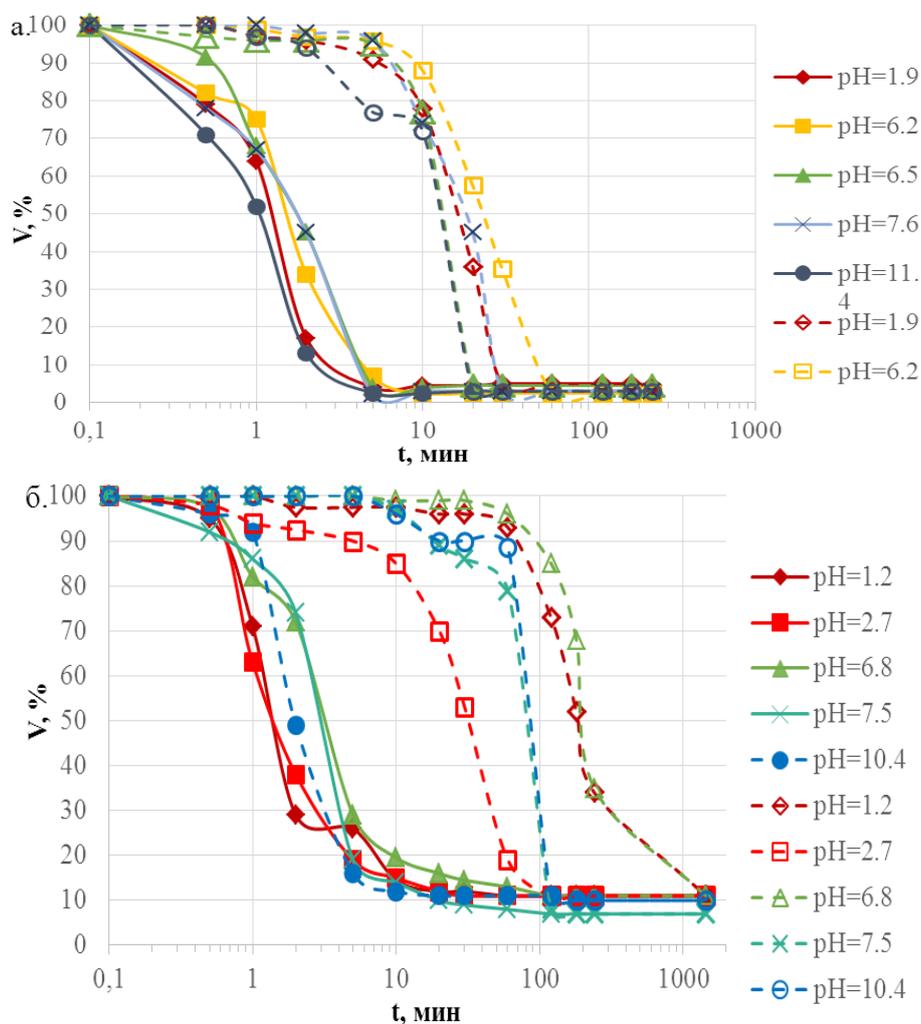
**Рисунок 1 – РЭМ-изображения микростроения покровного суглинка
(i – исходный грунт; после электроосмотической обработки:
a – анодная зона, c – катодная зона)**



**Рисунок 2 - РЭМ-изображения микростроения глуховецкого каолина
(i – исходный грунт; после электроосмотической обработки:
а – анодная зона, с – катодная зона)**

Также высокая скорость седиментации наблюдается в суспензии с $pH=6,5$, т.к., вероятно, при данной величине pH в суспензии присутствуют отрицательно и положительно заряженные частицы в примерно равных долях, что приводит к формированию микроагрегатов с контактами типа «базис-скол» при средней относительно малой величине ζ -потенциала. Медленнее всего происходила

седиментация суспензий с $pH=6,2$ и $pH=7,6$ (с величинами pH начального раствора $pH=4,1$ и $pH=10,1$ соответственно). Наибольшие величины относительного седиментационного объема характерны для суспензий с $pH=1,9$ и $pH=6,5$. Частицы суглинка в суспензии с $pH=1,9$ слагают крупные рыхлые микроагрегаты с контактами типа «базис-базис», что и приводит к образованию рыхлого осадка. В суспензии с $pH=6,5$ образование неплотного осадка также может быть связано с формированием структуры «карточного домика» с преобладающим типом контактов «базис-сколл» [2].



а – покровного суглинка, б – глуховецкого каолина (сплошная линия – гель/осадок для каолина, концентрированная суспензия/осадок для каолина; прерывистая линия – суспензия)

Рисунок 3 - Изменение относительного седиментационного объема суспензий глинистых грунтов во времени

В кислых и щелочных суспензиях глуховецкого каолина седиментация происходит в 2 этапа: осаждение геля, формирующего основной объем осадка, и осаждение оставшихся частиц из суспензии (рисунок 2б). Быстрее всего происходила седиментация суспензии с $pH=2,7$, близкой к точке нулевого заряда ($p.z.c.$) частиц глуховецкого каолина ($p.z.c. \approx 2,2$) [4]. При этом pH большая часть частиц не заряжена, а доли частиц с положительным и отрицательным зарядами равны. Вследствие этого каолиновые частицы вступают в физико-химические взаимодействия, что приводит к образованию гелеобразного осадка и ускоряет их осаждение. Медленнее происходит

седиментация в суспензиях с $pH=1,6$ и $pH=10,4$ (с величинами pH исходных растворов $pH=1,2$ и $pH=11,5$). В этих суспензиях с высокой ионной силой (0,15 и 0,06 моль/л соответственно) происходит сжатие ДЭС вокруг частиц и образование крупных и рыхлых агрегатов с контактами типа «базис-базис» [1]. Такие агрегаты медленно осаждаются ввиду вязкого сопротивления жидкости [2]. Суспензия с величиной $pH=7,4$ (исходная величина $pH=10,1$) оседает с промежуточной скоростью, для нее характерен наименьший конечный относительный объем. Наиболее медленно частицы каолина оседают в суспензии, приготовленной на 0,01 н растворе $CaCl_2$ при $pH=6,4$.

Таким образом, седиментационный анализ подтверждает данные электронно-микроскопических исследований, которые свидетельствуют о существенном изменении микроструктуры грунтов в межэлектродном пространстве при электроосмосе в результате изменения pH , что приводит к формированию более плотной и менее пористой структуры у каолина, в то время как в строении суглинка после электроосмоса присутствуют довольно крупные поры.

Работа была выполнена на оборудовании, приобретенном в рамках «Программы развития Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова». Авторы также выражают благодарность профессору Соколову В.Н. и с.н.с. Чернову М.С. за предоставленную возможность работы на оборудовании.

Список литературы

- 1 Взаимодействие глинистых и лессовых пород с концентрированными щелочными растворами / Р.И. Злочевская, Ф.Е. Волков, Т.Г. Макеева и др. // Инженерная геология. 1990. – № 2. – С. 33–51.
- 2 Злочевская, Р.И. Электроповерхностные явления в глинистых породах / Р.И. Злочевская, В.А. Королев. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 177 с.
- 3 Королев, В.А. Теория электроповерхностных явлений в грунтах и их применение / В.А. Королев. – М. : ООО «Сам полиграфист», 2015 – 468 с.
- 4 Korolev, V.A.; Nesterov D.S. Regulation of clay particles charge for design of protective electrokinetic barriers. // Journal of Hazardous Materials. – 2018, 358. – 165–170.
- 5 Pamucku, S. Electrochemical transport and transformations. In: Electrochemical Remediation Technologies for Polluted Soils, Sediments and Groundwater; // Reddy, K.R.; Cameselle, C., Eds.; A John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey, 2009. – 29–64.

В.С. РУДЬКО¹, Т.А. МЕЛЕЖ²

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПЛОЩАДКЕ ИЗЫСКАНИЙ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО 18–ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПО УЛИЦЕ СОЖСКОЙ, 5 В ГОРОДЕ ГОМЕЛЕ

¹РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть,
Гомель, Беларусь

vyacheslavrudko@yandex.ru

²УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,

г. Гомель, Республика Беларусь,

tatyana.melezh@mail.ru

Площадка изысканий расположена по ул. Сожской, 5 в городе Гомеле, расположен на II надпойменной террасе р. Сож, вблизи бровки склона с относительной высотой уступа 8,0-10,5 м. Склон крутой 50-60 градусов, задернован и залесен, обрушений и следов эрозии не выявлено. В геологическом строении участка изысканий до

разведанной глубины 25,00 м принимают участие [1]:

- техногенные (искусственные) отложения (tIV) голоценового горизонта.
- флювиогляциальные надморенные отложения (fIIsžS) сожского горизонта.
- моренные отложения (gIIId) днепровского горизонта.
- флювиогляциальные межморенные отложения (fIbr-IIId).
- отложения харьковской свиты палеогена (P3hr).

Техногенные (искусственные) отложения голоценового горизонта представлены насыпными грунтами. Цвет отложений темно-серый. Вскрытая мощность отложений: от 1,60 м до 4,40 м.

Аллювиальные отложения поозерского горизонта представлены песками пылеватыми, супесями. Цвет отложений светло-желтый. Вскрытая мощность отложений: 1,30 м.

Моренные отложения днепровского горизонта представлены супесями. Цвет отложений бурый. Вскрытая мощность отложений: от 2,20 м до 6,40 м.

Флювиогляциальные межморенные отложения представлены песками средними. Цвет отложений желтый. Вскрытая мощность отложений: от 9,50 м до 9,90 м.

Отложения харьковской свиты палеогена представлены алевритами. Цвет отложений голубовато-зеленый. Вскрытая мощность отложений: от 6,20 м до 6,50 м.

Анализ результатов исследований с учетом возраста, происхождения, номенклатурного вида и состояния грунтов в сочетании с результатами зондирования позволяют выделить в пределах площадки изысканий 8 инженерно-геологических элементов (ИГЭ) [1]:

Техногенные (искусственные) отложения голоценового горизонта (tIV)

ИГЭ – 1 Насыпной грунт

Флювиогляциальные надморенные отложения сожского горизонта (fIIsžS)

ИГЭ – 2 Супесь средней прочности

ИГЭ – 3 Песок пылеватый средней прочности

Моренные отложения днепровского горизонта (gIIId)

ИГЭ – 5 Супесь моренная средней прочности

ИГЭ – 6 Супесь моренная прочная

ИГЭ – 7 Супесь моренная очень прочная

Флювиогляциальные межморенные отложения (fIbr-IIId)

ИГЭ – 9 Песок средний прочный

Отложения харьковской свиты палеогена (P3hr)

ИГЭ – 10 Алеврит

Согласно инженерно-геологическим изысканиям, проведенным на участке исследования площадка характеризуется 2 категорией сложности инженерно-геологических условий, а именно:

Геоморфологические условия – площадка (участок) в пределах нескольких геоморфологических элементов одного генезиса. Поверхность наклонная, слабо расчлененная.

Геологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой – не более четырех различных по литологии слоев, залегающих наклонно или с выклиниванием. Мощность изменяется закономерно. Существенное изменение характеристик свойств грунтов в плане или по глубине. Скальные грунты имеют неровную кровлю и перекрыты нескальными грунтами.

Гидрогеологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой – два и более выдержанных горизонтов подземных вод, местами с неоднородным химическим составом или обладающих напором и содержащих загрязнение.

Геологические и инженерно-геологические процессы, отрицательно влияющие на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений – имеют ограниченное распространение и (или) не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов

Специфические грунты в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой – имеют ограниченное распространение и (или) не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений, строительство и эксплуатацию объектов.

Техногенные воздействия и изменения освоенных территорий – не оказывают существенного влияния на выбор проектных решений и проведение инженерно-геологических изысканий

Проанализировав данные полевых и лабораторных исследований, были установлены основные осложняющие факторы, которые могут встретиться при строительстве и эксплуатации объекта, одни из которых: возможность активизации эрозионных процессов на склоне при его нарушении механизмами, неорганизованными потоками воды, а также дождевыми и тальными водами; большая мощность насыпного грунта, неоднородность его состава, плотности сложения и сжимаемости; присутствие в сжимаемой толще грунтов, обладающих различными прочностными и деформационными характеристиками; возможное появление верховодки в различных частях толщи насыпного грунта и в подстилающем песке на кровле супеси и суглинка.

Основную инженерно-геологическую опасность для проектируемого инженерного сооружения представляет водная эрозия и ее воздействие.

Водная эрозия возникает из-за постоянного контакта с водой, повышенной влажности воздуха, выветривания и приводит к тому, что происходит постепенное разрушение грунтов и строительных конструкций, поэтому необходимо проводить защитные мероприятия с территориальным благоустройством и сохранением в целостности инженерных конструкций и сооружений. Эти меры включают такие мероприятия как:

- лесомелиоративные мероприятия (защитные и водорегулирующие лесные насаждения на оврагах, балках и т. д.); особо важную роль в защите грунтов от эрозии играет растительный покров. Корни растений надежно закрепляют почву, лесополосы снижают скорость ветра, кроме того растительность способствует усилению биологической активности почвы;

- гидротехнические сооружения, предотвращающие размыв слоя грунта и откосов отвала (устройство каналов, валов, террас, сооружение водотоков и т. п.).

- применение геосинтетических материалов, одним из которых являются геоматы – сдерживают грунт от разрушения и осыпания, в то же время свободно пропускают воду, укрепляют существующий слой дерна или создают условия для его роста за счет большого количества пустот в материале. Маты способны сдерживать даже мельчайшие частички грунта.

Таким образом, инженерно-геологические условия участка изысканий условно благоприятны для строительства, но можно выделить ряд осложняющих факторов:

- возможность встречи при строительстве старых фундаментов, выгребных ям, колодцев, погребов;

- возможность активизации эрозионных процессов на склоне при его нарушении механизмами, неорганизованными потоками воды, а также дождевыми и тальными водами;

- большая мощность насыпного грунта, неоднородность его состава, плотности сложения и сжимаемости;

- присутствие в сжимаемой толще грунтов, обладающих различными прочностными и деформационными характеристиками;

- возможное появление верховодки в различных частях толщи насыпного грунта и в подстилающем песке на кровле супеси и суглинка.

Список литературы

- 1 Фондовые материалы. Отчет об инженерно-геологических изысканиях. Гомель, 2016. – 13 с.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ
СООРУЖЕНИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ
ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Башкирский государственный университет,
г. Уфа, Российская Федерация
roza-rugoza@mail.ru*

Территория Республики Башкортостан известна разнообразием карста и широким его распространением в равнинно-платформенной и горно-складчатой областях. Наибольшее развитие он имеет на западном склоне Южного Урала и в Башкирском Предуралье. Карстующиеся сульфатные и карбонатные отложения пермского, карбонского и девонского возраста во многих местах выходят на поверхность, либо залегают на небольшой глубине, создавая характерные формы наземного и подземного карстового рельефа в виде: западин, воронок и озер, оврагов, блюдцев, суходолов, пещер, провалов, и других.

Одним из самых удивительных проявлений карста являются пещеры. Пещера – это то, что представляет собой подземную полость, имеющую вход и размеры, достаточные для проникновения человека, заполненную в разной степени естественным или искусственным, органическим или неорганическим веществом в различных агрегатных состояниях. Пещера собой особый природный комплекс. На территории Республики Башкортостан насчитывается около 800 карстовых пещер, например - пещера Сумган, Капова пещера, Карламанская пещера, Заповедная пещера, Охлебининская пещера, Пещера Куэшта и другие не менее удивительные явления карста.

Карст – это природные и техногенные процессы, созданные ими формы наземного и подземного рельефа, обязанные своим происхождением растворяющему действию воды на горные породы, к которым относятся известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, каменная и калийная соли, мергели, известковые загипсованные песчаники, мел и др.

По характеру рельефа местности, а также условиям залегания карстующихся пород различают три типа карста:

- 1) равнинный, который располагается на практически горизонтальной основе залегания карстующихся пород;
- 2) горный, который располагается на сильно дислоцированном субстрате;
- 3) равнинный, который располагается на складчато-глыбовой основе.

По составу карстующихся пород выделяются классы сульфатного, карбонатного и сульфатно-карбонатного карста.

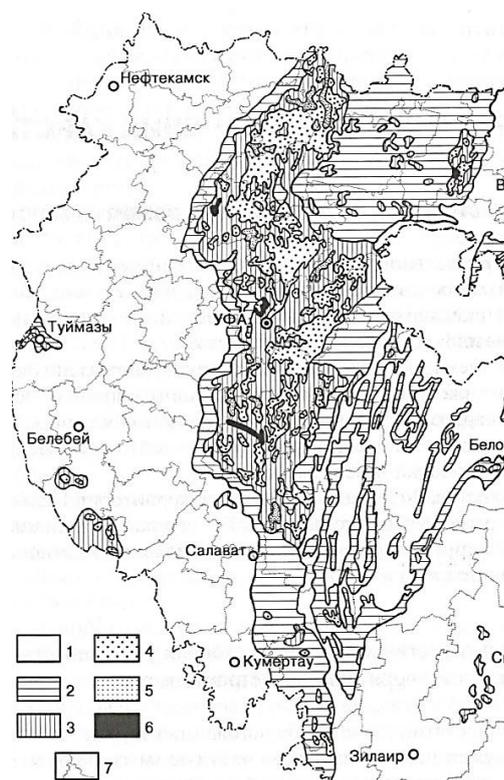
По степени перекрытости карстующихся пород и характеру покрова различаются следующие подклассы:

- закрытого (покрытого) или подэлювиально-делювиального;
- голого карста;
- перекрытого или подаллювиального.

На карте распространности карста, разработанной А.И.Смирновым, видна протяженность карста по территории Башкортостана с севера до юга. На севере карст доходит до Пермского Края, а на юге – до Оренбургской области и имеет свое продолжение и на этих территориях (рисунок 1).

Главными полезными ископаемыми карстогенных коллекторов Башкортостана являются: газ, уголь, железные и марганцевые руды, хозяйственные, питьевые, минеральные лечебные и промышленные воды, бокситы, фосфориты, нефть, огнеупорные глины, маршаллиты, кварцевые пески.

Проектирование и строительство на закарстованных территориях Республики Башкортостан началось с 70-х годов XX столетия. Наличие на территории Башкортостан двух видов карстующихся отложений, значительно осложняет проведение строительных работ. При возведении сооружений необходимо на протяжении всех стадий проектно-изыскательских работ учитывать степени устойчивости закарстованных территорий. Одним из самых эффективных направлений в освоении таких территорий, является техническая мелиорация оснований, которая применяется в комплексе с противокарстовыми мероприятиями. Особую опасность представляют карстовые и суффозионно-карстовые процессы в гипсах, которые ведут к образованию карстовых провалов и деформации объектов [1].



1 – площади с отсутствием поверхностных карстопоявлений. Площади с пораженностью поверхностных карстопоявлений: 2–менее 2 %; 3 от 1 до 5 %; 4 от 5 до 15 %; 5 от 15 до 25 %; 6–более 25%. 7 – границы административных районов

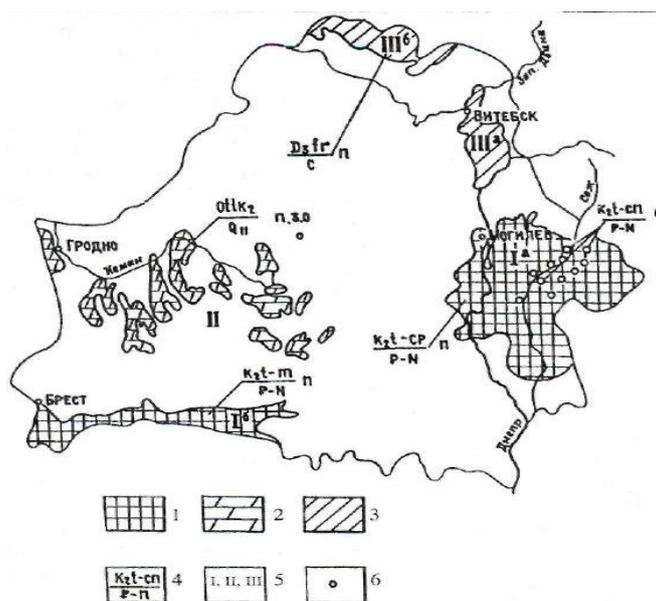
Рисунок 1 – Пораженность территории Республики Башкортостан поверхностными проявлениями карста А.И. Смирнов

2 апреля 1996 Госстрой Республики Башкортостан утвердил следующий нормативный документ, регламентирующий строительство на закарстованных территориях – «ТСН 302-50-95 Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях. Республика Башкортостан». Через закарстованные зоны также происходят прокладки многочисленных трасс для транспортировки газа, нефти и нефтепродуктов. Оценка вероятности возникновения карстовых провалов и их максимального размера, является необходимой при строительстве трубопроводов. Если же эти показатели оказываются велики, то необходим обход такой зоны. Эта проблема наравне со строительством сооружений является актуальной для Республики Башкортостан, так как на ее территории находится около 200 открытых месторождений нефти и газа, которые нуждаются в транспортировке. В Республике

Башортостан карст широко изучен такими учеными как Р.Ф. Абдрахманов, В.И. Мартин, А.И. Травкин и другими.

Карстовые явления в Республики Беларуси, в отличие от Республики Башкортостан, приурочены к карбонатным породам девонского и мелового возраста – мелу, известнякам и доломитам. Карстовые образования представлены в виде воронок, котловин, оврагов, колодцев. Они встречаются в виде единичных углублений, иногда группируются в цепочки или размещаются беспорядочно. Эти углубления заполнены кварцевыми песками, бурым углем, глинами, терригенным материалом. В пределах Беларуси обычно проявления палеокарста связаны с верхнемеловыми образованиями, сложенными преимущественно однородной толщиной мергельно-меловых пород. Толщина этих пород около 30 – 90 м, а на западе и юго-востоке республики достигает 170 – 260 м, и с зонами выщелачивания верхней соленосной девонской толщи. Наиболее мощный их покров на севере и на повышенных участках рельефа. Он достигает до 150 – 250 м; на равнинах мощность – 50 – 100 м, уменьшается в Полесье и на левобережье Днепра до 20 – 30 м. Даже не смотря на значительно мощный покров четвертичных отложений, карстующиеся породы в ряде мест выходят на поверхность в виде меловых отторженцев или в коренном залегании.

На севере Беларуси закарстованная толща девона в ряде мест вскрывается долинами Западной Двины и Днепра или залегает неглубоко от поверхности. Меловые породы заключены в четвертичные отложения и выходят на поверхность средней части Беларуси в долинах рек.



1- верхнемеловые отложения турон-коньякского, турон-компанского, турон-ма-астрикского ярусов в коренном залегании, представленные мергельно-меловыми породами с глубиной залегания до 20 и 50 м;

2- верхнемеловые отторженцы в конечно-моренных образованиях, представленные мергельно-меловыми породами;

3- доломиты франского яруса с глубиной залегания до 20 и 50 м;

4- в числителе - возраст карстующих пород, в знаменателе - возраст ранних карстовых проявлений;

5- карстовые районы и подрайоны;

6- открытые карстовые формы.

**Рисунок 2 – Схема распространения карста на территории Беларуси
Колпашникова**

В Республике Беларусь в отличие от Республики Башкортостан не развиты карстовые пещеры.

В районах распространения меловых пород в Беларуси следует учитывать возможность развития карстовых и суффозионно-карстовых явлений. К неблагоприятным условиям, которые могут привести к появлению или активизации карста, следует отнести следующее: наличие напоров в мергельно-меловой толще; наличие «гидрогеологических окон» в четвертичных отложениях, покрывающих меловые породы; большие коэффициенты фильтрации меловых и других карбонатных отложений; наличие мощных древних эрозионных врезов, имеющих неоднородные фильтрационные характеристики, и местами прорезающих региональный водоупор; наличие палеокарста.

Эти и некоторые другие особенности районов развития мелового карста сформировали сложную гидродинамическую систему, которая даже при незначительных изменениях таких как водоотведение, утечки из коммуникаций, водозабор, нарушение водоупоров, нарушение поверхностного стока, увеличение нагрузки и другие, может создавать условия для развития или активизации карстовых и карстово-суффозионных явлений.

При строительстве крупных промышленных объектов надо учитывать возможность развития карстовых процессов. Наименее изучен с инженерно-геологической точки зрения карст мела, который является чувствительным к внешнему воздействию. Это может быть связано с изменениями химического состава и растворяющей способностью воды, а также с увеличением гидравлических градиентов подземных вод, когда уже начинаются карстово-суффозионные явления. Учитывать надо и то, что при замачивании резко меняются прочностные характеристики мела. Мел может разжижаться под действием вибрационных и низкочастотных нагрузок. В природном меле известно также явление ползучести, то есть длительных и медленно развивающихся во времени деформаций без изменения приложенных сил. Эти явления могут усилить негативное влияние карстовых процессов. Даже незначительные просчеты при строительстве в районах меловых пород показывает, что в дальнейшем, это приводит к крайне тяжелым последствиям, а также к увеличению стоимости и сроков строительства. При прокладывании трубопроводов на территории Беларуси высока опасность карстового инженерно-геологического процесса, который проявляется в оседании и проседании земной поверхности. Все это не безопасно при функционировании магистральных трубопроводов, которые также проходят по территории Беларуси, где функционирует около 60 нефтяных месторождений.

Исходя из всего выше сказанного, в целях предотвращения негативных последствий при строительстве на закарстованных территориях, необходимо начать систематическое изучение древнего и современного карста мела Беларуси. Необходимо разработать систему карстомониторинга и научиться давать оценку карстоопасности потенциальных участков строительства всех объектов [2].

Список литературы

- 1 Карст Башкортостана : [Монография] / [Р.Ф. Абдрахманов, В.И. Мартин, В.Г. Попов и др.] ; Рос. акад. наук. Уф. науч. центр, Ин-т геологии. – Уфа, 2002 – 382 с.
- 2 Максимович, Н.Г. О необходимости учета развития мелового карста при строительстве крупных объектов в Беларуси / Н.Г. Максимович, М.С. Первовав // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3(24).

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ С РЕЗУЛЬТАТАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ДРУГИМИ МЕТОДАМИ

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
Ota1945@mail.ru

Инженерно-геологические изыскания были выполнены УП «Геосервис» в августе-сентябре 2015 г. на основании договора № 479/09 [1]. Цель изысканий – получение исходных данных для расчета оснований проектируемых зданий.

В процессе проведения инженерно-геологических изысканий изучению подлежали грунты как основания фундамента, заключенные в грунтах подземные воды, различные физико-геологические процессы во всех формах их проявления. Для определения их характеристик применялись полевые и лабораторные методы.

Для выделения инженерно-геологических элементов, оценки прочностных и деформационных свойств грунтов, выполнено статическое зондирование (СЗ) в 2 точках наблюдения [6]. Точки статического зондирования располагались в 1,5 – 2,0 м от скважин [1].

Основным документом, регламентирующим проведение испытаний статическим и динамическим зондированием, является ГОСТ 19912-2012 «Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием» [2].

Статическое зондирование представляет собой процесс вдавливания зонда в грунт с постоянной скоростью и одновременным измерением показателей сопротивления грунта. Регистрируемые параметры – удельное сопротивление под конусом зонда (лобовое сопротивление) q_c , МПа и удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности зонда (боковое сопротивление) f_s , кПа [3].

Статическое зондирование производилось установкой «GeoMill», с применением зонда второго типа диаметром 36 мм, согласно ГОСТ 19912-2012 [2]. При достижении предельного усилия вдавливания зонда из-за повышенной прочности грунтов СЗ прекращалось выше проектных глубин. Глубина статического зондирования (СЗ) – 18,7 – 23,0 м [1].

Установка статического зондирования включает: зонд (со штангами и каналами связи); механизм вдавливания (извлечения) зонда; опорное устройство, соответствующее дизайну установки (масса установки, анкера и т. п.); измерительно-регистрирующую аппаратуру [3].

Информация, регистрируемая в ходе задавливания зонда, накапливается на дискретных цифровых файлах и визуализируется в виде непрерывных графиков в определенном масштабе как для параметров зондирования, так и по глубине. Для записи и представления графиков зондирования используются специальные полевые самописцы (логгеры), принтеры или портативные компьютеры с соответствующим программным обеспечением [3].

Графики зондирования с показателями q_c и f_s совмещены с колонками скважин и приведены на инженерно-геологических разрезах (приложение Д) [6].

Для оценки прочности песчаных грунтов ниже глубины исследования СЗ, выполнено динамическое зондирование (ДЗ) тяжелым типом оборудования по ГОСТ 1991 – 2012 [2] в 2 точках [6].

Испытание грунта методом динамического зондирования проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей внедрение зонда ударным или ударно-

вибрационным способом. При динамическом зондировании измеряют:

– глубину погружения зонда h от определенного числа ударов молота (залога) при ударном зондировании;

– скорость погружения зонда v при ударно-вибрационном зондировании.

По данным измерений вычисляют условное динамическое сопротивление грунта погружению зонда p_d .

В состав установки для испытания грунта динамическим зондированием входят: зонд (набор штанг и конический наконечник); ударное устройство для погружения зонда (молот или вибромолот); опорно-анкерное устройство (рама с направляющими стойками); устройства для измерения глубины и скорости погружения зонда.

Регистрацию результатов испытания проводят в журнале испытания, на диаграммных лентах и (или) электронном запоминающем устройстве. При использовании специальных зондов регистрируют дополнительно измеряемые параметры [4].

Результаты статического зондирования (СЗ). По результатам статического зондирования определяются: наименование грунта, модуль деформации E (МПа); удельное сцепление c (кПа); угол внутреннего трения φ (°); показатель текучести I_L и расчетное сопротивление R_0 (МПа).

Согласно методике проведения статического зондирования, на графиках изменения удельного сопротивления грунта под наконечником зонда q_c , МПа, по глубине h , м, начало плавного перегиба соответствует пересечению зондом границы между различными слоями грунта [6]. Изменение значения q_c по глубине продолжается до полного погружения конуса зонда в нижележащий слой и прекращения влияния контакта слоев на величину q_c .

На разрезе кровля слоя выделена по концу перегиба, а не по его началу, как это предусмотрено ТКП 45-5.01-15-2005 (02250) (погрешность составила 0,2 м).

Для проектируемых зданий и сооружений I уровня ответственности при $q_c \leq 10$ МПа деление грунтов на песчаные и пылевато-глинистые производят по значению отношения fs/q_c^2 с учетом требований СНБ 1.02.01. Песчаным соответствуют грунты, если отношение $fs/q_c^2 < 0,0025$, пылевато-глинистым – если $fs/q_c^2 \geq 0,0025$.

Для установок с диаметром зонда 62 мм (СПК) значения q_c и fs следует определять делением полученных значений на коэффициенты перехода K_q и K_f соответственно.

Значения коэффициентов перехода K_q и K_f следует определять по таблицам Б.1 и Б.2, соответственно [5].

Показатель текучести пылевато-глинистых грунтов I_L следует принимать по таблице 6.4 [5], а при промежуточных значениях q_c – по корреляционной зависимости:

$$I_L = 0,352 - 0,184 \times \ln q_c \quad (1)$$

Пылевато-глинистые грунты по значению удельного сопротивления грунта под наконечником зонда q_c в соответствии с СТБ 943 подразделяются на очень прочные, прочные, средней прочности и слабые [5].

Нормативные значения удельного сцепления c и угла внутреннего трения φ пылевато-глинистых грунтов в зависимости от значения удельного сопротивления грунта под наконечником зонда q_c следует принимать по таблице 6.6 [5], а для грунтов с промежуточными значениями q_c значения c и φ следует определять интерполяцией.

Модуль деформации E пылевато-глинистых грунтов по данным результатов статического зондирования следует определять по формуле:

$$E = \frac{3,14 \cdot \alpha \cdot (1 + \mu) \cdot (3 - 4\mu) \cdot q_c}{16 \cdot (1 - \mu)} \quad (2)$$

где α – эмпирический коэффициент, для супесей $\alpha=8,8$
 μ – коэффициент Пуассона, взятый по таблице $\mu=0,35$.

Расчетное сопротивление R_0 , МПа, оснований из грунтов естественного сложения по данным статического зондирования следует принимать в зависимости от значения удельного сопротивления грунта под наконечником зонда q_c по таблице 6.8 [5].

Вывод: при определении физико-механических характеристик грунта косвенным методом (СЗ) они получаются значительно меньше, чем при определении прямыми методами. Это свидетельствует о наличии запаса прочности при строительстве, в случае их определения методами СЗ.

Результаты динамического зондирования (ДЗ). По результатам динамического зондирования определяются: наименование грунта, модуль деформации E (МПа); удельное сцепление c (КПа); угол внутреннего трения φ (°); коэффициент пористости e и расчетное сопротивление R_0 (МПа).

Для проектируемых зданий и сооружений I и II уровней ответственности при среднем давлении под подошвой фундамента $p>0,30$ МПа прочностные (c , φ) и деформационные (E) характеристики грунтов допускается определять по значению условного динамического сопротивления грунта p_d при условии выборочного параллельного определения их прямыми методами [4].

Коэффициент пористости e песчаных грунтов естественного сложения, независимо от генезиса, гранулометрического состава и влажности (кроме водонасыщенных пылеватых) следует принимать в зависимости от условного динамического сопротивления грунта p_d по таблице 5.1, а при промежуточных значениях p_d – по корреляционной зависимости [4].

$$p_d = 0,855 - 0,130 \cdot \ln p_d \quad (3)$$

коэффициент вариации $V = 10$ %.

В зависимости от значения условного динамического сопротивления грунта p_d песчаные грунты естественного сложения (кроме водонасыщенных пылеватых) в соответствии с СТБ 943 подразделяются на прочные, средней прочности и малопрочные [4].

Нормативные значения удельного сцепления c и угла внутреннего трения φ песчаных грунтов естественного сложения (кроме водонасыщенных пылеватых) по значению условного динамического сопротивления грунта p_d следует принимать по соответствующей таблице [4]. Для песчаных грунтов с промежуточными значениями p_d значения c и φ следует определять интерполяцией, а при значениях p_d более 17,5 МПа значения c и φ следует принимать как для $p_d = 17,5$ МПа.

Нормативные значения модуля деформации E песчаных грунтов естественного сложения (кроме водонасыщенных пылеватых) следует принимать в зависимости от условного динамического сопротивления грунта p_d по соответствующей таблице [4]. Для грунтов с промежуточными значениями p_d значения E следует определять интерполяцией, а при значениях p_d более 15 МПа следует принимать как для $p_d = 15$ МПа.

Расчетное сопротивление R_0 , МПа, оснований из грунтов естественного сложения по данным динамического зондирования следует принимать в зависимости от значения условного динамического сопротивления грунта p_d по соответствующей таблице [4]. При промежуточных значениях p_d значения R_0 следует определять интерполяцией, а при значениях p_d более 15 МПа значения R_0 следует принимать как для $p_d = 15$ МПа.

Вывод: при определении физико-механических характеристик грунта косвенным методом (ДЗ) они получаются больше, чем при определении прямыми методами. Это свидетельствует об отсутствии запаса прочности при строительстве.

Список литературы

- 1 Архив производственного республиканского унитарного предприятия «Геосервис». – Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Проект застройки (общественно-жилой комплекс) территории в границах пр. Независимости – границы ландшафтно-рекреационной зоны 85ЛР1 – ул. Скорины – продолжение ул. Калиновского (проектируемой). 4-очередь строительства. Жилой дом № 10». Минск, 2015. Копия.
- 2 ГОСТ 19912-2012. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. Дата введ. 01.01.2012. – М., 2012. – 33 с.
- 3 Захаров, М. С. Статическое зондирование в инженерных изысканиях : учеб.-метод. пособие / М. С. Захаров. – СПб, 2007. – 72 с.
- 4 Прочностные и деформационные характеристики грунтов по данным динамического зондирования. Правила определения : ТКП 45-5.01-17-2006 (02250). – Введ. 01.07.2006. – Минск, 2006. – 35 с.
- 5 Прочностные и деформационные характеристики грунтов по данным статического зондирования и пенетрационного каротажа. Правила определения : ТКП 45-5.01-15-2005 (02250). – Введ. 01.07.2006. – Минск, 2006. – 38 с.
- 6 Соломенко, Р. Е. Оценка инженерно-геологических условий строительства жилого дома № 10 по ул. Калиновского в г. Минске : дипломная работа / Р. Е. Соломенко. – Фонд ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 70 с.

Д.А. СУВХАНОВ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДОВ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»
г. Гомель, Республика Беларусь
suvhan.281095@mail.ru*

Трубопроводный транспорт является весьма эффективным при перемещении жидких, газообразных и твердых веществ как на небольшие расстояния, в пределах промышленных комплексов и районов, так и на расстояния, исчисляемые тысячами километров (газо- и нефтепроводы). Вследствие этого строительство трубопроводов приобрело широкий размах.

Для газопроводов характерна незначительная удельная нагрузка на основание, которая не превышает $0,2 \text{ кгс/см}^2$, но для них свойственна высокая чувствительность к деформациям (механическим и температурным, геоэлектрические поля, физико-химические взаимодействия с грунтами), которые могут вызвать осевые перемещения и повреждение соединений в стыках. Газопроводы укладывают ниже глубины сезонного промерзания пород, располагая их по возможности параллельно рельефу местности. Расчет устойчивости газопроводов производится с учетом прочности основания, веса пород засыпки или насыпи, глубины сезонного и наличия постоянного промерзания пород, сейсмичности, блуждающих электрических токов, а также временных нагрузок, возникающих при пересечении транспортных коммуникаций.

Инженерно-геологические изыскания газопроводов обычно проводятся в две стадии.

1) Изыскания на первой стадии проводятся с целью обоснования выбора оптимального варианта трассы.

2) На второй стадии работы они осуществляются по выбранному варианту трассы со съемкой участков индивидуального проектирования. Такими участками являются:

оползневые склоны; конусы выноса; участки развития осыпей; участки, подверженные селевым заносам; участки, опасные в отношении обвалов и лавин; участки распространения карстующихся пород; участки распространения вечномёрзлых грунтов и наледообразования и пр.

На первой стадии работы начинаются со сбора, систематизации и анализа геологических, гидрогеологических, геофизических и других данных. Используются аэрофотоматериалы по району работ, осуществляется их дешифрирование с выделением элементов природной обстановки. Затем производится наземное или авиавизуальное инженерно-геологическое обследование полосы трассы шириной до 300 м. Производится осмотр и описание естественных обнажений, колодцев, проявлений неблагоприятных физико-геологических процессов и т. д.

По выбранному варианту трассы и переходам препятствий изучаются геолого-литологическое строение, гидрогеологические условия и физико-механические свойства грунтов, слагающих полосу трассы; выявляются неблагоприятные геологические процессы и явления; производится обследование состояния существующих сооружений, расположенных вблизи трассы [1].

В полевой период осуществляется инженерно-геологическая рекогносцировка полосы трассы, проходка разведочных выработок и их опробование.

Рекогносцировка проводится для проверки и дополнения ранее собранных материалов о природной обстановке района в соответствии с требованиями действующих инструкций и наставлений по съёмочным работам.

Местоположение, количество и глубина выработок определяются изученностью и сложностью инженерно-геологических условий полосы проложения трассы. При простых инженерно-геологических условиях обычно проходится одна выработка глубиной 3-5 м на 5-10 км трассы или 1-2 выработки на каждом выделенном инженерно-геологическом участке. В сложных условиях количество и глубина выработок могут быть увеличены.

Геологические изыскания в полевых условиях проводятся с целью детального изучения трассы газопровода и геологических особенностей территории. Важным моментом при выборе трассы газопровода является степень насыщенности исследуемой территории другими линейными объектами: тепловыми сетями, водоводами, другими подземными коммуникациями. Исходя из полученных результатов, проектировщики могут определиться в методе прокладки газопровода: бестраншейный или в траншеях.

На глубину прокладки газопровода также влияют многие факторы. Для территории без особых климатических условий глубину принимают в соответствии с нормативами.

Для определения классификационных показателей свойств грунтов, развитых по трассе, с каждого инженерно-геологического участка отбирается 3-5 образцов грунта. При встрече водоносных горизонтов отбираются пробы воды на химический анализ [2].

В заключительный (камеральный) период составляется отчет об инженерно-геологических условиях полосы трассы. В заключении приводится сравнительная инженерно-геологическая характеристика вариантов трассы трубопровода и обосновывается выбор наиболее благоприятного варианта. К отчету прилагаются: обзорная топографическая карта района с указанием расположения рассмотренных вариантов; схематическая карта инженерно-геологического районирования трассы; схематические геолого-литологические разрезы всех вариантов трассы; таблицы результатов лабораторных исследований свойств грунтов и воды [3].

Инженерно-геологические изыскания включают: проходку разведочных выработок по трассе и на площадках сооружений; дополнительные исследования участков индивидуального проектирования и отдельных переходов; лабораторные исследования грунтов; определение коррозионной и агрессивной активности пород и подземных вод [2, 4].

Количество разведочных выработок по трассе устанавливается в зависимости от местных условий. При простых условиях через каждые 200 – 500 м трассы закладывается одна выработка. Глубина выработок устанавливается, исходя из условия заглубления их на 1 – 2 м ниже отметок заложения трубопровода.

Лабораторные исследования проводятся для определения классификационных и прямых показателей свойств грунтов, развитых по трассе трубопровода и на переходах, а также для получения данных о степени агрессивности грунтовых вод.

Геологические изыскания для газопровода в лабораторных условиях должны предоставлять следующие показатели:

- прочность грунта, деформационные свойства и проницаемость грунта;
- гранулометрический состав, плотность, удельный и объемный вес грунта;
- предел пластичности и текучести образца грунта;
- пористость грунта;
- коэффициент трения материала трубы газопровода и режущего инструмента о сухой грунт (влажный, смоченный специальным раствором);
- коррозионная активность грунтов.

В районах со сложными инженерно-геологическими условиями необходимо проведение дополнительных специальных исследований.

В районах развития просадочных грунтов устанавливают тип грунтовых условий, величину относительной просадочности при замачивании и мощность просадочных пород, обычно на глубину 10 – 15 м. Устанавливают степень опасности просадочных процессов для проектируемого трубопровода и приводят рекомендации по проведению мероприятий, предупреждающих возникновение возможных деформаций при замачивании пород.

В районах развития оползней в процессе проведения инженерно-геологической съемки трассы в масштабах 1:25000-1:5000 выявляют участки склонов с различной степенью опасности нарушения устойчивости и определяют мероприятия, которые необходимы для устойчивости склона. В состав исследований входит: изучение тел имеющихся оползней; изучение свойств пород и режима подземных вод: наблюдения за подвижками оползня, а также расчеты устойчивости склона. Глубина разведочных выработок назначается в зависимости от мощности оползневого тела.

При проектировании трасс трубопроводов *в районах переработки берегов морей, озер и водохранилищ* в процессе инженерно-геологической съемки масштаба 1:25000 изучают процессы переработки берегов и подпора грунтовых вод, устанавливают зоны возможной активизации современных геологических процессов и обосновывают мероприятия по предохранению трассы трубопровода от процессов абразии и подтопления грунтовыми водами.

На территориях, подверженных заболачиванию изучают условия образования болота, устанавливают его тип, геологическое строение, состав и рельеф минерального дна; уточняют условия залегания грунтовых вод и характер питания болота; определяют химический состав грунтовых вод, физические свойства болотных образований, их ботанический состав, степень разложения; выясняют условия проходки траншеи для укладки трубопровода [5].

В районах развития карста при инженерно-геологической съемке изучают морфологию и возраст карста; устанавливают возможность образования провалов или просадок; выявляют участки, наименее подверженные карстовым процессам; определяют мероприятия, которые обеспечивающие безопасность строительства и эксплуатации трубопровода; собирают данные предыдущих изысканий на данной территории, а также опытные данные эксплуатации существующих сооружений.

Разведочные выработки по трассе закладывают через 300 – 500 м, их глубина определяется программой и зависит от глубины распространения карста. На основании всех результатов исследований оконтуривают участки трассы с различной степенью

закарстованности, на которых: а) строительство запрещается; б) строительство разрешается без проведения специальных мероприятий; в) строительство разрешается после осуществления специальных мероприятий. Для обхода трассой наиболее закарстованных участков, требующих проведения сложных мероприятий, ищут новые участки трассы [5].

Для территории Беларуси характерны следующие геологические процессы: просадочные явления, абразия берегов озёр и водохранилищ, подтопления. При проектировании трасс газопроводов в таких условиях необходимо учитывать те последствия, которые данные явления могут оказывать на трубопроводы, также необходимо проведение дополнительных специальных исследований. Также следует учитывать наличие динамически активных зон на современном этапе. Строительство трубопроводов на таких участках лучше избегать или хотя бы учитывать при проектировании и эксплуатации. Движение блоков земной коры может нарушить целостность коммуникаций, а также привести к экологическим проблемам.

Количество и глубина выработок должны быть достаточными для полноты исследований.

По результатам инженерных изысканий для строительства газопроводов выявляются основные параметры проводящих систем, отдельных трубопроводов и их отводов, дается заключение о целесообразности проектирования и возведения магистрали и производится предварительный расчет сметы и сроков проведения работ по возведению.

Список литературы

- 1 Дубман, А.В. Геоэкологическое обоснование для проектирования подводящих и магистральных газопроводов (предпроектный этап) / А.В. Дубман, А.Ф. Санько, В.Н. Губин, А.Ф. Ковалева // Инновации в проектировании систем газоснабжения: материалы науч.-практ. семинара, Минск, 10 декабря 2014 г. / Белгипрогаз; редкол.: А.Ф. Санько [и др.]. – Минск, 2014. – С. 11-12.
- 2 Творонович-Севрук, Д.Л. Воздействие агрессивных вод на инженерные сооружения / Д.Л. Творонович-Севрук // Инновации в проектировании систем газоснабжения: материалы науч.-практ. семинара, Минск, 10 декабря 2014 г. / Белгипрогаз; редкол.: А.Ф. Санько [и др.]. – Минск, 2014. – С. 25-26.
- 3 Никитенко, М.И. Инженерно-геологические изыскания в строительстве: учеб. пособ. / М.И. Никитенко. – Минск: БНТУ, 2005. – 224 с.
- 4 Ломтадзе, В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология / В.Д. Ломтадзе. – Ленинград: Недра, 1978. – 496 с.
- 5 Передельский, Л.В. Инженерная геология: учеб. пособ. / Л.В. Передельский, О.Е. Приходченко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 448 с.

И.Р. УМУТБАЕВА

ОЦЕНКА ПРОГНОЗНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»,
г. Уфа, Республика Башкортостан
i.umutbaeva@mail.ru*

При оценке прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод (ПЭРПВ) исключено около 35 тыс. км² территории Башкортостана, включающих площади распространения солоноватых вод, загрязненных участков, площади селитебных вод и

площади национальных парков и заповедников. Дополнительно не производилась оценка горно-таежных местностей с практическим отсутствием населения и потребителей – 20 тыс. км² и территорий развития водоносных горизонтов с низкой водопроницаемостью (общесыртовый, неогеновый, мел-палеогеновый, нижнетриасовый) – 8,2 тыс. км². В местностях с низкой степенью заселенности расчетная площадь покрывалась сеткой расчетных водозаборов не полностью, а избирательно — по количеству населенных пунктов.

Практикой поисково-разведочных работ с последующим переходом к подсчету запасов показано, что от общей опосредованной территории полезной к подсчету запасов остается 18 – 33 %, остальная территория отбраковывается по гидрогеологическим, санитарным и другим ограничениям. Таким образом, оцененная территория составила 59,0 тыс. км² или 41,2 % территории Башкортостана. Средний модуль эксплуатационных ресурсов (без привлекаемых) по территории Республики составляет $M_{ур} = 3631,6 \text{ тыс. м}^3 / \text{сут} / 56,0 \text{ тыс. км}^2 = 0,7 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$. Принимая этот модуль для обеспечения привлекаемых ресурсов получим дополнительную расчетную площадь $3033 \text{ тыс. км}^2 / (0,7 \cdot 86,4) \approx 50 \text{ тыс. км}^2$. Можно принять, что общая учтенная территория $59 + 50 = 119 \text{ тыс. км}^2$, что в сумме с площадью солоноватых вод и территорий с низкой водопроницаемостью и селитебных зон составит $119 + 13,5 + 8,2 + 16,7 = 157,4 \text{ тыс. км}^2$, несколько больше территории (143 тыс. км²) республики. Как уже отмечалось, площадь селитебных зон, участки низкой водопроницаемости и солоноватых вод могут перекрываться и четкого учета площади не получится, тем более что часть поверхностного стока по бассейну р. Уфа с привлекаемыми ресурсами в 1090 тыс. м³/сут может приходиться транзитом из соседних областей.

Результаты подсчета ПЭРПВ по административным районам (Абзелиловский, Альшеевский, Архангельский) и водоносным горизонтам с градацией по качеству приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Прогнозные эксплуатационные ресурсы и водоотбор подземных вод, (тыс. м³/сут)

Наименование административного района	ПЭРПВ		Разведанные запасы	Современный водоотбор	Общая потребность 2018 г.
	всего	до 1 г/дм ³			
Абзелиловский	97,2	93,9	65,0	6,9	11,63
Альшеевский	94,3	47,5	-	10,5	13,24
Архангельский	272,2	265,3	140,9	1,3	5,78

Средний модуль эксплуатационных ресурсов к расчетной площади составляет 0,7 л/с · км². Распределение ПЭРПВ неравномерное и в основном соответствует естественным ресурсам (рисунок 1).

На территории Волго-Камского бассейна наиболее водообильны нижнепермские карбонатные отложения. На Уфимском плато — средний модуль 3,1 л/с · км²; модуль в днищах долин до 20 л/с на 1 км². Вдоль долин основных дрен – рек Ая, Юрюзани, Уфы – осуществляется разгрузка родникового стока (модуль 5 – 10 л/с · км²). Имеются родники с дебитами 30–50 и более л/с, а родник Красный Ключ – 5 – 6 тыс. л/с. Здесь возможно заложение линейных водозаборов с производительностью от 5 до 25 тыс.

м³/сут, но район малозаселенный, потребители отсутствуют. Хорошей водообильностью характеризуется аллювиальный четвертичный водоносный горизонт в долинах рек Уфа, Белая, Ик. Площадные модули эксплуатационных ресурсов изменяются от 2 до 4 л/с, а в совокупности с привлечением поверхностного стока возможно создание водозаборов до 100 – 280 тыс. м³/сут (Максимовский, Терегуловский водозаборы г. Уфы). Линейные модули привлекаемых ресурсов составляют от 25 – 60 до 200 – 300 л/с на 1 км, по Терегуловскому (Южному) водозабору г. Уфы в долине р. Уфы до 650 л/с на 1 км. К сожалению, до 25 % ПЭРПВ вод этого горизонта имеют превышение (более 10 мг-экв) по жесткости, а также и по содержанию железа. Общие ресурсы горизонта оцениваются 2235,4 тыс. м³/сут (56 % региональных).

В пределах Бугульмино-Белебеевской возвышенности эксплуатационные модули казанского комплекса варьируют от 0,2 до 2,0 л/с· км², в том числе по родниковому стоку 1 – 2 л/с· км². Значительно ниже водообильность казанского и уфимского комплексов на северном и восточном склонах возвышенности и в пределах Прибельской равнины – модуль 0,15 – 0,5 л/с· км².

Территория Предуральского бассейна по расчетной величине прогнозных ресурсов занимает второе место после Волго-Камского – 1,9 млн. м³/сут, из них привлекаемые 1,2 млн. м³/сут (63 %) преимущественно в долине р. Белой (таблица 2).

Здесь утверждены запасы по крупным месторождениям на привлекаемых ресурсах: Зирганское МПВ – 435 тыс. м³/сут, Ировское – 96,8 тыс. м³/сут, действуют крупные водозаборы на неутвержденных запасах с водоотбором 25 – 75 тыс. м³/сут (Ашкадарский, ЗАО «Каустик»). В южной части по верхнепермским и триасовым отложениям модуль эксплуатационных ресурсов 0,7 л/с· км², утверждены запасы по Маячному МПВ в количестве 11,8 тыс. м³/сут, действуют водозаборы с производительностью 1,2 – 9,6 тыс. м³/сут («Мокрый Лог»). В северной части бассейна модули по нижнепермскому и кунгурскому комплексам (средние) 0,8 – 1,0 л/с· км², МПВ не крупные с запасами от 0,65 до 9,7 тыс. м³/сут, производительность водозаборов по райцентрам 0,4 – 0,94 тыс. м³/сут. Качество подземных вод преимущественно хорошее.

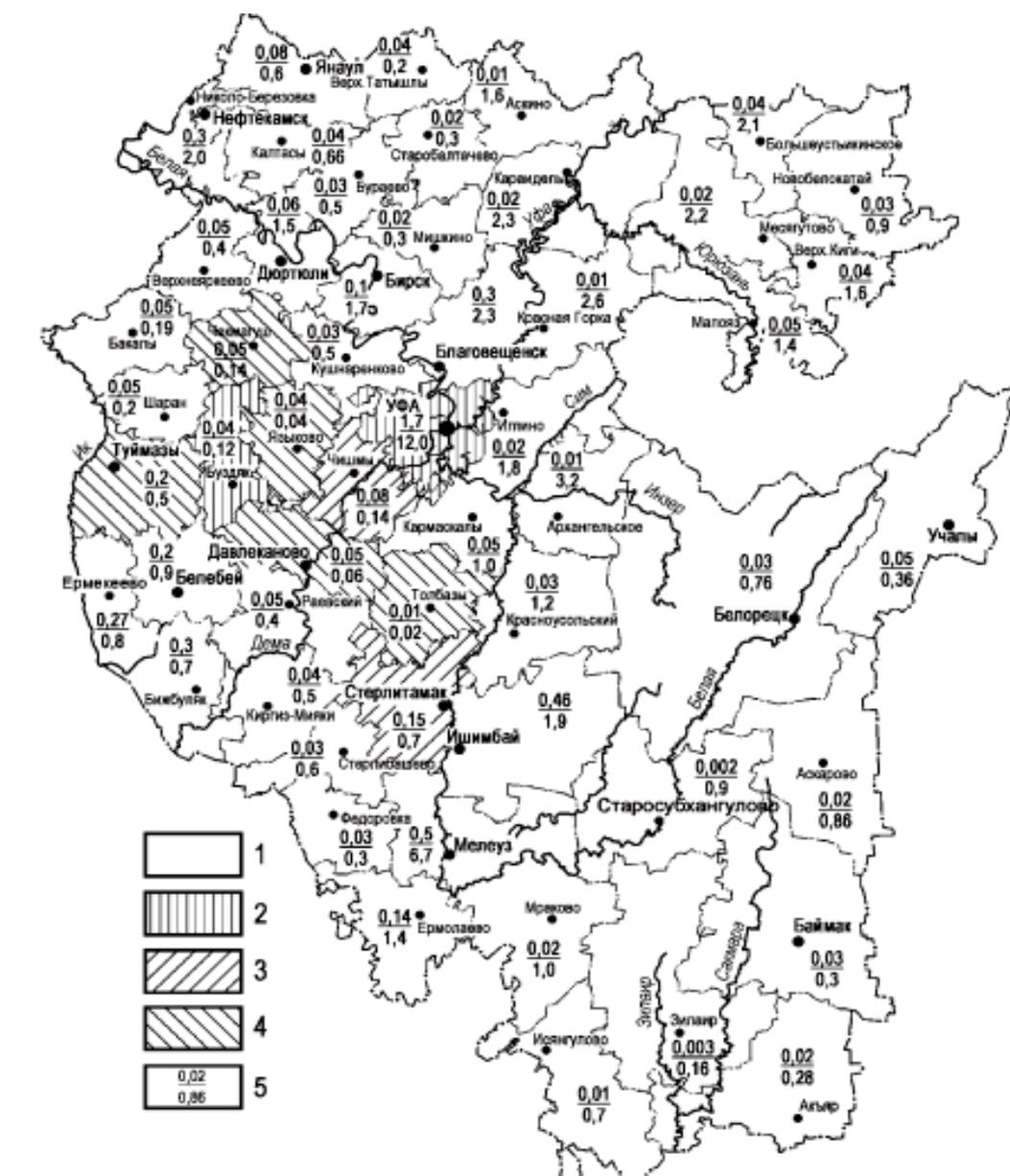
Высокими модулями (2 – 4 л/с· км²) характеризуются каменноугольно-девонские преимущественно карбонатные комплексы Западно-Уральского бассейна, где имеются родники с дебитами 50 – 100 л/с. Карстовые родники «Берхомут» и «Аскен-Куль» с обеспеченным расходом 650 л/с каптированы и используются для водоснабжения г. Стерлитамак. Остальная часть ресурсов ввиду отсутствия потребителей незадействована.

На локально развитых полосах карбонатных и трещинных пород горно-складчатого Урала с привлечением поверхностного стока и искусственным пополнением разведаны месторождения с запасами 5 – 36 тыс. м³/сут (Учалинское, Миндякское и Катайское МПВ), действуют водозаборы с производительностью до 10 тыс. м³/сут. Линейные модули привлекаемых ресурсов из рек Урал, Миндяк, Белая по этим месторождениям составляют от 10 до 60 л/с на 1 км ряда.

На остальной территории Урала модули эксплуатационных ресурсов от 0,09 л/с (кизильская и березовская слабоводоносная зона) до 1,4 л/с· км² (девонско-силурийско-ордовикские комплексы).

Территория Зауралья, особенно юго-восток, испытывает определенный дефицит пресных вод. На части территории модуль ПЭРПВ менее 0,1 л/с· км². При общем низком стоке в бассейне р. Таналык (даже отсутствие зимнего стока) эксплуатационные ресурсы по поисково-разведочным участкам на площади развития вулканогенно-осадочных толщ на основании инфильтрационного питания составляют 0,2 – 0,3 л/с· км², что достаточно для обеспечения водозаборов производительностью до 200 – 300 м³/сут. При этом большинство населенных пунктов приурочено к естественным дренам

– долинам постоянных и временных водотоков. На данной территории (в предгорьях хр. Ирэндик) разведано Баймакское МПВ с запасами 11,0 тыс. м³/сут со средним эксплуатационным модулем 0,85 л/с · км², производительность водозабора Ирэндик на базе этого МПВ – до 3 тыс. м³/сут на естественных ресурсах.



1–4 – степень обеспеченности ПЭРПВ по административным районам:
 1 – надежно обеспеченные, 2 – обеспеченные, 3 – частично обеспеченные,
 4 – недостаточно обеспеченные; 5 – в числителе – модули современного отбора
 подземных вод (л/с · км²), в знаменателе – модули прогнозных эксплуатационных
 ресурсов (л/с · км²)

Рисунок 1 – Карта обеспеченности населения Республики Башкортостан прогнозными эксплуатационными ресурсами подземных вод (ПЭРПВ) для хозяйственно-питьевого водоснабжения

Таблица 2 – Распределение привлекаемых ресурсов по гидрогеологическим районам и водоносным горизонтам

№	Гидрогеологический район (бассейн)	Водоносный горизонт, комплекс, зона	Прогнозные ресурсы, тыс.м ³ /сут
1	Волго-Камский	Четвертичный	1682,9
2	Северо-Предуральский (Юрюзано-Сылвинский)	Четвертичный	123,0
3	Южно-Предуральский (Бельский)	Четвертичный	1080,2
4	Уральский	Четвертичный	11,6
		Нижнесреднеюрский	1,2
		Нижне-среднекаменноугольный	61,2
		Нижнекаменноугольно-среднедевонская зона	1,7
		Среднедевонско-силурийская зона	24,0
		Нижнепалеозойско-верхнепротерозойская зона	36,5
		Верхнепротерозойская зона	8,8
5	Западно-Уральский	Четвертичный	2,0
	Итого	Четвертичный и нижнесреднеюрский	2900,9
		Все остальные	132,2
	Всего		3033,1

В верховьях бассейна р. Таналык в зоне сочленения среднедевонско-силурийской и нижнекаменноугольно-среднедевонской водоносных зон в долине реки с привлечением речного стока (400 м³/сут) разведано Таналыкское МПВ с запасами 1,2 тыс. м³/сут. Эксплуатационный модуль месторождения с площади питания 160 км² составил 0,09 л/с·км².

По восточной границе Республики в полосе карбонатных отложений кизильской свиты разведаны 2 месторождения – Абдряшевский УМПВ и Уральское МПВ с привлечением поверхностного стока и запасами 65,0 и 10,0 тыс. м³/сут соответственно

Список литературы

- 1 Абдрахманов, Р.Ф. Подземные воды Республики Башкортостан / Р.Ф. Абдрахманов // Проблемы региональной геологии, нефтеносности, металлогении и гидрогеологии Республики Башкортостан: Матер. II Респуб. геол. конф. / ИГ УНЦ РАН. Уфа. – 1997. – С. 59–70.
- 2 Абдрахманов, Р.Ф. Гидрогеоэкология Башкортостана / Р.Ф. Абдрахманов. – Уфа : Информреклама, – 2005. – 344 с.
- 3 Абдрахманов, Р.Ф. Гидрогеология Южного Предуралья / Р.Ф. Абдрахманов, В.Г. Попов. – Уфа : БФАН СССР., 1985. – 124 с.
- 4 Алекин, О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. – Л. : Гидрометеиздат, – 1970. – 442 с.

5 Балков, В.А. Водные ресурсы Башкирии / В.А. Балков. – Уфа: Башкнигоиздат, – 1978. – 173 с.

6 Гаев, А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод / А.Я. Гаев. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, – 1989. – 368 с.

7 Методические рекомендации по гидрологическому обоснованию региональной оценки эксплуатационных запасов подземных вод, применительно к природным условиям территории Волго-Камского артезианского бассейна. М.: Изд-во ГГИ, – 1982. – 75 с.

8 Методические рекомендации «Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения». М., – 1995. – 72 с.

М.С. ФЕДОРСКИЙ, И.А. ШАВРИН, А.П. ГУСЕВ

**МОНИТОРИНГ ЭКЗОГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В УРБАНИЗИРОВАННОМ ЛАНДШАФТЕ
(НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОГО ОБХОДА ГОРОДА ГОМЕЛЯ)**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
admiral_freedom@rambler.ru, gusev@gsu.by*

Геологические процессы – это важный фактор, влияющий на жизнедеятельность людей, на состояние окружающей среды, на биосферу в целом. Технический прогресс приводит к постоянному усложнению технических систем, росту их энергонасыщенности и соответственно увеличению возможного ущерба при авариях, вызванных геологическими процессами [1, 2]. В урбанизированном ландшафте экзогенные геологические процессы играют важную роль как фактор, влияющий на геологическую ситуацию. Активно протекающие геологические процессы могут вызывать повреждение коммуникаций, дорожных покрытий, каналов, влиять на миграцию загрязняющих веществ на земной поверхности, увеличивать риск аварий технических систем и т.д. Подавляющее большинство экзогенных геологических процессов относится к категории «неблагоприятных», т.е. представляющих непосредственной угрозы жизни и здоровью городского населения, но осложняющих функционирование природно-технических урбогеосистем.

Для изучения экзогенных геологических процессов в техногенном ландшафте проводится мониторинг состояния склона намывного массива и асфальтового покрытия пешеходной дорожки в районе улицы Восточный обход г. Гомеля. Восточный обход – автомобильная дорога, проходящая по краю намывного массива.

Было выделено 4 участка, отличающихся уклоном, высотой склона, растительным покровом:

участок 1 – от автобусной остановки «Старая Волотова» до остановки «19 микрорайон»;

участок 2 – от автобусной остановки «19 микрорайон» до перекрестка с улицей Головацкого;

участок 3 – от перекрестка с улицей Головацкого до жилого дома 24 по улице Бульвар газеты «Гомельская правда»;

участок 4 – от жилого дома 24 до жилого дома 12 по улице Бульвар газеты «Гомельская правда».

Общая протяженность маршрута составляет 2,05 км. Уклоны на участках маршрута изменяются от 25 до 45 градусов, высота склона колеблется от 1,5 до 4 м. Состав грунтов, слагающих склон, на всех участках различается слабо. Это намывные пески средней крупности и насыпные супесчано-песчаные породы с гравием и щебнем.

Намывные пески имеет коэффициент пористости 0,66 – 0,69; коэффициент фильтрации – 2,3 – 2,5 м/сут; естественная влажность – 1,5 – 2,7 %.

Сооружение и окультуривание склона было закончено к 2016 г. В течение 2016 г. растительный покров на склоне отсутствовал (за исключением участка 1).

В пределах изучаемого объектов имеют место проявление водноэрозионных и суффозионных процессов (таблица 1). Развитие водной эрозии определяется значительный уклоном поверхности (30 – 45 градусов) и слабым развитием растительного покрова. Суффозионных провалов – особенностями механического состава грунтов (пески) и поверхностного стока (запечатанность поверхности песчаного массива сплошным асфальтовым покрытием).

Ежегодно в весеннее время промоины на склоне и провалы асфальта на пешеходной дорожке заделываются дорожно-ремонтной службой. В течение нескольких месяцев поверхностный сток приводит к развитию сначала струйчатых размывов, а после промоин разной величины на склоне, а также к проявлению суффозионных процессов под асфальтовым покрытием. В результате к августу склоны намывного массива покрываются промоинами, которые имеют среднюю длину 11,1 метра (максимальную до 30 – 40 м). Ширина промоин составляет от нескольких десятков сантиметров до 2 – 5 м, глубина – до 3 м. Средняя плотность – от 8,8 (в 2016 г.) до 18,1 (в 2018 г.) промоины на километр маршрута.

Суффозионные процессы вызывают провалы асфальта от 2 до 6 штук, общей площадью от 8 до 50 м². Глубина провалов – до 1 м. Как видно из таблицы 1 провалы асфальта, вызванные суффозионными процессами, наиболее активно образуются на участке 3. Причем активность процесса образования провалов не снижается со временем. На других участках образование провалов асфальта за счет суффозионного выноса песчаного грунта наблюдалось единично только в августе 2018 г. (после интенсивного выпадения осадков – более 50 % месячной нормы осадков в течение нескольких часов). В 2016 г. было всего зарегистрировано 3 провала, а в 2018 г. – 6 провалов (в 2 раза больше).

Растительный покров изучаемого объекта представлен рудеральным фитоценозами. Общее проективное покрытие составляет в зависимости от участка от 30 до 80 %. В видовом составе преобладают такие виды, как ослинник двулетний, полынь полевая, полынь обыкновенная, полынь горькая, синяк обыкновенный, пырей ползучий, щетинник сизый, икотник серозеленый, мелколепестник канадский, вейник наземный, мыльнянка лекарственная и другие. Значительная часть растений – одно- и двухлетники. Подрост деревьев и кустарников (ивы, тополь, робиния) встречается единично.

Таблица 1 – Мониторинг экзогеодинамических процессов на склоне намывного массива (улица Восточный обход)

Показатель	Участок			
	1	2	3	4
Длина маршрута, м	640	590	440	380
Число промоин, штук				
2016 (август)	4	4	7	3
2017 (август)	10	11	12	4
2018 (август)	8	13	11	5
Число провалов асфальта, штук				
2016 (август)	0	0	3	0
2017 (август)	0	0	2	0
2018 (август)	1	0	4	1

Рудеральные растения имеют незначительные противоэрозионные свойства, поэтому даже в случае относительно высокого проективного покрытия 50 – 80 % не могут устранить угрозу развития линейной эрозии. Так, известно, что по мере увеличения способности противодействовать негативным процессам водной эрозии растительность образует ряд (на уровне жизненных форм растений): однолетние растения; многолетние рудеральные растения; многолетние луговые растения; кустарники; деревья [3].

Как показывают предыдущие исследования по изучению влияния различных факторов на водную эрозию в техногенных ландшафтах (полигон отходов фосфогипса, карьеры по добычи песков, строительные пустыри) устанавливается достоверная связь пораженности территории водноэрозионными процессами (отношение площади водноэрозионных форм рельефа к общей площади территории) с уклоном поверхности (коэффициент корреляции Спирмена – 0,692 при $p < 0,001$; коэффициент корреляции Кенделла – 0,531 при $p < 0,001$) и общим проективным покрытием растительности (соответственно -0,523 при $p < 0,01$ и -0,395 при $p < 0,01$). Показано, что сомкнутый растительный покров из многолетних трав с общим проективным покрытием 80 – 100 % практически полностью исключает проявление водной эрозии уже на начальных стадиях сукцессии даже при значительных уклонах рельефа [4, 5].

Проведенный мониторинг линейной эрозии на склонах намывного массива течение 3 сезонов (в 2016, 2017 и 2018 гг.) показывает, что ее интенсивность не снижается со временем, а наоборот увеличивается. Так, в 2016 г. было зафиксировано 18 промоин, в 2017 г. – 37 промоин, в 2018 г. – 37 промоин. Причем наибольший прирост произошел на 2 участке – в 3,3 раза. В 2016 г. плотность промоин была максимальна на 3 участке – 15,9 промоины на 1 км маршрута, минимальна – на 1 участке – 6,3 промоины на 1 км маршрута.

В 2017 г. наибольшее число промоин также наблюдалось на 3 участке (плотность 27,3 промоины на 1 км), наименьшее – на 4 участке (10,5 промоины на 1 км). Всего было зарегистрировано 37 промоин. В 2018 г. максимум снова отмечен на 3 участке (27,3 промоины на 1 км), минимум – на 1 участке (12,5 промоины на 1 км). Общее число промоин составило, как и в предыдущем году, 37 штук. Т.е. в течение 2016-2018 гг. общее число промоин, отмечаемых ежегодно, увеличилось с 18 до 37 (в 2,1 раза).

При этом дорожно-ремонтная служба по меньшей мере 1-2 раза в год все промоины на склоне и провалы асфальта засыпала.

Таким образом, активность водноэрозионных и суффозионных процессов на склоне массива техногенных песков в течение рассматриваемого времени не снижается. Предполагается, что основная причина непрекращающейся водной эрозии – слабое развитие растительного покрова. Создание сомкнутого растительного покрова из многолетних луговых трав или древесно-кустарниковых зарослей задержит развитие эрозионных процессов, позволит снизить интенсивность линейной эрозии и соответственно уменьшить экономические затраты на периодическое восстановление размытого склона.

Список литературы

- 1 Дзекцер, Е.С. Геологическая опасность и риск / Е.С. Дзекцер // Инженерная геология. – 1992. – № 6. – С. 3–10.
- 2 Шеко, А.И. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов / А.И. Шеко, В.С. Круподеров // Геоэкология. – 1994. – №3. – С. 11–21.
- 3 Заславский, М.Н. Эрозия почв / М.Н. Заславский. – М.: Мысль, 1979. – 245 с.
- 4 Гусев, А.П. Сукцессии растительности и оценка способности техногенно-нарушенных геосистем к самовосстановлению / А.П. Гусев // Вестник Белорусского государственного университета. Серия 2. – 2008. – №2. – С. 82–86.

А.Е. ХАРЛАМОВА, С.Д. БАЛЫКОВА

ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ ЗЕРЕН НА ПЛОТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭОЛОВЫХ И ОЗЕРНО-АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПЕСКОВ ТУКУЛАНОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Российская Федерация,
alina_kharlamova@inbox.ru, balykova@geol.msu.ru*

С позиции грунтоведения и инженерной геологии пески тукуланов, дюнных массивов Центральной Якутии, по-прежнему остаются практически неизученными образованиями. Целью данных исследований стало выявление закономерностей взаимосвязи между особенностями морфологии (формой и окатанностью) зерен и плотностными характеристиками песчаных грунтов.

Для последующего изучения были отобраны семь образцов грунтов:

Аллювиальные голоценовые пески (*aIV*) из толщи первой надпойменной террасы р. Синяя выше устья р. Матта;

1. Эоловые голоценовые пески (*aIV*) с поверхности зарастающего тукулана в междуречье р.р. Синяя и Матта;

2. Аллювиальные голоценовые пойменные пески (*aIV*) с поверхности песчаного острова в русле р. Лена напротив тукулана Самыс-Кумага;

3. Эоловые голоценовые пески (*vIV*) с поверхности зарастающего склона тукулана Самыс-Кумага;

4. Эоловые голоценовые пески (*vIV*) с поверхности верхнего плато тукулана Самыс-Кумага;

5. Озерно-аллювиальные пески верхнего плейстоцена-голоцена (*alIII-IV*) из толщи первой надпойменной террасы р. Лена, служащий основанием активного тукулана Кысыл-Элэсин;

6. Эоловые голоценовые пески (*vIV*) с поверхности дюны активного тукулана Кысыл Элэсин.

Минеральный состав определялся методом рентгеновской дифрактометрии и с помощью оптического микроскопа *Levenhuk DTX90*. Рентгенодифракционный анализ выполнен с использованием рентгеновского дифрактометра *ULTIMA-IV* фирмы *Rigaku* (Япония), приобретенного за счет средств Программы развития МГУ. Съемка препаратов выполнена вед. инж. С.А. Гараниной, расчеты – снс. В.В. Крупской.

В результате проведенного анализа было установлено, что все представленные образцы песчаных грунтов имеют кварц-полевошпатовый состав, а процентное содержание других минералов по отношению к преобладающим ничтожно мало. Однако в составе озерно-аллювиальных песков из основания тукулана Кысыл-Элэсин и аллювиальных песков р. Лена присутствует до 5 – 6 % амфиболов, в составе эоловых песков, отобранных с поверхности тукулана в междуречье р.р. Синяя и Матта и тукулана Кысыл-Элэсин, отмечается до 7 – 8,5 % слюды (мусковита). Кроме того, в составе эоловых песков зарастающего тукулана в междуречье р.р. Синяя и Матта отмечается повышенное содержание иллита – 8,5% [1].

По данным гранулометрического анализа все представленные образцы песчаных грунтов однородные, хорошо отсортированные, согласно классификации ГОСТ 25100-2011, относятся к мелким пескам. Согласно классификации Е.М. Сергеева, исследуемые пески являются моодисперсными и чистыми, за исключением эоловых песков, отобранных с поверхности зарастающего тукулана в междуречье р.р. Синяя и Матта; содержание пылевато-глинистой фракции в них доходит до 14 %, данные пески являются пылеватыми [1].

При изучении морфологии песчаных зерен особое внимание уделялось оценке их формы и окатанности, т.к. эти параметры при прочих равных условиях оказывают прямое влияние на плотностные характеристики грунта.

Строение песчаных грунтов изучалось с помощью рентгеновского компьютерного томографа (съемка производилась инж. Р.А. Кузнецовым) и методом растровой электронной микроскопии (съемка производилась снс М.С. Черновым). Исследования выполнялись на растровом электронном микроскопе (РЭМ) *LEO 1450VP (Carl Zeiss, Германия)*.

Форма песчаных зерен оценивалась путем анализа РЭМ-изображений (рисунок 1).

Отчетливо прослеживается взаимосвязь между генетическим типом отложений и формой песчаных зерен. Так, зерна аллювиальных песков в общем характеризуются угловато-окатанной формой, тогда как эоловые и озерно-аллювиальные пески имеют округлую, близкую к сферической, форму.

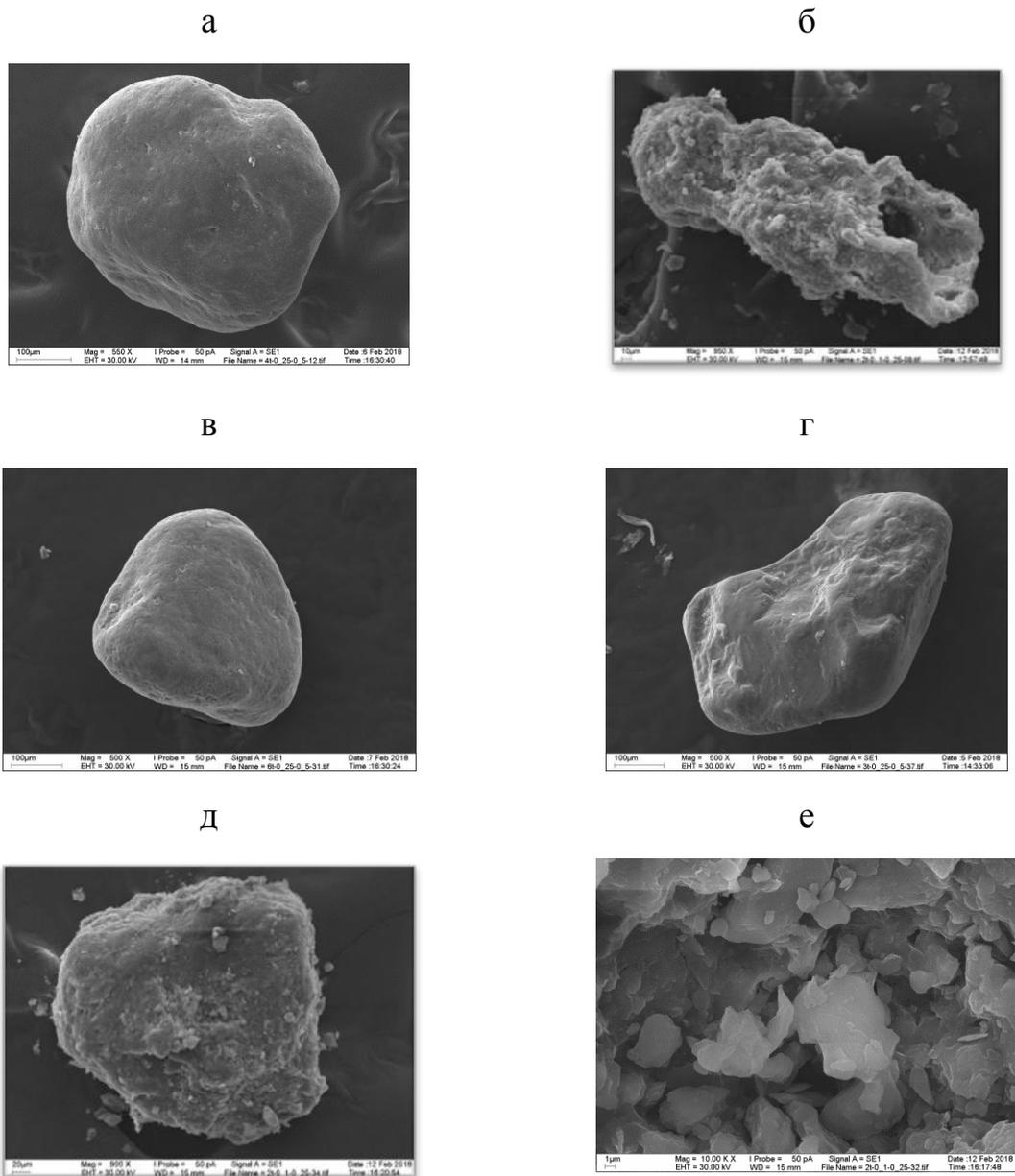
Среди эоловых зерен выделяются «чистые» зерна с гладкой поверхностью и зерна, поверхность которых покрыта иллитовыми аутигенными пленками. Наиболее развитые аутигенные пленки характерны для пылеватых песков зарастающего тукулана в междуречье р.р. Синяя и Матта, которые отличаются повышенным содержанием иллита по сравнению с остальными образцами. Также для данного образца характерно наличие удлиненных трубчатых зерен, которые могут являться обломками фульгуритов – специфических образований, формирующихся при ударе молнии в песчаный грунт.

Степень окатанности песчаных зерен оценивалась путем анализа серии мКТ-изображений (15 – 20 изображений для каждого образца), которые представляют собой снимки произвольных срезов зерен, полученные с помощью рентгеновского компьютерного микротомографа (рисунок 2).

Оценка окатанности песчаных зерен по коэффициенту Уоделла (Q_w) показала, что наиболее окатанными являются озерно-аллювиальные зерна. Для них отмечены максимальные значения $Q_w = 0,8 - 0,9$. Для эоловых зерен характерны значения $Q_w = 0,6 - 0,7$. Наименее окатанными являются зерна аллювиального генезиса: так, для аллювиальных песков р. Лена отмечаются минимальные значения $Q_w = 0,3 - 0,4$, для аллювиальных песков р. Синяя $Q_w = 0,4 - 0,5$ [1].

Плотность исследуемых песчаных грунтов в рыхлом сложении меняется от $1,40 \text{ г/см}^3$ у аллювиальных песков р. Лена, зерна которых наименее окатаны и имеют более угловатую форму, до $1,49 \text{ г/см}^3$ у хорошо окатанных эоловых песков с поверхности верхнего плато тукулана Самыс-Кумага. Невысокую плотность в рыхлом сложении $1,43 \text{ г/см}^3$ также имеют эоловые пески, отобранные с поверхности тукулана в междуречье р.р. Синяя и Матта и аллювиальные пески первой террасы р. Синяя. Для остальных образцов характерны значения плотности в рыхлом сложении $1,46 - 1,48 \text{ г/см}^3$.

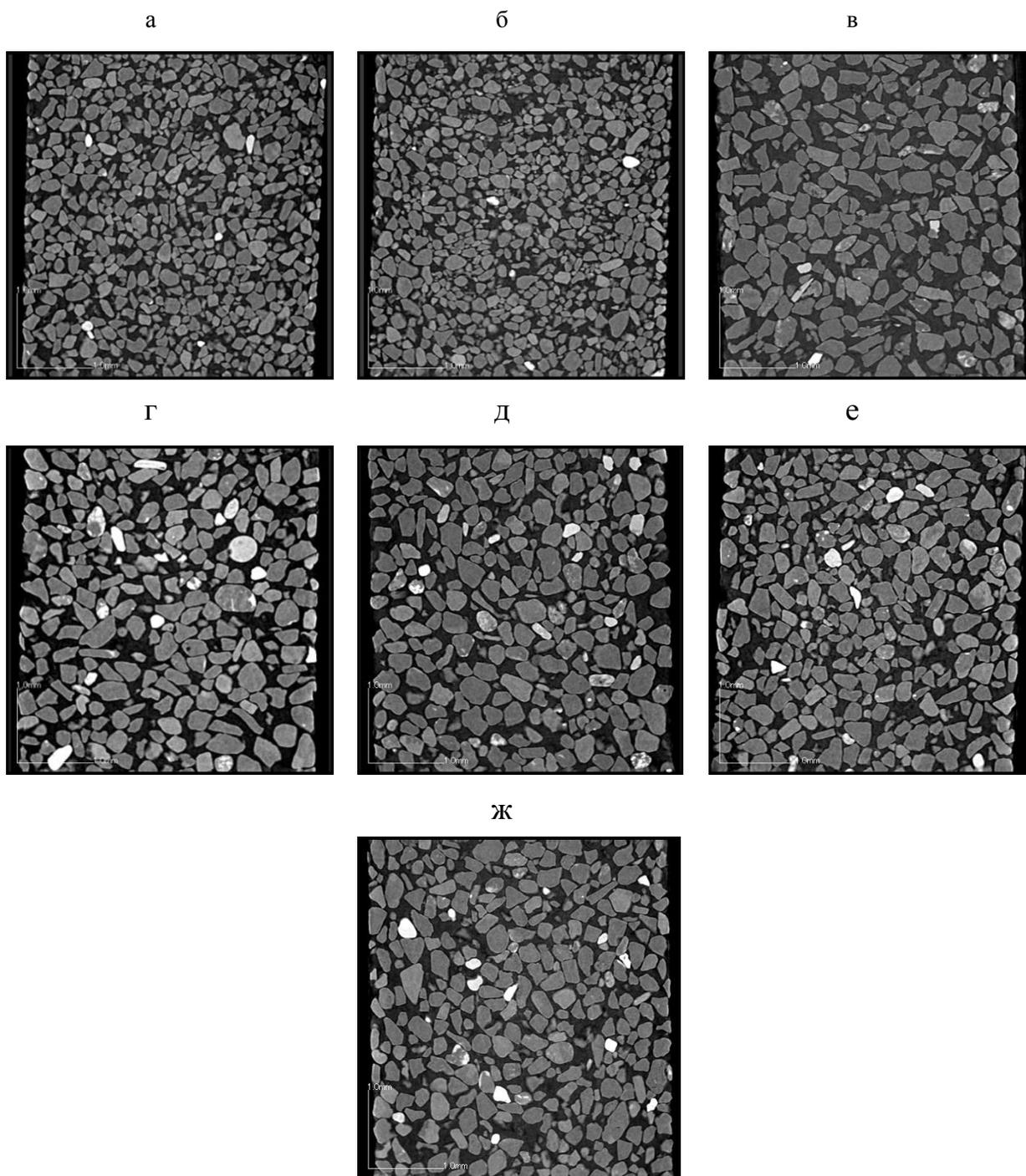
Значения плотности исследуемых грунтов в плотном сложении составляют $1,65 - 1,73 \text{ г/см}^3$. Наименьшее значение этого показателя имеют слабо окатанные аллювиальные пески р. Лена. Максимальное значение плотности в плотном сложении характерно для эоловых песков с поверхности верхнего плато тукулана Самыс-Кумага. Остальные отобранные образцы грунтов характеризуются значениями плотности в плотном сложении в пределах $1,70 - 1,71 \text{ г/см}^3$.



а – золотые пески с поверхности дюны активного тукулана Кысыл Элесин; б – предположительно, обломок фульгурита (тот же образец); в – озерно-аллювиальные пески из основания активного тукулана Кысыл-Элэсин; д – золотые пески зарастающего тукулана в междуречье р.р. Синяя и Матта, покрытые аутигенными поверхностными пленками; е – аутигенные пленки на поверхности песчаного зерна (тот же образец)

Рисунок 1 - РЭМ-изображения типичных кварцевых зерен изученных образцов (фото М.С. Чернова)

Коэффициенты пористости в рыхлом и плотном сложениях имеют значения, соответственно, 0,81 – 0,91 и 0,55 – 0,62. Наиболее высокие значения обоих показателей характерны для аллювиальных песков р. Лена, что свидетельствует об увеличении пористости песков с уменьшением окатанности зерен.



а – аллювий первой надпойменной террасы р. Синяя, б – золотые пески с поверхности зарастающего тукулана в междуречье р.р. Синяя и Матта, в – пойменный аллювий р. Лена, г – золотые пески с поверхности зарастающего склона тукулана Самыс-Кумага, д – золотые пески с верхнего плато тукулана Самыс-Кумага, е – озерно-аллювиальные пески из основания тукулана Кысыл-Элэсин, ж – золотые пески с поверхности дюны тукулана Кысыл-Элэсин

Рисунок 2 – μ КТ-изображения произвольных срезов зерен изученных песков (фото Р.А. Кузнецова)

На показатели плотности в рыхлом и плотном сложениях и, как следствие, на уплотняемость песчаных грунтов прослеживается влияние минерального состава и

морфологии песчаных зерен. Наиболее уплотняемыми являются аллювиальные пески р. Синяя ($F = 0,59$), а наименее уплотняемыми – озерно-аллювиальные пески из основания тукулана Кысыл-Элэсин ($F = 0,37$). Образец аллювиальных песков р. Синяя, как уже было сказано выше, отличается относительно высоким содержанием слюдистых минералов, имеющих уплощенную, чешуйчатую форму. Известно, что пески, содержащие упругие пластинчатые частицы слюды в большом количестве, хорошо уплотняются под внешними воздействиями. Кроме того, зерна аллювиальных песков отличаются меньшей степенью окатанности. Озерно-аллювиальные пески из основания тукулана Кысыл-Элэсин, напротив, характеризуются наиболее сферическими, хорошо окатанными частицами, что приводит к уменьшению их уплотняемости.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что плотностные свойства песчаных грунтов при прочих равных условиях (сходные минеральный и гранулометрический составы) во многом зависят от особенностей морфологии песчаных зерен, которая, в свою очередь, определяется генетическим типом песчаных отложений.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00944а с использованием оборудования, приобретенного в рамках Программы развития МГУ.

Список литературы

1 Об особенностях строения песчаных зерен эоловых песков тукуланов / А.Е. Харламова, С.Д. Балыкова, М.С. Чернов, Р.А. Кузнецов // Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции "Геонауки: проблемы, достижения и перспективы развития", 27–28 апреля 2018. – Издательский дом СВФУ: Якутск, 2018. – С. 176–179.

Б.Б. ЧАРЫЕВ

РАСЧЕТ ОСАДКИ ФУНДАМЕНТА МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО СУММИРОВАНИЯ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»
г. Гомель, Республика Беларусь
charyyev.b@mail.ru*

Расчет осадки производился методом послойного суммирования с учетом действия только вертикальных напряжений σ_{zg} и σ_{zp} , проходящих через центр тяжести подошвы фундамента вдоль оси «Z» [1].

Этот метод рекомендован СНиП 2.02.01-83 и является основным при расчете абсолютных осадок фундаментов промышленных зданий и гражданских сооружений.

Осадка основания S рассчитывается с использованием расчетной схемы в виде линейно - деформируемого полупространства по формуле (1):

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} h_i}{E_i}, \text{ c} \quad (1)$$

где β – безразмерный коэффициент, равный 0,8; $\sigma_{zp,i}$ -среднее значение дополнительного вертикального напряжения в i -ом слое грунта, равное полусумме указанных напряжений на верхней z_{i-1} и нижней z_i границах слоя по вертикали, проходящей через центр подошвы фундамента; h_i и E_i -соответственно толщина и модуль деформации i -го слоя грунта; n - число слоев, на которое разбита сжимаемая толща основания.

Вычисление конечной осадки фундамента мелкого заложения (ФМЗ) методом послойного суммирования производится в следующей последовательности.

1. Вычисляем ординаты эпюр природного (бытового) давления $\sigma_{zg,i}$ в характерных точках на расчетной схеме, в том числе: границы слоев между грунтами (ИГЭ), отметка подошвы фундамента FL ; отметка уровня расположения подземных вод WL по глубине полупространства вдоль оси «z». Давления $\sigma_{zg,i}$ по глубине определяем по формуле (2) [2]:

$$\sigma_{zg,i} = \sum_{i=1}^n \gamma_{IIIi} * h_i, \text{ кПа} \quad (2)$$

где γ_{IIIi} – удельный вес i -ого слоя грунта (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды); h_i – толщина i -го слоя грунта.

2. Вычисляем ординаты эпюр вспомогательного давления $\sigma_{z\text{всп},i}$ в тех же характерных точках, что и $\sigma_{zg,i}$ на расчетной схеме по глубине полупространства вдоль оси «z». Давления $\sigma_{z\text{всп},i}$ по глубине полупространства, определяем по формуле (3) [1]:

$$\sigma_{z\text{всп},i} = \sum_{i=1}^n 0,2 * \sigma_{zg,i}, \text{ при } E \geq 5 \text{ МПа (50 кПа)} \quad (3)$$

Ниже уровня подземных вод WL удельный вес грунта определяем с учетом взвешивающего действия воды γ_w . Поэтому природное (бытовое) давление $\sigma_{zg,i}^w$ ниже WL вычисляем по формуле (4) [1]:

$$\sigma_{zg,i}^w = \sum_{i=1}^n \frac{\gamma_{Si} - \gamma_w}{1 + e_i}, \text{ МПа} \quad (4)$$

где γ_{Si} – удельный вес частиц i -ого слоя грунта; γ_w – удельный вес подземной воды, принимаемый равным 10 кН/м^3 ; e_i – коэффициент пористости i -ого слоя грунта.

Расчеты выполнялись на основе данных, полученных при инженерных изысканиях, выполненных ППУП «Светлогорскгражданпроект» под строительство 10-этажного жилого дома в г. Речица [3].

Для расчетов выбрана скважина №1 (рисунок 1).

Исходные данные для скважины №1:

Отметка планировки: 130,21 м;

Отметка подошвы фундамента: 127,09 м;

Объемный вес грунта выше подошвы фундамента: $1,85 \text{ т/м}^3$;

Нагрузка на 1 м.п. по подошве фундамента: 20 т/м.п.;

Ширина фундамента: 1,18 м;

Толщина элементарного слоя: 0,24 м.

Исходные данные для скважины №1:

Отметка планировки: 130,21 м;

Отметка подошвы фундамента: 127,09 м;

Объемный вес грунта выше подошвы фундамента: $1,85 \text{ т/м}^3$;

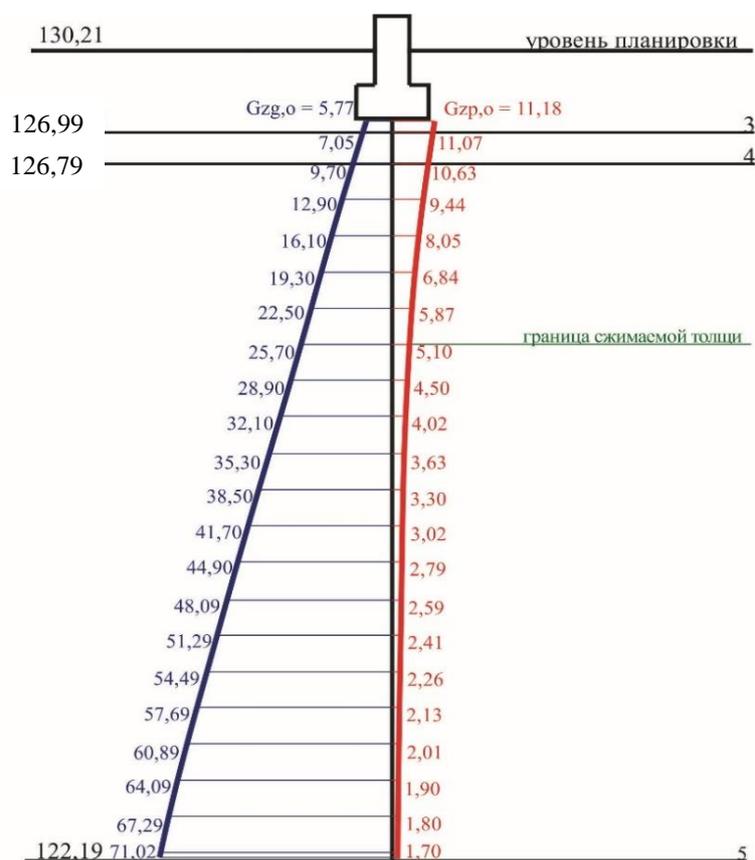
Нагрузка на 1 м.п. по подошве фундамента: 20 т/м.п.;

Ширина фундамента: 1,18 м;

Толщина элементарного слоя: 0,24 м.

Таблица 1 – Расчет осадки для скважины № 1

№	ИГЭ	h , м	H , м	z , м	m	σ_{zg} , Т/М ²	σ_{zp} , Т/М ²	S , мм
1	3	0,1	3,2	0,1	0,2	7,1	11,1	1,1
2	4	0,2	3,4	0,3	0,5	9,7	10,6	0,8
3	5	4,6	8,0	4,9	8,3	71,0	1,7	1,3



Осадка 3,4 мм.

- Gzg** Дополнительное вертикальное напряжение от внешней нагрузки на глубине z от подошвы фундамента и на уровне подошвы
- Gzp** Вертикальное напряжение от собственного веса грунта на глубине z от подошвы фундамента и на уровне подошвы

Рисунок 1 – Схема расчета осадки для скважины № 1 со слабым слоем

Граница сжимаемой толщи на отметке 125,59 м.

Расчетное значение осадки 3,4 мм.

Наибольшую осадку при своей мизерной мощности дает слой №3 (супесь средней прочности). Осадка слоя составляет 1,1 мм, что составляет 32,4 % от общего показателя осадки.

Пояснения к таблице 1:

h - толщина слоя, м;

H - расстояние от уровня планировки до низа элементарного слоя, м;

z - расстояние от подошвы фундамента до низа элементарного слоя, м;
 m - коэффициент, равный $2 \cdot z/b$, где b - ширина фундамента;
 σ_{zg} , - природное давление, т/м²;
 σ_{zp} - дополнительное давление, т/м²;
 S - осадка слоя, мм.

По проделанным расчетам можно сделать следующие выводы:

- 1) Величина осадки сей толщи для скважины №1 составляет 3,4 мм, из нее осадка слабопроницаемой толщи 1,1 мм, что составляет 32,4 % от общего показателя осадок.
- 2) Анализируя полученные результаты можно сделать вывод о том, что наличие слабого слоя существенно влияет на общее число осадки.

Список литературы

- 1 Цытович Н.А. Механика грунтов: Учебник для вузов: 3-е изд., доп. – Москва: Высш. школа, 1979. – 272 с.
- 2 Мирсаяпов И.Т. Механика грунтов, основания и фундамента: учебное пособие. – Казань, КГАСУ, 2008. – 97 с.
- 3 Литвин, Г.А. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях по объекту: «Жилой дом №18а в микрорайоне №15 в г. Речица».

А.В. ШЕХОВЦОВА, В.А. КОРОЛЕВ

К РАЗРАБОТКЕ ГРУНТА-АНАЛОГА МАРСА

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Российская Федерация
anastasi@itforb.ru; va-korolev@bk.ru*

В последнее время в США, России и Китае планируются долгосрочные программы исследования и освоения Марса. История изучения поверхности Марса берет свое начало 14 июля 1965 года, когда американский аппарат “Маринер-4” пролетел на расстоянии 9846 км от поверхности планеты и сделал первый снимок [9]. Дальнейшее изучение проводилось американскими программами *Mariner* и *Viking*, советскими аппаратами серии Марс, а позднее и американскими марсоходами *Spirit*, *Opportunity*, *Phoenix* и *Curiosity*. В конце ноября 2018 года ожидается посадка нового американского исследовательского аппарата *InSight*, который настроен на изучение уже внутреннего строения и состава Марса. Однако пока ни один из космических аппаратов не предназначен для возвращения на Землю, поэтому у ученых в настоящее время нет образцов марсианского грунта для исследований.

Вместе с тем актуальным является поиск и создание грунтов-аналогов Марса на Земле. Поскольку мы имеем только косвенные данные о составе и структуре грунтов актуальным является моделирование грунтов-аналогов в земных условиях. Также для моделирования посадки космических аппаратов на поверхность Марса необходимо создание в земных условиях крупногабаритной инженерно-геологической модели марсианского грунта. В результате этого можно будет прогнозировать возможные варианты посадки, оценить риски и разработать рекомендации по техническому оснащению посадочных модулей космических аппаратов.

Поэтому целью данной работы является анализ различных методов создания моделей марсианского грунта, а также рассмотрение уже имеющихся грунтов-аналогов Марса, на основании чего можно будет дать рекомендации о создании новой модели.

На основе данных, полученных посадочными аппаратами, определялись состав и строение поверхностных отложений Марса, которые могут быть выделены в 4 различные категории грунтов по физическим и физико-механическим свойствам: сухой реголит, мерзлый реголит, полускальный грунт и скальный грунт. Сухой реголит в свою очередь делится на 4 подкатегории по размеру зерен: эоловые наносы, грунт с коркой и комковатый грунт, каменистый грунт и песок [1]. Были произведены исследования химического и минерального состава марсианского грунта из трех регионов: кратера Гусев (аппарат *Spirit*), плато Меридиана (аппарат *Opportunity*) и кратера Гейл (аппарат *Curiosity*) (рисунок 1, 2) [7][8].

Инженерно-геологическая модель грунта Марса представляет собой смесь грунтовых компонент, которые схожи с марсианским реголитом гранулометрическим составом, физическими и физико-механическими свойствами. Одним из основных вопросов методики создания грунта-аналога является подбор подходящего гранулометрического состава модели марсианского грунта, который осуществляется методом предельных кривых. Метод основан на знании того, что из двух исходных грунтов с известными интегральными кривыми гранулометрического состава, можно получить любую смесь, гранулометрический состав которой будет заключен между этими двумя предельными кривыми. Если результат не достигается, то требуется постепенно ввести в систему недостающие фракции грунтов или иных искусственных материалов. Также при подборе гранулометрического состава важным является и подбор частиц формы, характерной для данной фракции реголита [2].

После приготовления такой смеси исследуются физические и физико-механические свойства грунта-аналога. Оценка подобия полученной модели и реального грунта происходит на базе статистического анализа данных и подсчета критериев подобия. В основе обоснования модели лежит метод аналогий [3].

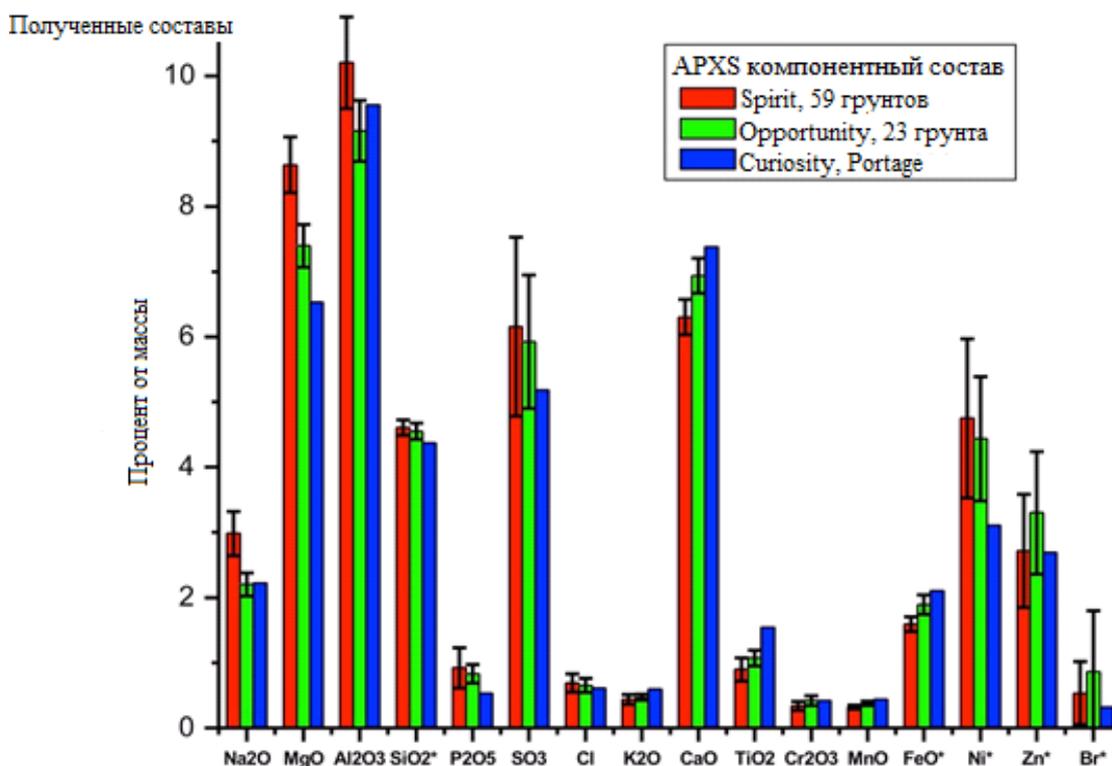


Рисунок 1 – Химический состав типичных марсианских грунтов из регионов: кратера Гусев, плато Меридиана, кратера Гейл [7]

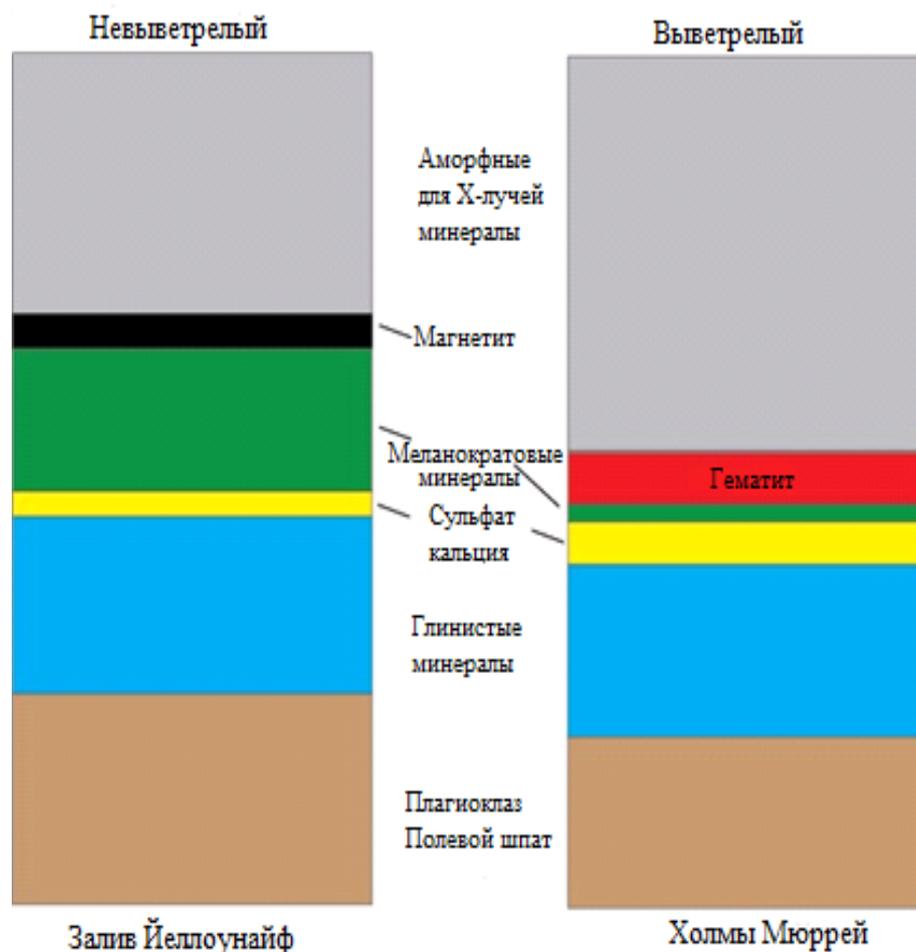


Рисунок 2 – Сравнительная минералогия озерного мадстоуна [8]

В настоящее время в России, США и Китае ведутся разработки моделей марсианского грунта. Так в американском Национальном управлении по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) проводились исследования по созданию 3 грунтов-аналогов: *JSC MARS-1* (1998), *Mojave Martian Simulant (MMS, 2007)* и *Mars Global Simulant (MGS-1, 2018)*. Грунты-аналоги *JSC MARS-1* и *MMS* ориентировались на данные аппаратов *Viking* и *Pathfinder*, в то время как *MGS-1* уже используют последние данные аппарата *Curiosity* [6].

Все три модели строились в первую очередь по химическим и минералогическим данным, из-за этого показания физических и физико-механических свойств довольно часто имели большую погрешность. Например, в качестве фракции <1 мм во всех случаях брали выветрелый вулканический пепел с Гавайских островов, однако он имеет намного большую летучую компоненту (7,8 wt % при 100 °C до 21,1 wt % при 600 °C) в сравнении с данными *Viking* (0,1 – 1 wt % при 500 °C) [4].

Также стоит упомянуть про важнейшие инженерно-геологические характеристики: сцепление, угол внутреннего трения и процентное соотношение воды. Характеристики *MMS* довольно сильно отличаются от данных аппарата *Pathfinder* (таблица 1) [5].

Кроме того, следует сказать, что грунты-аналоги *JSC MARS-1* и *MMS* имели довольно большой показатель намагниченности: 25 % массы пробы снималось ручным магнитом. Содержание магнитного материала в грунте Марса оценивается в диапазоне от 1 % до 7 %, однако данные таких моделей грунтов могут сильно повлиять на проектирование посадочных аппаратов [4].

Таблица 1 – Физико-механические свойства моделей MMS и марсианского грунта по данным *Pathfinder* [5]

	Сцепление (кПа)	Угол внутреннего трения	% H ₂ O
Данные <i>Pathfinder</i> : Типичный диапазон	0,120 – 0,356	32 ⁰ – 41 ⁰	0,1 – 1 %
Типичный средний	0,238	36,61 ⁰	
MMS смесь	1,149	41 ⁰	2,4 %
MMS пыль	0,383	31 ⁰	4 %

В России также ведутся разработки инженерно-геологических моделей марсианского грунта [1,2,3]. В основе модели марсианского реголита закладываются пепловые пески Камчатки, наиболее подходящие по минеральному составу, а также богатые железом дисперсные грунты кор выветривания и железистые пески различного генезиса.

Таким образом в настоящее время разрабатываются различные подходы к моделированию грунта Марса в земных условиях. Для создания инженерно-геологической модели необходим подбор компонентов по гранулометрическому составу с целью воссоздания наиболее точных физических и физико-механических характеристик, с учетом общей минералогии и химического состава вещества. При этом за основу могут быть взяты андезито-базальтовые туфы Камчатки, железистые и другие пески, а также искусственные материалы.

Список литературы

- 1 Демидов, Н.Э. Грунт Марса: разновидности, структура, состав, физические свойства, буримость и опасности для посадочных аппаратов / Н.Э. Демидов, А.Т. Базилевский, Р.О. Кузьмин // «Астрономический вестник» – М.: Наука, 2015, том 49. –№ 4. – С. 243–261.
- 2 Королев, В.А. К методике создания инженерно-геологических моделей грунтов Луны и планет / В.А.Королев, А.А. Кугубаев, Е.В. Гладкова // Материалы VIII Общероссийской научно-практической конференции изыскателей «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации». – М. : ООО «Геомаркетинг», 2012. – С. 25–27.
- 3 Медведев, В.А. Создание инженерно-геологической модели марсианского реголита / В.А. Медведев, В.А. Королев // Инженерные изыскания в строительстве: материалы X научно-практической конференции молодых специалистов. – М. : ПНИИИС, 2014. – С. 10–16.
- 4 Allen, C. C., Morris R. V., Jager K. M., Golden D. C., Lindstrom D. J., Lindstrom M. M., Lockwood J. P., Martian regolith simulant JSC MARS-1 // Lunar and Planetary Science XXIX, - United State, March 16–20, 1998.
- 5 Beegle L. W., Peters G. H., Mungas G. S., Bearman G. H., Smith J.A., Anderson R. C., Mojave martian simulant: a new martian soil simulant // Lunar and Planetary Science XXXVIII (2007) – United States, March 12–16, 2007.
- 6 Cannon K. M., Britt D. T., Smith T. M., Fritsche R. F., Batchelder D., Mars global simulant MGS-1: A Rocknest-based open standard for basaltic martian regolith simulants // «Icarus» - United States, Elsevier, 2019, том 317, P.470-478.
- 7 NASA, 2012, Inspecting Soils Across Mars, 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mars.nasa.gov/resources/4910/inspecting-soils-across-mars/> – Дата доступа: 20.10.2018.
- 8 NASA, 2016, Mineral Content Comparison at Two Gale Crater Sites [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mars.nasa.gov/resources/mineral-content-comparison-at-two-gale-crater-sites/> - Дата доступа : 20.10.2018.
- 9 NASA, 2018, First TV Image of Mars, 2011 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1982.html. –Дата доступа – 21.10.2018.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА
«ХРАНИЛИЩЕ ЖИДКОЙ СЕРЫ
ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
rengm_2016@mail.ru*

Инженерно-геологические условия определяются рельефом, геологическим и гидрогеологическим строением, а также свойствами грунтов, залегающих в основании сооружений. Инженерно-геологические изыскания на объекте исследования проводились в октябре 2015 года.

Хранилище жидкой серы расположено на территории Гомельского химического завода. В геоморфологическом отношении оно приурочено ко II-й надпойменной террасе р.Сож. Рельеф спланирован насыпным грунтом, поверхность ровная с незначительным уклоном в юго-западном направлении. Неблагоприятные геологические процессы не выявлены.

В геологическом строении участвуют отложения (рисунок 1):

1) Техногенные (искусственные образования (*thIV*) – вскрыты с поверхности всеми скважинами представлены песками пылеватыми и средними находящимися в маловлажном и влажном состоянии с включениями гравия, строительного мусора. Давность отсыпки более пяти лет. Мощность отложений 1,6 – 1,8 м.

2) Аллювиальные II-й надпойменной террасы р.Сож (*a₂IIIpz*) – вскрыты всеми скважинами и представлены песками пылеватыми находящимися во влажном, водонасыщенном состоянии с тонкими (до 0,1 м) прослойками супеси. Мощность отложений 1,5 – 1,6 м.

3) Моренные отложения мозырского подгоризонта (*gIIId₃*) – вскрыты повсеместно и представлены супесью пластичной, твердой консистенции и суглинком тугопластичной, мягкопластичной и полутвердой консистенции с частыми маломощными (до 0,2 м) прослойками песка водонасыщенного, с включениями гравия и гальки до 15 %. Вскрытая мощность отложений 8,7 – 8,8 м.

Выделение ИГЭ проведено на основе оценки характера пространственной изменчивости физических (природная влажность, плотность, пористость, коэффициент пористости, влажность на границе текучести, влажность на границе раскатывания) и механических (удельное сцепление, угол внутреннего трения) характеристик грунтов и их коэффициентов вариации. Выделены следующие ИГЭ:

1) голоценовый горизонт – техногенные (искусственные) отложения:

1.1) ИГЭ-1 – грунт насыпной (песок средний);

1.2) ИГЭ-2 – грунт насыпной (песок пылеватый);

2) поозерский горизонт – аллювиальные II-й надпойменной террасы р. Сож:

2.1) ИГЭ-3 – песок пылеватый прочный водонасыщенный;

2.2) ИГЭ-4 – песок пылеватый средней прочности водонасыщенный;

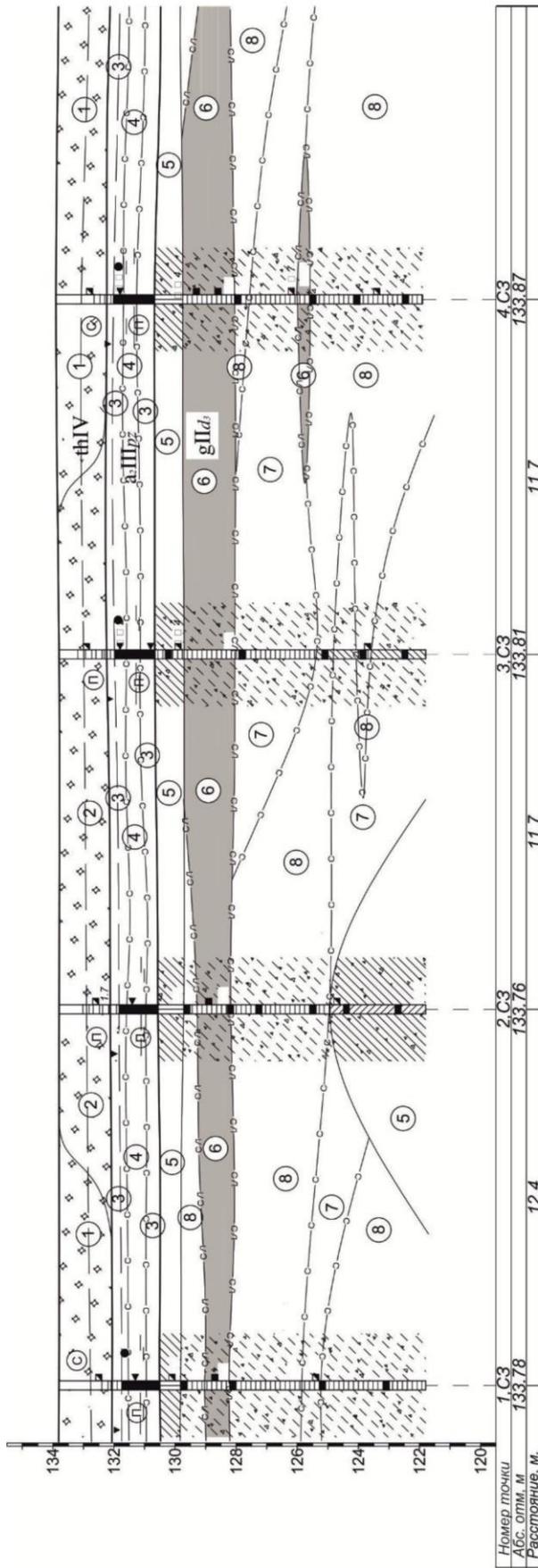
3) днепровский горизонт – моренные мозырского подгоризонта:

3.1) ИГЭ-5 – суглинок средней прочности;

3.2) ИГЭ-6 – супесь слабая;

3.3) ИГЭ-7 – супесь средней прочности;

3.4) ИГЭ-8 – супесь прочная.



Условные обозначения

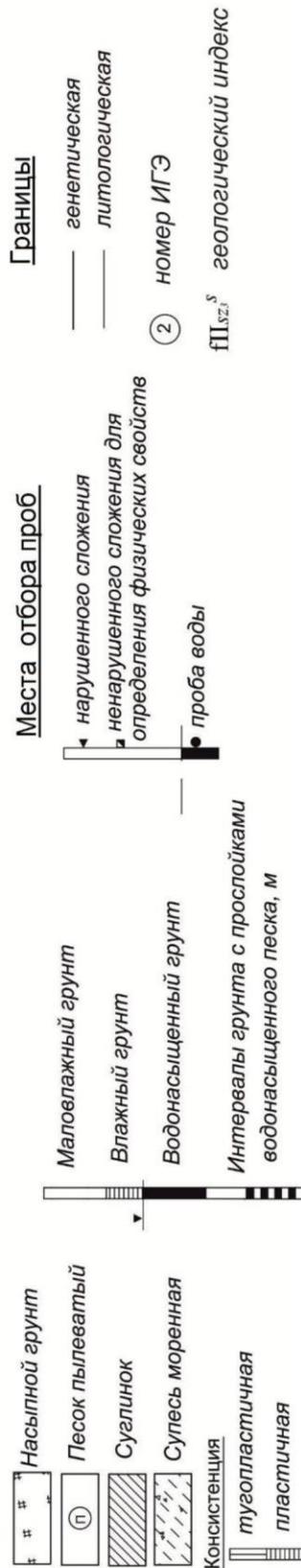


Рисунок 1 – Инженерно-геологический разрез [1]

В период проведения изысканий на площадке вскрыты грунтовые воды аллювиальных отложений и воды спорадического распространения, которые тесно связаны между собой и имеют единый установившийся уровень, зафиксированный на глубине 1,8 – 2,0 метра (таблица 1). Грунтовые воды приурочены к пескам пылеватым прочным (ИГЭ-3) и пескам пылеватым средней прочности (ИГЭ-4). Воды спорадического распространения приурочены к маломощным (до 0,2 м) прослойкам песков в глинистых грунтах (ИГЭ-5-8). Воды безнапорные, максимальный прогнозируемый уровень грунтовых вод, во влагообильные периоды года, следует ожидать на 1,0 м выше зафиксированного при бурении.

Таблица 1 – Уровни подземных вод [1]

№ скв.	Абсолютная отметка устья, м	Зафиксированный уровень грунтовых вод и вод спорадического распространения		Абсолютные отметки прогнозируемого уровня грунтовых вод и вод спорадического распространения
		Глубина, м	Абс. отметка, м	
1	133,78	2,0	131,78	132,78
2	133,76	1,9	131,86	132,86
3	133,81	1,8	132,01	133,01
4	133,87	1,8	132,07	133,07

Техногенные отложения на участке представлен песком средним и пылеватым. По результатам лабораторных определений образцов, отобранных в скважинах 1 и 4 на глубине 1,0 – 1,4 насыпного грунта ИГЭ-1 в составе выявлены гравийные частицы в количестве 19,2 – 19,4 % от общей массы (таблица 2). Значения плотности грунта для образцов песка среднего ИГЭ-1 составляет 1,68 г/см³, а плотности частиц грунта в 1,6 раза больше.

Таблица 2 – Результаты лабораторных определений гранулометрического состава грунтов [1]

ИГЭ	№ скв.	Глубина отбора, м		Гранулометрический состав, %						
				Размер частиц, мм						
		От	До	10 – 5	5 – 2	2 – 1	1 – 0,5	0,5 – 0,25	0,25 – 0,10	менее 0,10
1	1	1,2	1,4	10,1	9,3	2,6	7,0	22,6	29,7	18,7
1	4	1,0	1,2	8,7	10,5	3,7	9,1	23,2	28,3	16,5
2	2	1,1	1,3	-	0,9	0,3	2,1	13,7	22,6	60,4
2	3	0,8	1,0	-	1,3	1,9	3,6	12,7	25,1	55,4
3	3	2,0		-	2,5	3,6	5,1	10,7	41,2	36,9
3	4	2,1		-	3,6	4,8	8,3	11,8	36,6	34,9
4	1	2,5		-	3,3	0,8	1,8	14,3	39,0	40,8
4	2	2,4		-	1,9	3,2	4,1	12,8	40,6	37,4

В ходе проведения инженерно-геологических изысканий из скважин 2 и 3 были отобрано 2 образца насыпного грунта ИГЭ-2 на глубине 0,8 – 1,3 м. В гранулометрическом составе образцов преобладают песчаные частицы в количестве 98,7– 99,1 % от общей массы, а остальное приходится на гравий (рисунок 2).

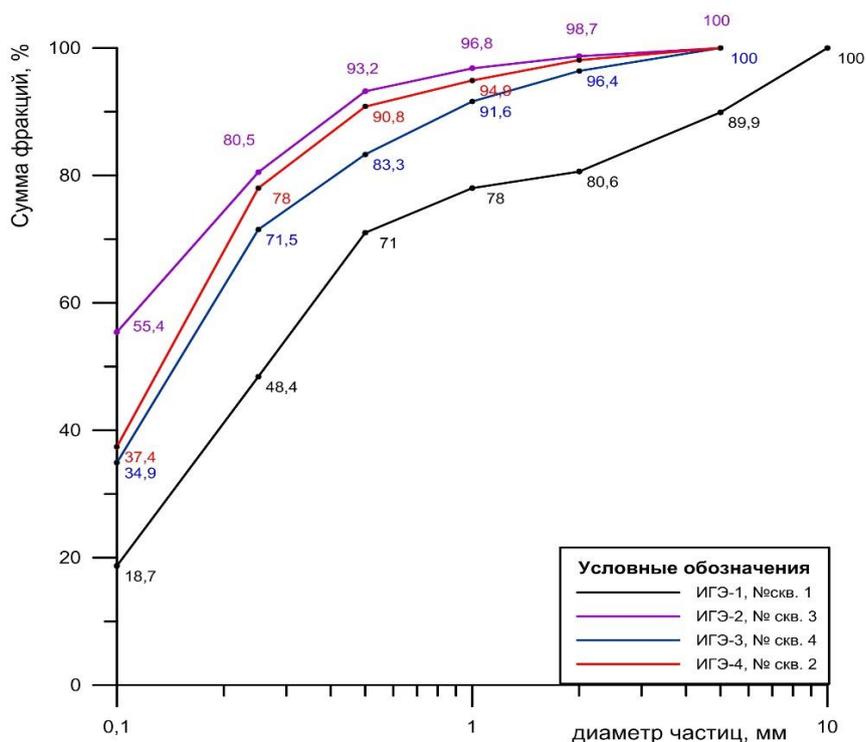


Рисунок 2 – Интегральные кривые гранулометрического состава грунтов [составлен автором]

Инженерно-геологические условия для строительства на естественном основании, ограниченно благоприятны. Осложняющими факторами являются:

1) неоднородность состава и плотности сложения насыпного грунта песка среднего (ИГЭ-1) и песка пылеватого (ИГЭ-2) его большая мощность, незавершенность самоуплотнения, о чем свидетельствуют пониженные значения удельного сопротивления грунта зондированию.

2) высокое расположение прогнозируемого уровня грунтовых вод;

3) залегание в зоне воздействия фундамента песка пылеватого средней прочности водонасыщенного (ИГЭ-4), суглинка средней прочности (ИГЭ-5), супеси слабой (ИГЭ-6), супеси средней прочности (ИГЭ-7) с пониженными прочностными и деформационными свойствами;

4) агрессивные свойства подземных вод;

5) агрессивные свойства грунтов.

Насыпные грунты (ИГЭ-1,2) в качестве естественного основания фундаментов не рекомендуются. С инженерно-геологических позиций можно рассматривать варианты заглубления фундаментов в подстилающие грунты, замены насыпного грунта песчаной (гравийной) подушкой.

Список литературы

1 Архив ОАО «Гомельгеосервис» за 2015 г. – Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям для объекта № 96/15ГС. Инв. № 6023.

И.С. ЮЩЕНКО

ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
rengm_2016@mail.ru*

Степень защищенности подземных вод от проникновения в водоносные горизонты загрязняющих компонентов с поверхности земли является очень важным показателем устойчивости и уязвимости гидросферы.

Защищенность подземных вод промышленной площадки и санитарно-защитной зоны ОАО «Гомельский химический завод» рассматривается для грунтового ($a_2III_{pz} + fIII_d^b$), подморенного ($f,lgII_{br-II_d}$) и палеогенового водоносных горизонтов (P_{zhr}) по данным, изложенным в диссертации Коцур В.В.

Защищенность подземных вод зоны свободного водообмена можно определить на основе глубины залегания уровня грунтовых вод (мощность зоны аэрации), строения и литологического состава пород, мощности слабопроницаемых отложений, залегающих над грунтовыми водами, а также фильтрационных свойств отложений.

При оценке защищенности грунтового водоносного горизонта главным фактором являются мощность зоны аэрации, а также наличие в ней слабопроницаемых пород. Зона аэрации расположена от поверхности земли до уровня грунтовых вод и имеет большое значение для защиты от проникновения загрязнения в первые от поверхности водоносные горизонты. Как правило, чем больше мощность зоны аэрации, тем больше времени потребуется для проникновения загрязнения в водоносный горизонт. Кроме мощности зоны аэрации важную роль играют проницаемость и литологический состав слагающих ее пород. Неблагоприятным является случай, когда зона аэрации представлена такими породами как щебень, гравий, песок.

На территории промышленной площадки и санитарно-защитной зоны ОАО «ГХЗ» грунтовый водоносный горизонт объединяет воды четвертичных отложений, которые представлены песками водно-ледниковых отложений времени отступления днепровского ледника и аллювиальными образованиями надпойменных террас, приуроченных к долине реки Рандовка и Мильчанской канавы. Пески по механическому составу мелко- и тонкозернистые, реже среднезернистые, с прослоями супесей, и незначительным содержанием гальки и гравия.

Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузки напорных вод, а также техногенных стоков. Химический состав грунтовых вод сильно варьирует в зависимости от расположения источников поверхностного загрязнения. Воды обладают агрессивностью к железобетонным конструкциям, которая возникла в результате эксплуатации объектов завода [2]. Учитывая мощность зоны аэрации и ее литологический состав, грунтовые воды характеризуются слабой защищенностью, что отвечает наименее благоприятным условиям (рисунок 1).

Оценка защищенности напорных вод проведена на основе соотношения уровней исследуемого (H_2) и вышележащего (H_1) водоносных горизонтов, а также мощности разделяющего их водоупора. Н. В. Роговская выделяет три категории защищенности:

1) незащищенные напорные воды формируются в следующих случаях:

а) $m_0 < 5$ м; $H_2 \leq H_1$;

б) водоупор, невыдержанный по площади, имеются нарушения сплошности и литологические окна, $H_2 < H_1$.

2) условно-защищенные (напорные воды перекрыты выдержанным по площади водоупором и без нарушения при $5 \text{ м} < m_0 < 10 \text{ м}$; $H_2 > H_1$ и $m_0 > 10 \text{ м}$; $H_2 < H_1$;

3) защищенные (напорные воды перекрыты выдержанным по площади и без нарушения сплошности водоупором при $m_0 > 10 \text{ м}$ и $H_2 > H_1$) [1].

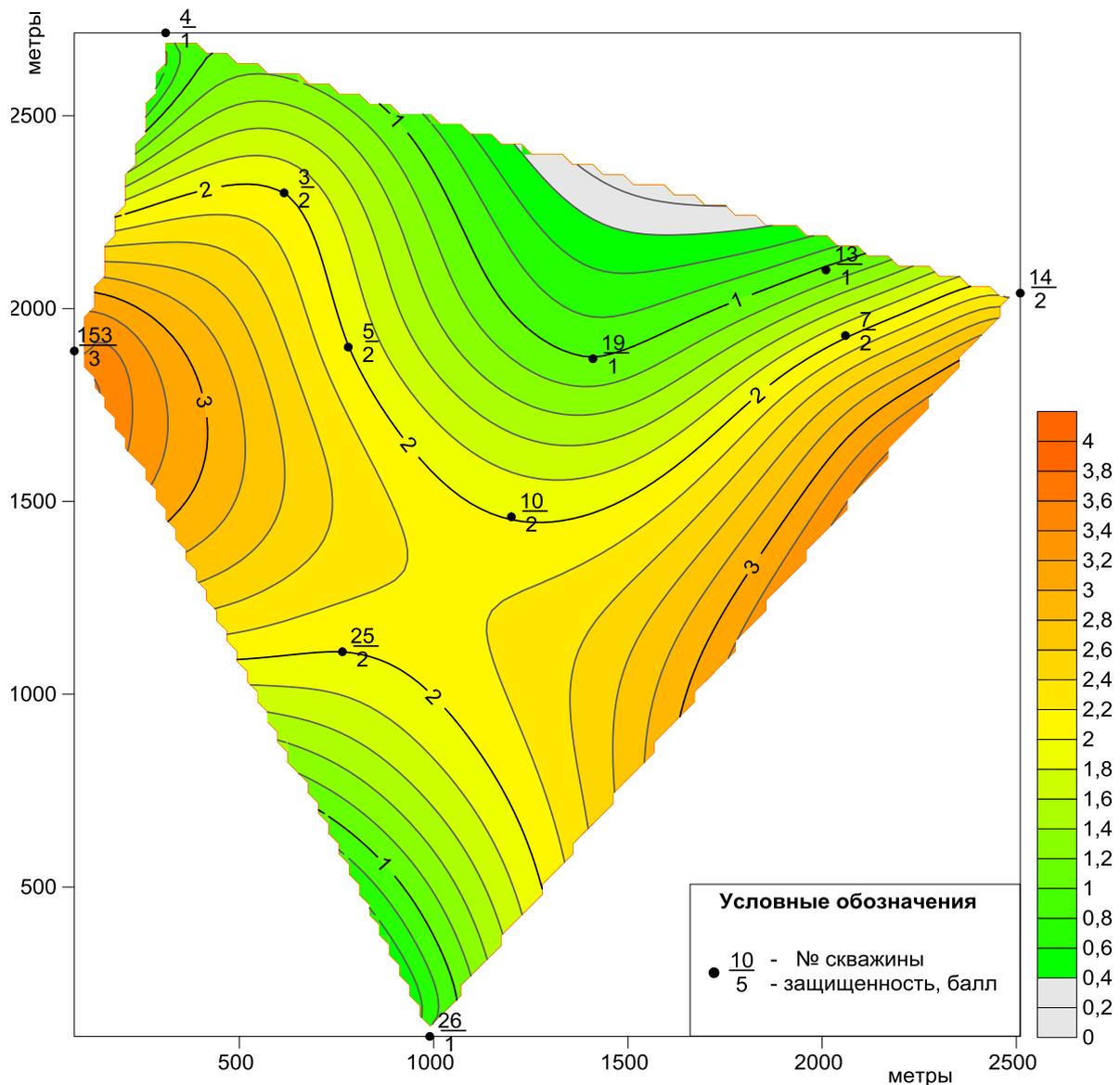


Рисунок 1 – Защищенность грунтовых вод ($a_2\Pi p_z + f\Pi d^s$) [составлен автором]

Нижне-среднеплейстоценовый водоносный горизонт (*f,lgIIbr-11d*) распространен на всей территории исследования и перекрывается слабопроницаемыми отложениями днепровской морены, которая представляет собой водоупорный слой. Водовмещающими породами являются пески разномерные с прослойками супесей и суглинков, реже встречаются включения мелкой гальки и гравия.

Питание нижне-среднеплейстоценового водоносного горизонта осуществляется путем перетекания из вышележащего грунтового горизонта через песчаные окна в моренных отложениях, а также за счет подтока из ниже залегающих горизонтов в областях их разгрузки. Химический состав воды зависит от геохимии моренных отложений, а также оказывает влияние и гидравлическая связь с грунтовым водоносным горизонтом [2].

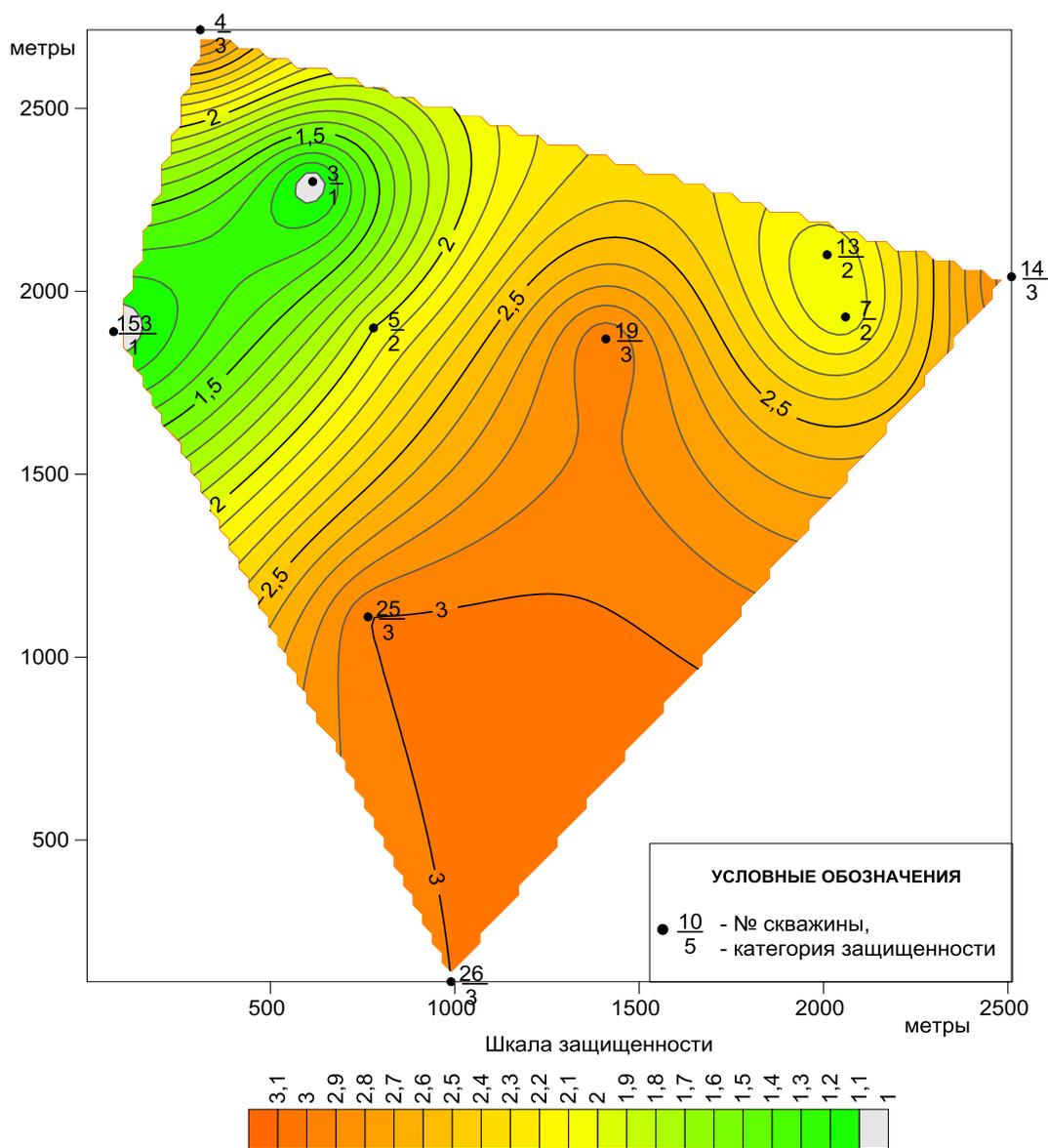


Рисунок 2 – Защищенность ниже-среднеплейстоценового водоносного горизонта (*f,lgIibr-IIId*) [составлен автором]

Степень защищенности напорных вод ниже-среднеплейстоценового водоносного горизонта изменяется от незащищенных до защищенных. Незащищенные ниже-среднеплейстоценовые воды наблюдается вблизи скважин 3, 153, а под отвалами фосфогипса образована зона условной защищенности (рисунок 2). Наиболее защищенные участки от проникновения загрязняющих веществ в ниже-среднеплейстоценовый водоносный горизонт приурочены к области расположения промышленной площадки ОАО «Гомельский химический завод».

Список литературы

- 1 Абалаков, А.Д. Экологическая геология: учеб. пособие / А.Д. Абалаков. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 267 с.
- 2 Коцур, В.В. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена на территории влияния Гомельского химического завода: дис. ... канд. г-м. наук: 25.00.09 / В.В. Коцур. – Гомель, 2004. – 251 л.

С.В. ЯКОВЕЦ

ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ГОРНЫХ ОТВОДОВ ДЛЯ ОДИНОЧНЫХ АРТЕЗИАНСКИХ СКВАЖИН НА ТЕРРИТОРИИ БУДА-КОШЕЛЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Частное предприятие «Экопомощь»,
г. Гомель, Республика Беларусь
yakovec_1990@mail.ru*

В статье рассмотрены характерные случаи, встречающиеся в практике выделения горных отводов одиночных артскважин в зависимости от возраста и проницаемости геологических пород в Буда-Кошелевском районе Республики Беларусь.

Для упорядочения землепользования с 1 февраля 2011 г. в Республике Беларусь был введен в действие ТКП 17.04-19-2010 (02120) «Правила разработки проекта обоснования границ горного отвода», разработанный РУП «БелНИГРИ» и 18.01.2017 г. вступило в силу Постановление Минприроды РБ № 6 «Об утверждении Инструкции о требованиях к содержанию и форме проекта обоснования границ горного отвода». В этих правилах и инструкции предусматриваются серьезные требования к геологическому обоснованию проекта.

Геологический возраст пород артскважин уточняется согласно государственной геологической, гидрогеологической или комплексной геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000, ТКП 17.04-43-2012 (02120) «Правила ведения государственного кадастра недр Республики Беларусь. Методическое руководство по составлению паспортов месторождений и проявлений полезных ископаемых, геотермальных ресурсов недр и подземных пространств», стратиграфических схем Беларуси 2010 г. [1].

Буда-Кошелевский район в структурном отношении находится на территории двух тектонических структур – Жлобинской седловины и Северо-Припятского плеча [2].

В геологическом строении района присутствуют породы кристаллического фундамента архейско-нижнепротерозойского возраста и осадочного чехла, сложенного образованиями протерозоя, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем [3].

Особенности геологических разрезов Буда-Кошелевского района:

1) Отсутствие сожской морены (*gIIsz*), водно-ледниковых днепровско-сожских отложений и отложений времени отступления сожского ледника.

Пример 1. Артскважина № 42405/88 н.п. Потаповка расположена в центральной части Буда-Кошелевского района Гомельской области и в северо-восточной части Северо-Припятского плеча. Артскважина № 42405/88 пробурена спецтрестом «Промбурвод» ССМУ № 4. Паспортные данные и геологический возраст пород артскважины № 42405/88 принятый Яковец С.В. при составлении проекта обоснования границ горного отвода приведены в таблице 1. Дебит артскважины № 42405/88 по паспортным данным 20 м³/ч, удельный дебит составляет 1,81 м³/(ч·м), статический и динамический уровни соответственно 21 м и 32 м.

2) Фрагментарное нахождение березинских отложений (*Ibr*).

Пример 2. Артскважина № 3454/5355/58 н.п. Лозов расположена в северо-восточной части Буда-Кошелевского района Гомельской области и в восточной части Жлобинской седловины. Артскважина № 3454/5355/58 пробурена спецтрестом «Промбурвод» ССМУ № 4. Паспортные данные и геологический возраст пород артскважины № 3454/5355/58 принятый Яковец С.В. при составлении проекта обоснования границ горного отвода приведены в таблице 2. Дебит артскважины № 3454/5355/58 16,8 м³/ч,

удельный дебит составляет 4,42 м³/(ч·м), статический и динамический уровни соответственно 14,2 м и 18 м.

Таблица 1 – Принятый геологический разрез горного отвода артскважины № 42405/88

Геологический индекс	Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
		от	до
gIIId	Глина бурая, плотная	0	26
gIIId	Глина серая, плотная	26	46
f,lgIbr-IIId	Песок серый, с/з	46	55
K ₂ t-km	Мергельно-меловая толща	55	131
K _{1a} l+K ₂ s ₁	Песок серый, с/з	131	136
K _{1a}	Глина черная	136	138

Таблица 2 – Принятый геологический разрез горного отвода артскважины № 3454/5355/58

Геологический индекс	Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
		от	до
gIIId	Суглинок красно-бурый, плотный	0	24
f,lgIbr-IIId	Песок желтый, м/з	24	32
gIbr	Глина плотная	32	38
f,lgIbr ⁱ	Песок серый	38	44
f,lgIbr ⁱ	Песок, м/з	44	49
K ₂ km	Мел белый, слабый	49	64
K ₂ t-km	Мергель серый, плотный	64	96
K _{1a}	Глина	96	99

3) Фрагментарное нахождение палеогеновых отложений (Р).

Пример 3. Артскважина № 4742/6643/63 н.п. Мачулище расположена в центральной части Буда-Кошелевского района Гомельской области и в северо-восточной части Северо-Припятского плеча. Артскважина № 4742/6643/63 пробурена спецтрестом «Промбурвод» ССМУ № 4. Паспортные данные и геологический возраст пород артскважины № 42405/88 принятый Яковец С.В. при составлении проекта обоснования границ горного отвода приведены в таблице 3. Дебит артскважины № 4742/6643/63 по паспортным данным 18 м³/ч, удельный дебит составляет 1,5 м³/(ч·м), статический и динамический уровни соответственно 12 м и 24 м.

4) Различная обводненность верхнемеловых толщ (К₂).

Пример 4. Две артскважины № 45505/89 н. п. Рогинь и № 42367/87 н. п. Моисеевкарасположены в северо-восточной части Буда-Кошелевского района Гомельской области в восточной части Жлобинской седловины. Артскважины № 45505/89 и № 42367/87 пробурены спецтрестом «Промбурвод» ССМУ № 4. Паспортные данные и геологический возраст пород артскважин № 45505/89 и № 42367/87 принятый Яковец С.В. при составлении проекта обоснования границ горного отвода приведены в таблицах 4, 5, 6.

Таблица 3 – Принятый геологический разрез горного отвода артскважины № 4742/6643/63

Геологический индекс	Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
		от	до
fIId ^s	Песок желтый, м/з	0	1
gIIId	Суглинок бурый с валунами	1	18
f,lgIbr-IIId	Глина голубая, плотная	18	35
P ₂ kv	Супесь зеленая	35	39
P ₂ kv	Глина черная	39	45
K ₂ t- km	Мел белый, плотный	45	67

Дебит артскважины № 45505/89 по паспортным данным 23,7 м³/ч, удельный дебит составляет 3,1 м³/(ч·м), статический и динамический уровни соответственно 6,5 м и 14 м. Дебит артскважины № 42367/87 по паспортным данным 21,6 м³/ч, удельный дебит 2,4 м³/(ч·м), статический и динамический уровни соответственно 6,5 м и 15,2 м. Значительных различий параметров (дебит, удельный дебит, статический и динамический уровни) не отмечается.

Таблица 4 - Выписка из паспортов артскважин № 45505/89 и № 42367/87

Артскважина № 45505/89			Артскважина № 42367/87		
Описание пород	Глубина залегания слоя, м		Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
	от	до		от	до
Песок, м/з	0	3	Песок желтый, р/з	0	1
Суглинок бурый, плотный	3	14	Суглинок красный, с валунами и щебнем	1	28
Песок серый, м/з	14	21	Глина серая, очень плотная	28	50
Глина бурая, плотная	21	36	Песок серый, с/з, глинистый	50	55
Песок серый, глинистый	36	50	Мел белый, плотный	55	85
Мел белый, плотный	50	108,5	-	-	-
Песок серый, р/з	108,5	120	-	-	-

Таблица 5 – Принятый геологический разрез горного отвода артскважины № 45505

Геологический индекс	Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
		от	до
fIId ^s	Песок, м/з	0	3
gIIId	Суглинок бурый, плотный	3	14
f,lgIbr-IIId	Песок серый, м/з	14	21
gIbr	Глина бурая, плотная	21	36
f,lgIbr ^l	Песок серый, глинистый	36	50
K ₂ t-km	Мел белый, плотный	50	108,5
K ₁ al+K ₂ s ₁	Песок серый, р/з	108,5	120

По картам, по литологии и по общей характеристике региона Яковец С.В. определено, что артскважина № 42367/87 пробурена на водоносный туронско-кампанский карбонатный комплекс (K_2t-km), а артскважина № 45505/89 пробурена на водоносный альбский и нижнесеноманский терригенный горизонт ($Kal+s_l$). Таким образом в разрезе скважины № 45505/89 слабоводоносный туронско-кампанский карбонатный комплекс (K_2t-km).

Таблица 6 – Принятый геологический разрез горного отвода артскважины № 42367/87

Геологический индекс	Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
		от	до
fIId ^s	Песок желтый, р/з	0	1
gIIId	Суглинок красный, с валунами и щебнем	1	28
gIbr	Глина серая, очень плотная	28	50
f,IgIbr ¹	Песок серый, с/з, глинистый	50	55
K_2t-km	Мел белый, плотный	55	85

Выводы:

1. Отмечается большая изменчивость литологического состава и обводненность в Буда-Кошелевском районе.
2. Характерна невыдержанность геологического разреза по простиранию и глубине.
3. Различная обводненность верхнемеловых отложений.

Список литературы

- 1 Яковец, С.В. Проблемы геологического обоснования горных отводов одиночных скважин / С.В. Яковец. // Актуальные вопросы наук о Земле в концепции устойчивого развития Беларуси и сопредельных государств: материалы научно-практической конференции студентов, магистров, аспирантов и молодых ученых (Гомель, 16 марта 2016 года). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2016. – С. 175-177.
- 2 Национальный атлас Беларуси – Минск : Белкартография, 2002 г. – 126 с.
- 3 Махнач, А.А. Введение в геологию Беларуси / А.А. Махнач. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2004. – 198 с.

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

О.К. АБРАМОВИЧ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
olga_pbe@mail.ru*

Аэрокосмогеологические исследования в сочетании с традиционными методами (геологическими, геофизическими, геохимическими и другими) повышают объективность геологических знаний о региональной структуре литосферы, проявлениях древних и новейших геологических процессов. Важную роль играет аэрокосмическая информация при тектонических исследованиях, палеогеодинамических реконструкциях, прогнозировании и поисках месторождений полезных ископаемых, изучении состояния и изменений верхней части литосферы в условиях техногенного воздействия. Материалы дистанционного зондирования имеют для геологии и науке, и практическое значение.

Один из ярких примеров тому штаты Луизиана и Миссисипи, где вблизи ранее известных месторождений нефти выявлено более десяти дополнительных структур, часть которых подтверждена данными геолого-геофизического обследования.

Изучение строения литосферы с применением аэрокосмической информации базируется на современных методах и технологиях геологического дешифрирования материалов дистанционных съемок. Объект индикации обычно трудно наблюдаемый объект, знание которого облегчает понимание и использование индикационных закономерностей, т.е. предварительная информация об объекте является необходимой.

Индикационная связь осуществляется с помощью прямых индикаторов, которые имеют непосредственную связь с объектом индикации и косвенных индикаторов, имеющих опосредственную связь. Индикаторы по характеру объекта индикации подразделяют на геоиндикаторы, характеризуют геологические условия; литоиндикаторы, характеризуют литологический (механический) состав поверхностных отложений; гидроиндикаторы, характеризуют подземные воды [3].

На сегодняшний день принципиальная эффективность применения данных дистанционного зондирования оценивается в комплексе с геолого-геофизическими данными, например, при оценке нефтеперспективности территории уже не требует доказательств. В результате таких работ получены многочисленные и представительные результаты не только в дальнем зарубежье, но и в пределах ряда нефтегазоносных территорий Беларуси, России, Украины, странах Балтии. К числу наиболее результативных территорий относится Днепровско-Припятская нефтегазоносная провинция, а в ее пределах – Припятская нефтеносная область, далее обратимся к результатам исследования Туровской депрессии.

По отдельным частям территории Туровской депрессии выполнялись аэрогеологические исследования, которые подтвердили ранее известные локальные поднятия и наметили новые фотоаномалии, сопоставляемые с локальными структурными формами.

Близость Туровской депрессии к исключительно хорошо изученной центральной и

восточной части Припятской нефтеносной области обеспечила наличие значительного числа относительно близких аналогов.

Результаты анализа показали, что при оценке нефтеперспективности по данным дистанционного зондирования изучаются структурные особенности глубинного геологического строения и тектоники предполагаемых нефтеперспективных территорий.

В качестве дешифровочных признаков нефтеперспективности наиболее часто используют так называемые линейно ориентированные компоненты ландшафта. Они могут иметь линейную, дугообразную или извилистую форму, а в своем простирании образовывать эллипсовидные, кольцевые или сложные формы или группы форм. Наиболее распространенный метод их обнаружения – линеаментный анализ результатов компьютерной обработки различных данных дистанционного зондирования на базе системно-геологического подхода.

Припятский прогиб не уступает другим территориям мира по структурной выраженности на космических снимках глубинных особенностей геологического строения. Здесь хорошо прослеживаются как региональные структурно-геологические закономерности, характерные для Припятского палеорифта в целом, так и локальные дизъюнктивно-пликативные особенности, характеризующие структурные планы отдельных месторождений. Они хорошо прослеживаются как на исходных каналах снимков, так и на различных вариантах синтеза.

Количественные и качественные показатели признаков, выделенные по результатам компьютерной обработки снимков, успешно поддаются анализу на базе морфометрического метода. Он позволяет выявить связи между формами рельефа и новейшими структурами земной коры путем графического разложения рельефа на базисные, остаточные, вершинные и эрозионные поверхности, согласно порядкам долин и водораздельных линий и последующей математической обработки результатов. Поиск этих признаков ведется так же, как и по разномасштабным топографическим картам. Отличительная особенность состоит только в том, что на топографических картах исходные элементы ландшафта уже выделены, а на различных результатах компьютерной обработки данных дистанционного зондирования их необходимо тем или иным способом визуализировать.

Оценка нефтеперспективности контуров предполагаемых ловушек нефти велась по следующим направлениям:

- выявление наиболее общих морфологических закономерностей в территориальном распределении структурных планов поверхностей подсолевых, межсолевых и верхнесолевых отложений и их связи с обобщенными границами предполагаемых нефтеперспективных объектов;

- выявление наиболее общих морфологических закономерностей унаследованности структурных планов поверхностей подсолевых, межсолевых и верхнесолевых отложений и их связи с границами предполагаемых нефтеперспективных объектов;

- выявление взаимосвязи наиболее общих морфологических закономерностей в территориальном распределении и унаследованности структурных планов поверхностей подсолевых, межсолевых и верхнесолевых отложений с особенностями разломной тектоники района работ;

- выявление наиболее общих ожидаемых характеристик, предполагаемых нефтеперспективных объектов в пределах нефтеперспективных участков;

- сопоставление полученных результатов с результатами структурного дешифрирования (региональный уровень, масштаба 1:100 000 – 1:500 000).

Уточнялись полученные ранее данные путем сопоставительного анализа имеющихся геолого-геофизических данных и результатов структурного дешифрирования космических снимков, с учетом выявленных наиболее общих морфологических закономерностей в территориальном распределении предполагаемых границ нефтеперспективных объектов.

Результаты работ показали, что в целом для района исследований в территориальном распределении нефтезначимых структурных элементов характерны в большей или меньшей степени выраженные элементы зональности. Они обусловлены особенностями разломной тектоники, и степенью относительной близости отложений к поверхности фундамента. При этом зональность в пределах района работ выражена неодинаково, как в территориальном распределении, так и по вертикали, а также в отношении направления простираения.

Наиболее выраженная зональность отмечается для межсолевых отложений. Для подсолевых отложений преобладает сочетание зональности и мозаичности. Менее зональность выражена для верхнесолевых отложений. Здесь наблюдаются признаки специфической дислоцированности, предположительно сопоставляемые с элементами соляной тектоники.

Наиболее отчетливо зональные тенденции проявляются в центральной части, вытянутой с юго-запада на северо-восток. Здесь наблюдается и наибольшая дислоцированность поверхности подсолевых, межсолевых и верхнесолевых отложений, обусловленная крупными сбросами значительной амплитуды.

В зональном простираении доминирует северо-восточное и субширотное направления. На отдельных участках наблюдаются локальные смещения основного зонального простраения в северо-западном, северо-восточном и субмеридиональном направлениях. В этих местах дополнительно прослеживается влияние локальных элементов разломной тектоники, имеющих как диагональное, так и ортогональное простираение. Локальные элементы разломной тектоники способствуют проявлению мозаичности в территориальной структуре подсолевых отложений, они имеют определяющее значение в формировании локальных аномалий в рельефе поверхности межсолевых отложений. Их влияние на формирование локальных аномалий в рельефе поверхности верхнесоленосных отложений выражено не так однозначно и осложнено предполагаемым влиянием соляной тектоники.

В целом для района работ характерно хорошее соотношение унаследованности между локальными аномалиями рельефа поверхности подсолевых и межсолевых отложений. Дальнейшая унаследованность выше по разрезу наблюдается менее выражено и осложнена влиянием предполагаемой соляной тектоники. Вследствие этого наблюдаются значительные смещения структурных планов, а в некоторых случаях обратная унаследованность.

Выявленные закономерности хорошо проявляются в строении современного ландшафта, в частности в строении современного рельефа и микрорельефа и выражены характерными формами эоловых гряд, заторфованных понижений, современных и древних русел рек и водотоков [2].

При дешифрировании проводилось пофакторное сопоставление принятых к учету исходных данных и анализ их системно-значимой совокупности. Основное внимание уделялось признакам наличия структурно-геологических условий, способных сформировать ловушки нефти. Итак, данные результатов анализа снимков свидетельствуют по перспективности Туровской депрессии в плане нефтегазоносности. Обратимся к результатам исследования Оршанской впадины.

Оршанская впадина обособляется по поверхности фундамента, среднерифейско-нижневендскому комплексу и контролирует размещение одноименной предполагаемой нефтегазоносной области. Структура вышележащих волынской и валдайской серий венда и палеозойских комплексов представляет собой центриклинальную часть Московской синеклизы.

Важнейшей проблемой при изучении локальных нефтепоисковых объектов является наличие замкнутых ловушек. Возможные нефтегазовые ловушки в Оршанской впадине, скорее всего, связаны с локальными положительными структурами в отложениях рифея и венда. Эти структуры наиболее полно проявляются пока на

данном уровне геофизической изученности по поверхности фундамента. Вверх по разрезу они распадаются на более мелкие структуры. Изменение мощности в пределах этих структур отражает сложный характер их формирования, связанный с тектоническими подвижками.

Платформенные разломы в пределах Оршанской впадины выделены по комплексу геофизических данных и материалам бурения и уточнены по материалам космических съемок.

Материалы дистанционного зондирования в комплексе с геофизическими исследованиями позволили выявить новые особенности тектоники Оршанской впадины.

Установлена большая глубина залегания поверхности фундамента, чем определялось ранее геолого-геофизическими методами, хотя количественные оценки этих глубин по новым материалам сейсморазведки часто не совпадают.

Разрывные нарушения с вертикальной амплитудой от первых десятков до нескольких сотен метров расчленяют поверхность фундамента, проникают в различные горизонты верхнепротерозойских отложений и нередко контролируют локальные и иные структуры; разломные ограничения Центральнооршанского горста оказались более высокоамплитудными, чем предполагалось.

В едином региональном верхнепротерозойском резервуаре в отложениях венда обособляется до 5 локальных резервуаров, в которых коллекторами являются песчаники и алевролиты, а флюидоупорами – компактные пачки тиллитов и глин. Два локальных резервуара (редкинский и горбашевский) выделены по данным испытаний, а три (котлинский, нижний глуский и верхний глуский) – по данным ГИС и отнесены к предполагаемым.

В направлении к северо-восточной части Оршанской впадины на территории России происходит повышение концентрации метана до 5 – 12 объемных процентов. Увеличение содержания метана наблюдалось также в пресных водах девонских отложений в районе г. Новополюцка, что связывается с разгрузкой подземных вод верхнепротерозойских комплексов. Концентрация общего органического углерода в водорастворенном органическом веществе верхнепротерозойских отложений изменяется от 13,2 до 24 мг/л, а хлороформенных битумоидов – от 0,31 до 1,3 мг/л. В направлении к северо-восточной части Оршанской впадины возрастает обогатенность водорастворимого органического вещества битумными элементами. Общая тенденция изменения минерализации установлена по данным дистанционного зондирования, а более детальная геохимическое исследование рассеянного органического вещества основано на анализе отобранных образцов. Методы обработки этих данных позволили выделить в разрезе основные потенциально нефтематеринские толщи, оценить степень преобразованности органического вещества, условия проявления главной фазы нефтеобразования, выделить направление, в котором возрастают потенциальные возможности нефтеобразования и нефтенакпления.

Потенциальные возможности нефтеобразования улучшаются при более глубоком погружении нефтематеринских пород в направлении к Крестцовскому прогибу. В этом же направлении улучшаются условия нефтенакпления, а, следовательно, и перспективы нефтеносности, которые в геохимическом плане оцениваются по увеличению содержания эпигенетических битумоидов, плотности миграционных битумоидов и улучшению их качества.

Интегральная основа оценки перспектив нефтегазоносности Оршанской впадины основана на данных о структуре поверхности фундамента, строении резервуаров перспективных комплексов, геохимических показателях и положения верхней границы зоны замедленного водообмена. Эта граница примерно соответствует абсолютной отметке залегания поверхности фундамента с отметками –1000 м.

Относительно более перспективной территорией для поисков углеводородов по комплексу показателей является северная часть Оршанской впадины, которая по

волынским и валдайским отложениям представляет собой склон Московской синеклизы, а по рифейским комплексам – возможно, центриклиналь Крестцовского прогиба либо структуру, отделенную от нее малоамплитудной перемычкой [1].

Несмотря на проведенные комплексные исследования степень геолого-геофизической изученности Оршанской впадины не позволяет дать однозначный ответ: – формировались или нет здесь залежи нефти промышленного значения. Для этого требуется дополнительное проведение сейсмических исследований и бурение параметрических скважин.

Нет необходимости ставить оценку нефтеносности Оршанской впадины в число первоочередных производственных задач, но нельзя закрывать эту проблему и решать ее в дальнейшем с учетом результатов в сопредельном Среднерусском авлакогене и Гжатском грабене.

Доказано, что характерным преимуществом аэрокосмических методов является возможность уверенного картирования нефтезначимых дизъюнктивных и пликативных особенностей глубинного геологического строения, трудно обнаруживаемых при проведении геолого-геофизических работ.

Хотя многие виды геофизической съемки, такие как гравиметрическая и магнитная, выполняются в основном уже с аэро- или космических носителей, космические снимки не могут полностью заменить традиционные геолого-геофизические методы, например, детальную сейсморазведку. Но еще труднее представить, как именно детальная сейсморазведка под нефтепоисковые работы может обходиться без космических снимков сегодня, при неуклонно возрастающих требованиях к ее практической результативности и экономической эффективности.

Таким образом, при постановке нефтепоисковых работ в пределах локальных прогнозных объектов необходимо осуществлять сейсморазведку, основная цель которой - выявление перспективных нефтегазовых ловушек.

Список литературы

- 1 Айсберг, Р.Е. Оршанская впадина / Р.Е. Айсберг, И.В. Климович // Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы. –Мн. : Беларуская навука, 1997. – С.649–678.
- 2 Дистанционные исследования при нефтепоисковых работах. – М. : ОНТИ, 1985. – 103 с.
- 3 Можаяев, В.Н. Роль и возможности космических снимков при изучении нефтегазоносных областей / В.Н. Можаяев, О.И. Карасев // В сб.: Комплексная интерпретация космоснимков нефтегазоносных территорий. – Л. : ВНИГРИ, 1981. – С.6–13.

Р.И. ГАЛЕЕВ

НЕТРАДИЦИОННЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

*Башкирский Государственный Университет,
г. Уфа, Российская Федерация
rusl.galeew2012@yandex.ru*

Современная концепция тектоники литосферных плит и геодинамики деформаций обозначила важную роль коллекторских и нефтегазогенерирующих свойств кристаллических пород фундамента. На сегодняшний день почти на всех континентах, а также на шельфе Мирового океана в них открыты месторождения нефти и газа. Так, в

54 нефтегазоносных бассейнах найдены более 450 месторождений с промышленными скоплениями углеводородов [2].

Впервые нефть удалось получить из трещиноватых биотитовых гранитов докембрийского возраста, а также из их кор выветривания. Это случилось на месторождении Пэнхендл-Хьютогон (США) в конце 1918 г. Оно относится к крупному бассейну Мид-Континент [7].

В 1925 г. была обнаружена нефтяная залежь на месторождении Ла-Пас (Венесуэла), относящимся к Маракайбскому бассейну. Коллектор был представлен трещиноватыми гранодиоритами, сланцев и вулканогенных пород палеозойского возраста.

Бразильское месторождение Кармополис, начальные извлекаемые запасы нефти которого 150 млн. т., расположено в фундаменте Серджипского бассейна.

С докембрийскими трещиноватыми гранитоидами погребенного выступа Ракб связано и крупнейшее месторождение Нафора-Ауджила в Сиртском бассейне Ливии. Его извлекаемые запасы насчитывают более 500 млн. т., а дебиты скважин могут достигать до 1600 м³/сут. Всего в Ливии около 100 месторождений нефти приурочены к фундаменту.

Нефтеносность магматических пород может быть связана со структурными деформациями, по которым развивается сеть трещин. Примером служат высокотрещиноватые граниты в зоне Суэцкого грабена, находящегося на северо-востоке Африки, в Египте.

В месторождениях Индии отмечается развитие трещин различного простирания. Это обусловлено несколькими генерациями сети. Согласно результатам проведенных исследований, угол падения может изменяться от 20 до 75 градусов. В 1974 г. Аравийском море было открыто месторождение нефти и газа *Bombay High*. [4]

В Китае с породами фундамента связаны месторождения Ляохэ, Дуншин и Женцю, входящие в состав Северо-Китайского нефтегазоносного бассейна [9].

После открытия в 1988 г. на шельфе юного Вьетнама уникального месторождения Белый тигр проводилось целенаправленное бурение площадей Меконгской и Южно-Коншонской впадин, образование которых связывают с рифтогенезом. Это позволило открыть целый ряд приуроченных к мезозойскому фундаменту новых месторождений нефти и газа – Дракон, Рубин, Бави и др. [5].

Основная часть месторождений установлена в рифтовых долинах в зоне раздвигания и в зонах субдукции. Залежи здесь связаны с горстоподобными структурами, в ядре которых – трещиноватые гранитоиды (рисунок 1).

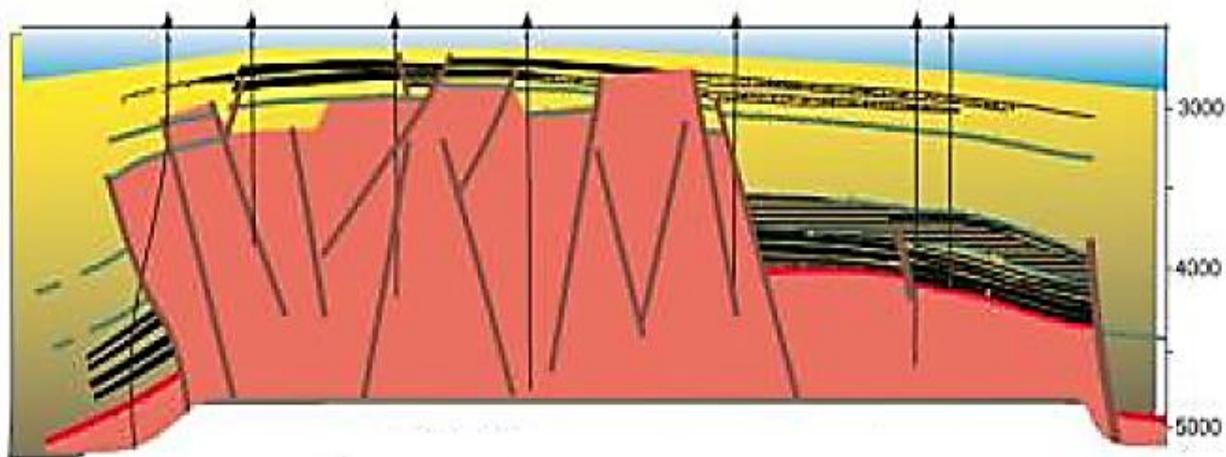


Рисунок 1 – Схематичный поперечный разрез через сводовую часть месторождения Белый Тигр

Они имеют дифференциально-слоистое строение. Определенная цикличность отмечается в развитии сетей трещин: в разрезе чередуются зоны плотных и трещиноватых пород. Подзоны с повышенной и максимальной плотностью трещин выделяются внутри последней. Развита вторичная пустотность – пустоты и каверны изометричной формы, образование которых происходило не только вдоль систем микротрещин, но и за счет выщелачивания некоторых минералов.

В Казахстане залежь нефти месторождения Оймаша, открытого в 1981 году, связана с центральным блоком гранитоидного массива.

В РФ известны десятки нефтяных и газовых месторождений, открытых в породах фундамента. Большая часть из них расположена в Западной Сибири нефтегазоносной провинции, где в трещино-кавернозных породах выявлены 44 месторождения и более 100 нефтепроявлений [1, 3].

В 1952 г. Колпашевская опорная скважина открыла залежь нефти в палеозойских породах фундамента. В 1953-1963 гг. в гранитах, гнейсах и их корах выветривания были обнаружены скопления газа.

Необходимо подчеркнуть, что крупнейшие месторождения нефти в фундаменте приурочены именно к гранитоидным породам – к ним относятся 3/4 объемов запасов. Их залежи часто имеют большую площадь и высоту (этаж нефтеносности). Главными процессами, в результате которых образуются коллекторы, являются разрывная тектоника и выветривание. Размещение зон нефтегазонакопления, резервуаров углеводородов связано с разломами, их положением в пространстве. Системы трещин обеспечивают миграцию флюидов и формирование залежей [8]. В то же время в магматических породах наблюдаются и монолитные массивы с очень низкой проницаемостью. Они делают коллектор прерывистым и становятся покрышками залежей нефти.

Сегодня в нефтедобывающей отрасли наблюдается повсеместный переход к освоению месторождений нефти и газа со сложным геологическим строением [6].

Не только у ученых, но и у нефтегазовых компаний вновь возникает широкий интерес к возможностям пород фундамента. Специфичность их коллекторов требует нетрадиционных подходов к поискам, разведке и разработке залежей углеводородов.

Список литературы

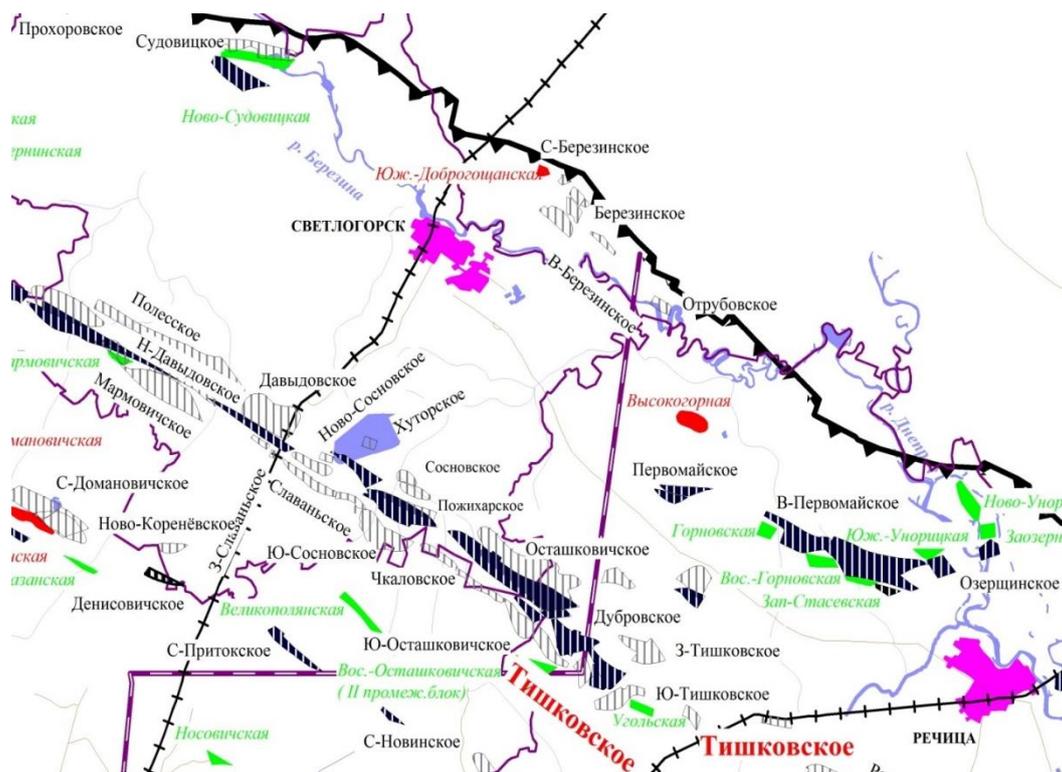
- 1 Бочкарев, В.С. Закономерности размещения залежей нефти и газа в Западно-Сибирском мегабассейне / В.С. Бочкарев [и др.] // Горные ведомости. – № 10.– 2007.– С. 6–23.
- 2 Гаврилов В.П. Гранитоидные коллекторы и нефтегазоносность южного шельфа Вьетнама / В.П. Гаврилов, В.Л. Гулев, Ф.А. Киреев. – М. : ООО «Издательский дом Недра». – 2010. – 294 с.
- 3 Клещев, К.А. Перспективы нефтегазоносности фундамента Западной Сибири / К.А. Клещев, В.С. Шеин. – М. : ВНИГНИ, 2004. – 214 с.
- 4 Кошляк, В.А. Гранитоидные коллекторы нефти и газа / В.А. Кошляк. – Уфа : Тау. – 2002. – 256 с.
- 5 Нгуен, Т.З. К характеристике нефтяных месторождений в гранитоидных коллекторах на шельфе Южного Вьетнама / Т.З. Нгуен, А.В. Сиднев, В.Е. Андреев // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 8. – С. 44–45.
- 6 Tseplyaeva, A.I. Perspectives of oil and gas presence in pre-jurassic sediments on the example of one west siberian deposit // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015). – p. 1–5.
- 7 Халимов, Ю.Э. Промышленная нефтегазоносность фундамента в гранитоидных коллекторах / Ю.Э. Халимов. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т.7. – № 4.
- 8 Шнип, О.А. Состав, строение и проблемы нефтегазоносности фундамента: Западная Сибирь, Средняя Азия, Зондский шельф: Дис. ... док. геол.-мин. наук: 04.00.17 / Шнип Олег Александрович; РГУНГ им. И.М. Губкина. – М., 1998. – 245 с.
- 9 Шустер, В.Л. Нефтегазоносность кристаллического фундамента / В.Л. Шустер // Геология нефти и газа.– № 8.– 1997. – С. 17–19.

УТОЧНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО ПЛАНА МЕЖСОЛЕВЫХ ЕЛЕЦКО-ЗАДОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ТИШКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ)

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
tatyana.melezh@mail.ru

Тишковское месторождение нефти расположено в Речицком районе Гомельской области Республики Беларусь (рисунок 1). Впервые приток нефти на Тишковском месторождении получен в 1966 г. из задонских отложений в разведочной скважине 2. В связи с высокой сложностью сейсмогеологических условий (имеет 3 группу сложности, то есть относится к очень сложным, представление о строении Тишковского месторождения в процессе поисково-разведочных работ многократно изменялось и уточнялось.

В геологическом строении Тишковского месторождения принимают участие архейско-протерозойские породы кристаллического фундамента ($AR+PR_1$) и осадочные образования верхнего протерозоя (PR_2), палеозоя (PZ), мезозоя (MZ) и кайнозоя (KZ). Относительно региональных соленосных отложений в осадочном чехле выделяется ряд толщ: под-солевая терригенная, подсолевая карбонатная, нижнесоленосная, межсолевая, верхнесоленосная и надсолевая.



**Рисунок 1 – Схема размещения нефтяных месторождений
и перспективных площадей Республики Беларусь
(по материалам РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»)**

Тишковское месторождение приурочено к одноименной структуре, расположенной в пределах Речицко-Вишанской зоны поднятий, выделяемой по поверхности кристаллического фундамента, подсолевым, межсолевым и верхнесолевым отложениям

и простирающейся в субширотном направлении в северной части Припятского прогиба. К западу от месторождения находится Осташковичское, южнее – Южно-Осташковичское, севернее – Западно-Тишковское, и восточнее – Южно-Тишковское и Речицкое месторождения нефти.

Для межсолевых отложений Тишковской структуры характерным является пликативно-блоковое строение, обусловленное движением блоков по разломам, а также проявлениями соляного тектогенеза в ливенском горизонте. Межсолевые и подсолевые залежи Тишковского месторождения в плане не совпадают и находятся на расстоянии 11,5 км друг от друга. В тектоническом отношении Тишковская межсолевая структура (I блок) приурочена к центральной части Речицко-Вишанской ступени Северной структурной зоны Припятского прогиба. Поверхность межсолевого комплекса погружается в юго-восточном направлении под углом 42 градуса от абсолютных отметок минус 2850 м до минус 3400 м.

На исследуемой территории были пробурены поисковые и разведочные скважины, но границы и структурный план межсолевых елецко-задонских отложений не установлены. В связи с этим в 2012 г. в южной присводовой части подсолевой структуры Тишковского нефтяного месторождения с целью эксплуатации нефтяной залежи семилукского горизонта была заложена скважина № 60s2 Тишковская. По результатам бурения скважины 60s2 Тишковская на Тишковском месторождении в предполагаемой ранее зоне отсутствия межсолевых отложений открыта новая залежь (I блок) в тонежско-кузьмичевских слоях задонского горизонта (рисунок 2).

На глубине 3380 м (минус 3117 м) скважина вскрыла межсолевые отложения мощностью 213 м (елецкий (туровские слои) и задонский (вишанские, тремлянские, тонежские и кузьмичевские слои) горизонты). По геофизическим исследованиям скважин в тонежских и кузьмичевских слоях задонского горизонта выделены нефтенасыщенные пласты-коллекторы суммарной эффективной толщиной 59 м (46,4 м по абсолютным отметкам).

По результатам бурения скважины 60s2 Тишковская проведена оценка запасов задонской (тонежские и кузьмичевские слои) залежи. Запасы в количестве 25 тыс.т. подсчитаны объемным методом и классифицированы по категории С1.

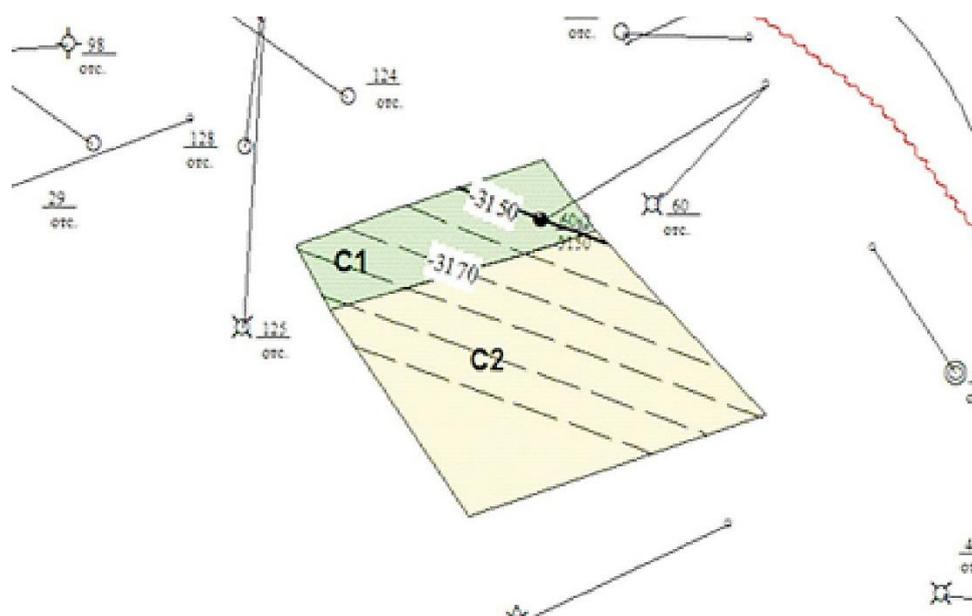


Рисунок 2 – Фрагмент структурной карты поверхности задонского (тонежские слои) горизонта по результатам бурения скв. 60s2 Тишковская (Тишковская площадь), 2012 г., масштаб 1:20000

Контур подсчета ограничен на северо-западе тектоническим нарушением вскрытым скважинами 40, 125, 60 Тишковские, на юго-западе скв. 125 Тишковская и 72 Ю-Тишковская, в которых межсолевые отложения отсутствуют, северо-восточная граница ограничена скв. 60 Тишковской (межсолевые отложения отсутствуют) и возможно контролируется тектоническим нарушением, ограничивающим восточный подсолевой блок Тишковского месторождения. Юго-восточная граница взята условно по 2-м вариантам. В 1 варианте залежь возможно контролируется нарушением, вскрытым скв. 72 Ю-Тишковская, во втором случае взята на расстоянии 200 м к западу от скважины 72 Ю-Тишковская, при условии, если нарушение не контролирует межсолевые отложения [1].

В 2013 г. с целью доразведки задонской залежи и эксплуатации семилукского горизонта центрального блока Тишковского месторождения забурена скважина 47s2 Тишковская, которая вскрыла межсолевую залежь задонского горизонта и уточнила северную границу межсолевой залежи I блока.

В 2014 г. по результатам бурения скважины 156 Тишковская уточнено строение межсолевой (тонежские слои задонского горизонта) залежи I блока и открыты новые залежи нефти в елецких (туровские слои) и задонских (тремлянские слои) отложениях. При испытании в процессе бурения совместно туровских слоев елецкого и тремлянских слоев задонского горизонтов в интервале 3433 – 3490 м получен промышленный приток нефти дебитом 300 м³/сут.

В 2015 г. с целью дальнейшей доразведки и организации закачки в юго-восточной части месторождения пробурена скважина 9072 Тишковская, вскрывшая полный разрез межсолевых отложений, и уточнившая строение и подсчетные параметры месторождения [1].

В лаборатории оперативного мониторинга запасов с учетом всех пробуренных скважин проведена оперативная оценка запасов нефти. Запасы классифицированы по категории С1, посчитаны объемным методом и составили: категории С1 – геологические – 522 тыс.т.; извлекаемые – 119 тыс.т. Начальные геологические запасы, посчитанные методом материального баланса, составляют 1061 тыс.т., что практически в 2 раза больше, посчитанных объемным методом, что говорит о возможно иных (больших по площади) размерах блока.

В тектоническом отношении Тишковская межсолевая структура (I блок) приурочена к центральной части Речицко-Вишанской ступени Северной структурной зоны Припятского прогиба.

Поверхность межсолевого комплекса погружается в юго-восточном направлении под углом 42 градуса от абсолютных отметок минус 2850 м до минус 3300 м.

С целью дальнейшей разведки залежи и определения возможных границ блока специалистами геологоразведочного направления БелНИПИнефть проанализирован геологический и сейсмический материал данного района. Построены плоскости сбрасывателя по скважины № 61 Ю-Тишковская и скважины № 72 Ю-Тишковская (скважины из ливенских отложений вошли в породы кристаллического фундамента).

Согласно результатам бурения скважин, в пределах месторождения, разлом, вскрытый скважиной № 72 Ю-Тишковская не контролирует межсолевые отложения. Юго-восточную границу можно провести практически до скважины № 72, в которой межсолевые отложения отсутствуют.

На северо-западе блок возможно контролируется подсолевым тектоническим нарушением центрального блока, на северо-востоке – тектоническим нарушением по результатам бурения скважин 47s2 и 60s2 (из оресского горизонта вошли в туровские слои елецкого горизонта).

Полностью и однозначно определиться с размерами блока по данным сейсморазведочных работ 3D не представляется возможным в связи со сложными

сейсмологическими условиями (небольшие размеры блока, соляно-купольная тектоника) [1].

Анализ толщин межсолевого комплекса, фильтрационно-емкостных свойств и насыщения пород-коллекторов соседних месторождений позволяет предположить о единой истории формирования фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов с Южно-Тишковским месторождением. В процессе осадконакопления в лебедянско-полесское время межсолевые отложения претерпели значительные сдвигово-разрывные подвижки в условиях соляного тектогенеза, северная часть Южно-Тишковского месторождения сместилась относительно основного блока в северо-восточном направлении.

Ориентируясь на данные предположения можно говорить о наличии возможно узкого протяженного блока, вытянутого с юго-запада на северо-восток.

С целью уточнения структурного плана месторождения, определения фильтрационно-емкостных свойств и нефтенасыщения, предлагается восстановить скважину № 61 Южно-Тишковскую боковым стволом и забурить разведочную скважину № 9061 Тишковская с глубины 2156 м и проектной глубиной 3845 м в домановичских отложениях (рисунок 3).

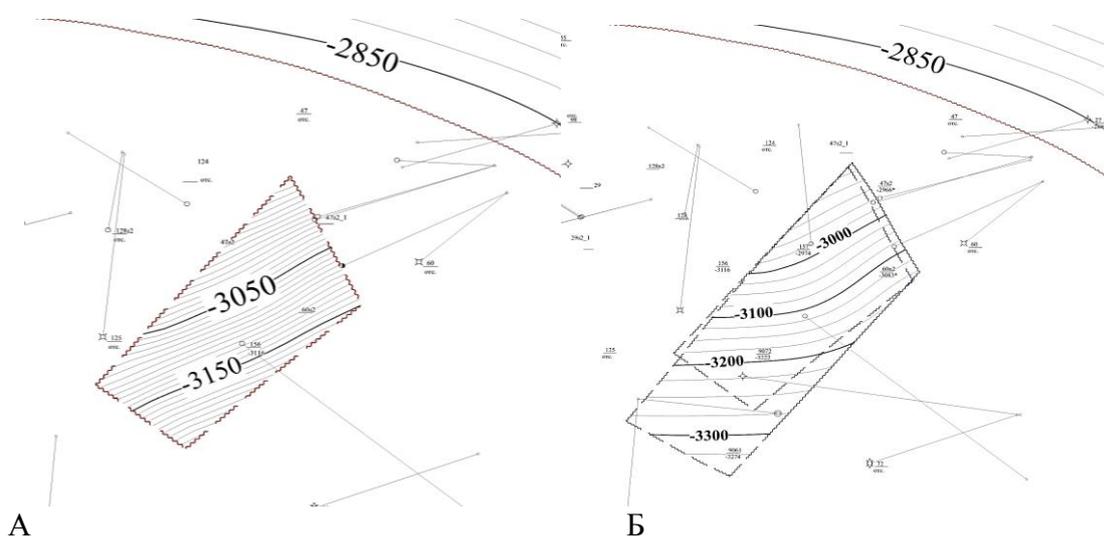


Рисунок 3 – Фрагмент структурной карты по поверхности елецко-задонского горизонта, 2015 г.: А – фрагмент структурной карты поверхности петриковских отложений до бурения скв. №9061; Б – фрагмент структурной карты поверхности петриковских отложений после бурения скв. 9061 (масштаб 1:10000) [по материалам РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»]

В конце 2015 г. с целью доразведки залежи и определения границ залежи по результатам геолого-геофизического анализа всего имеющегося материала было рекомендовано бурение разведочной скважины № 9061.

В 2017 г. по результатам бурения скважины № 9061:

1. Уточнено прогнозное геологическое строение блока.
2. Уточнены фильтрационно-емкостные характеристики елецко-задонской залежи I блока Тишковского месторождения.
3. Скважиной вскрыт практически весь межсолевой разрез, на глубине 3749 м скважина пересекает юго-восточное нарушение (из верхней части домановичского горизонта входит в ливенские отложения).

4. С целью уточнения границы распространения межсолевых нефтепродуктивных отложений в скв. № 9061 были проведены скважинные сейсмические исследования.

5. По результатам работ вертикального сейсмического профилирования (ВСП) уточнено местоположение северо-западной и западной границы промежуточного межсолевого блока по кровле петриковского горизонта.

Северо-западная граница блока контролируется подсолевым тектоническим нарушением центрального блока и уточнена результатами ВСП со скв. № 9072 и № 9061, на северо-востоке – тектоническим нарушением по результатам бурения скважин 47s2 и 60n2 (из оресского горизонта вошли в туровские слои елецкого горизонта), с юго-запада – условной границей отсутствия межсолевых отложений, с юго-востока – границей развития межсолевого комплекса определенной по результатам бурения скважины № 9061 (вскрыла верхнюю часть домановичского горизонта и вошла в ливенский горизонт). Поверхность петриковского горизонта погружается в юго-восточном направлении от абсолютных отметок минус 2900 м до минус 3350 м [1].

Таким образом форма и размеры блока, кроме юго-западной границы определены. В данной работе были рассмотрены: геологическое строение изучаемой площади, тектоническое строение, нефтеносность. В конце 2015 г. была пробурена разведочная скважина № 9061. По результатам бурения которой, было уточнено прогнозное геологическое строение блока, уточнены фильтрационно-емкостные характеристики залежи, скважиной был вскрыт практически весь межсолевой разрез и по результатам работ вертикального сейсмического профилирования уточнено местоположение северо-западной и западной границы промежуточного межсолевого блока по кровле петриковского горизонта.

Список литературы

1 Фондовые материалы. Проект доразведки Тишковского месторождения нефти (скв. № 9061 Тишковская): Отчет / РУП «ПО «Белоруснефть» / Список исполнителей: И.В. Зайцев, Л.И. Иванова, А.И. Макаренко, В.Г. Некрашевич – Договор № 11-3.2017. № Гос. регистрации 220-04-3-17/17. – Гомель, 2017.

Н.И. КОНДРАТЕНКО¹, А.В. КОНДРАТЕНКО²

¹*филиал «Мозырская нефтеразведочная экспедиция глубокого бурения»,*

г. Гомель, Республика Беларусь,

nykondratenko@mail.ru

²*НГДУ «Речицанефть»,*

г. Речица, Республика Беларусь,

A.Kondratenko2@beloil.by

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕНОСНОСТИ ГАЛИТОВОЙ ПОДТОЛЩИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Прогнозные ресурсы верхнесоленосного комплекса Южного нефтеперспективного района оценены в 5,7 млн. тонн, что составляет менее 3 % от неразведанных извлекаемых ресурсов Припятского прогиба. Из 15 залежей нефти, выявленных в верхнесоленосном комплексе, три залежи установлены в Южном нефтеперспективном районе, но все они непромышленные [2].

Верхнесоленосный комплекс включает нижнюю галитовую и верхнюю глинисто-галитовую субформации и все залежи нефти установлены в нижней, галитовой подтолще. Поэтому ниже будут рассматриваться перспективы нефтеносности галитовой подтолщи, а если быть точнее, внутрисолевого прослоя галитовой подтолщи

с аномально высоким пластовым давлением.

Этот внутрисолевого прослой в основном представлен песчаником мелко-среднезернистым, кварцевым средней крепости с глинисто-галитовым цементом.

Лабораторные сведения о коллекторских свойствах внутрисолевого прослоя даны только по скважинам 2, 10, 17 Ельской площади. Открытая пористость песчаника внутрисолевого прослоя с аномально высокими пластовыми давлениями колеблется от 1,63 % в скважине 10 интервал залегания 2747 – 2751 м и до 16 % в скважине 2 интервал – 2431 – 2431,5 м. Проницаемость не определялась, но, по-видимому, в скважинах 2, 7, 17, 18 высокая, так как здесь из внутрисолевого прослоя получены хорошие притоки флюидов.

Верхнесолевого прослоя в которых встречаются нефтегазопроявления приурочены к Ельскому валу, где отмечается зона активного проявления соляной тектоники. Вал объединяет З-Валавский, Валавский, Николаевский, Ельский и В-Ельский криптодиопиры.

Кратко рассмотрим структурный план внутрисолевого прослоя с АВПД и гидрогеохимическую характеристику пластовых вод по площадям.

Ельская площадь. Первый приток нефти в Припятском прогибе был получен еще в 1953 году из галитовой субформации верхней соленосной формации в Ельской скв. 2. В нижней части соленосной толщи в интервале 2431 – 2444 м здесь были вскрыты нефтенасыщенные песчаники, проявившие себя разгазированием раствора и последующими выбросами газа и нефтяной эмульсии на высоту 12 – 28 м. При опробовании был получен приток нефти дебитом 16,48 м³/сут и газа – 944,78 м³/сут. В скв. 7, пробуренной в 700 м южнее, на глубине 2781 – 2789 м был вскрыт высоконапорный газовойодяной пласт с дебитом воды до 1560 м³/сут. Ельская нефть высокосмолистая, сернистая, беспарафиновая. Удельный вес нефти 0,913 г/см³, вязкость 2,5 сст при 20 °С [2].

Площадные границы запасов категории С₁ в пределах Познякевичской (Ельской) залежи с северо-восточной части ограничиваются линией, проведенной посередине между скв. 2 и проектной скважиной №101 и находящейся на расстоянии 400 м от скважины №2. Остальная часть залежи, примыкающая с востока к запасам промышленной категории С₁, оценивается как предварительно оцененные запасы по категории С₂ (таблица 1) (рисунок 1).

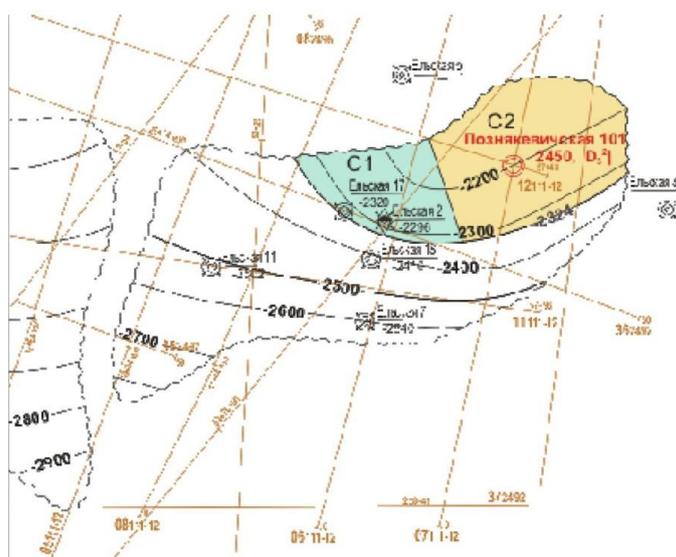


Рисунок 1 – Познякевичская структура:
Структурная карта и подсчетный план по верхнесолевному продуктивному горизонту составил Я.Г. Грибик, 2016 г. Структурные построения по Л.Г. Москалец, С.В. Полещук, 2013 г.

Таблица 1 – Оценка запасов нефти по залежи Ельского (Познякевичского) месторождения (составил Я.Г. Грибик, 2016 г.)

Горизонт	Категория	S , тыс.м ²	H , м	m	β	v_n , тонн/м ³	ϵ	$Q_{геол.}$, тыс.тонн	η	$Q_{изв.}$, тыс.тонн
D ₃ lb	C ₁	510	7	0,11	0,76	0,913	0,9434	257,1	0,2	51,4
D ₃ lb	C ₂	1040	7	0,11	0,76	0,913	0,9434	524,2	0,2	104,8
D ₃ lb	C ₁ +C ₂									156,2

Запасы нефти Познякевичского месторождения оценивается по промышленным запасам категории C₁ в количестве 51,4 тыс. тонн и предварительно оцененных запасов категории C₂ в количестве 104,8 тыс. тонн, что в целом по месторождению составляет 156,2 тыс. тонн. Утверждение запасов нефти по промышленной категории C₁ ознаменует открытие Познякевичского месторождения нефти [1].

Во всех пробуренных рядом скважинах нефтеносный пласт не был встречен: в скважинах 5, 8 и 20 он выпадает из разреза, а в скважинах 7, 10, 17 и 18 он водоносный.

Пластовые воды, полученные из Ельской скв. 18, представлены крепкими рассолами хлоридно-натриевого состава с минерализацией 325 г/л. В химическом составе отмечается парадоксальное содержание микрокомпонентов: наряду с аномально высоким содержанием аммония (22778,9 мг/л), йода (35 мг/л), высоким содержанием гидрокарбонатов (146,4 мг/л), очень высокое содержание сульфатов – 8259 мг/л. Генетические коэффициенты $\frac{Na}{Cl}$ - 0,68; $\frac{Cl}{Br}$ - 219,41 указывают на смешанный генезис исследуемых рассолов. На гидрогеологическую раскрытость разреза и слабую метаморфизацию вод указывают коррелятивные показатели: $\frac{Na}{Br+H}$ – 3,14, $\frac{Cl-Na}{Mg}$ – 15,68, $\frac{Ca}{Mg}$ – 5,43.

Восточно-Выступовичская площадь. Внутрисолевого прослой встречен бурением в скважинах 4, 9, где и получен приток пластовой воды. В скважинах 3, 5, 6, находящихся в своде структуры по поверхности внутрисолевого прослоя, проявления не отмечены и внутрисолевого прослоя выделен по каротажу и сейсмическим материалам. Пласт воздымается в южном направлении. Мощность внутрисолевого прослоя до 19 м.

В Восточно-Выступовичской скважине 4 внутрисолевого прослоя охарактеризован промыслово-геофизическими данными, где площадь составляет 12 – 15 %.

Коллектор внутрисолевого прослоя с аномально высоким пластовым давлением – трещинно-порово-кавернозный.

По всей вероятности, высокие коллекторские свойства присущи внутрисолевого прослою и на других площадях, где получены притоки флюидов на Н-Рудненской, 3-Валавской, Николаевской.

Следует отметить, что на В-Выступовичской площади в скв. 2 из интервала 2113-2128 м из терригенных прослоев боричевского возраста был получен приток тяжелой и вязкой нефти с большим (42,9 %) содержанием асфальтено-смолистых веществ [2].

Пластовые воды представлены крепкими рассолами хлоридно-кальциево-натриевого состава с минерализацией 326,2 г/л. В катионном составе вод отмечается довольно высокое содержание кальция (20,3 % экв.), в анионном – при преобладающем содержании хлора, концентрация сульфатов составляет 327,1 мг/л. В микрокомпонентном составе рассолов высокое содержание йода 23,3 мг/л, аммония 439,6 мг/л и брома 2037,9 мг/л. Генетические коэффициенты $\frac{Na}{Cl}$ - 0,48; $\frac{Cl}{Br}$ - 100,2 указывают на седиментогенный генезис исследуемых рассолов. На высокую степень гидрогеологической закрытости и метаморфизации вод указывают коррелятивные

показатели: $\frac{Na}{Br+H} - 0,05$, $\frac{Cl-Na}{Mg} - 4,85$, $\frac{Ca}{Mg} - 3,87$. Изотопный состав растворителя соответствует водам морского генезиса и характеризуется вышефоновым содержанием кислорода – 18: +0,4 ‰ и дейтерия: - 26 ‰.

Ново-Рудненская площадь. Рассматриваемый прослой вскрыт бурением скважинами 32, 33 Ново-Рудненскими и 30, 34 Ельскими. Пласт высокодебитный водонапорный с Рпл 75,99 МПа, представлен песчаником. Севернее скв. 34 Ельской он, по-видимому, выклинивается, так как в Ю-Николаевской 1 он отсутствует. На западе Ново-Рудненской площади отсутствие внутрисолевого прослоя зафиксировано в скважине 31. На полную мощность прослой вскрыт только в скважине 32 Н-Рудненской т составляет 13 м.

По химическому составу пластовые воды относятся к крепким рассолам хлоридно-натриево-кальциевого состава с минерализацией 319,7 г/л. В анионном составе при преобладающем содержании хлора, отмечается высокое содержание гидрокарбонатов 213,5 мг/л, нижефоновые концентрации сульфатов 294 мг/л. В микрокомпонентном составе отмечается очень высокое содержание аммония 1292,5 мг/л, йода 12,9 мг/л и брома 1718,3 мг/л. Исследуемые рассолы по своему генезису относятся к седиментогенному типу рассолов, имеют высокую степень метаморфизации и приурочены к гидрогеологически закрытой структуре, что подтверждается коррелятивными показателями: $\frac{Na}{Cl} - 0,7$; $\frac{Cl}{Br} - 114,7$; $\frac{Na}{Br+H} - 0,05$. На высокую степень метаморфизации указывают коррелятивные показатели $\frac{Cl-Na}{Mg} - 5,1$, $\frac{Ca}{Mg} - 6,5$. Изотопный состав растворителя соответствует водам морского генезиса и характеризуется вышефоновым содержанием кислорода – 18: -5,3 ‰ и дейтерия: - 34 ‰.

Николаевская площадь. Внутрисолевого прослоя встречен бурением скв. 4 Николаевской. Пласт водонасыщенный, Рпл 32,82 МПа, представлен песчаником. Южнее по падению пласта он встречен в скважине 1 Валавской площади, где отмечены повышенные газопоказания.

Пластовые воды внутрисолевых отложений скв. 4 представлены крепкими рассолами хлоридно-натриевого состава с минерализацией 325 г/л. Рассолы характеризуются своеобразным химическим составом. Наряду с очень высоким, вышефоновым содержанием аммония – 2906 мг/л и йода – 55 мг/л, средним брома – 931 мг/л отмечается значительная концентрация сульфатов – 1043 мг/л.

Изотопный состав растворителя соответствует водам морского генезиса и характеризуется вышефоновым содержанием кислорода – 18: + 1,8 ‰ и дейтерия: - 26 ‰.

Следует отметить, что такой парадоксальный химический состав исследуемых вод идентичен только законтурным водам Ельской скв. 17 и 18.

Водорастворенный газ характеризуется углеводородным составом. Тяжелые углеводороды в составе газа составляют 20,44 ‰. Отношение метана к этану составляет 3,2, что соответствует попутным газам нефтяных месторождений.

На юго-западе рассматриваемой территории внутрисолевого прослоя с АВПД прослеживается в скважинах 3-Валавских 1,3; Ольховской 1; Ю-Валавской 1.

Внутрисолевого прослоя с АВПД наиболее приподнят в районе скважины 3 3-Валавской, где отмечено повышенное содержание CH_4 . К северу от скважины 3 пласт, вероятно, выклинивается, так как в скважине 2 3-Валавской он отсутствует. В Ольховской скважине 1 прослой представлен песчаником с низкими коллекторскими свойствами, и отмечены повышенные газопоказания (до 4 ‰). В южном направлении по падению пласта внутрисолевого прослоя с АВПД прослеживается в Южно-Валавской скв. 1. Из прослоя, представленного песчаником, получен приток пластовой воды Рпл 75,99 МПа. Пластовая вода представлена крепкими рассолами хлоридно-

кальциево-натриевого состава с минерализацией 392,50 г/л. В химическом составе рассолов отмечается значительное содержание гидрокарбонатов 157,10 мг/л, невысокие сульфатов 106,14 мг/л. Из микрокомпонентов очень высокое содержание брома 5715,1 мг/л, йода 19,0 мг/л, низкое аммония 198,1 мг/л. Гидрогеохимические коэффициенты $\frac{Na}{Cl}$ - 0,28; $\frac{Cl}{Br}$ - 60,1 указывают на седиментогенный генезис исследуемых рассолов. На высокую степень гидрогеологической закрытости и метаморфизации вод указывают коррелятивные показатели: $\frac{Na}{Br+H} - 0,001$; $\frac{Cl-Na}{Mg} - 5,4$; $\frac{Ca}{Mg} - 7,3$. Однако изотопный состав растворителя соответствует водам смешанного генезиса и характеризуется фоновым содержанием кислорода – 18: – 1,1 ‰ и дейтерия: - 55 ‰.

Здесь прослой, вероятно, выклинивается, прилегая к межсолевым отложениям, так как в Южно-Валавской 35 он отсутствует.

Из проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Пласты-коллекторы галитовой подтолщи верхнесоленосной толщи, так называемые несолевые слои, не имеют регионального распространения. Они развиты на локальных участках Южной части Припятского прогиба. В разрезе пласты коллекторы развиты преимущественно в нижней его части, в большей степени в боричевских слоях лебедянского горизонта. Наличие трещинных порово-кавернозных коллекторов в пределах рассматриваемого района имеют ограниченное развитие. Литологическая характеристика внутрисолевых слоев неоднородна, изменчива в региональном и вертикальном направлениях. Преобладают породы песчано-алевролитового состава, порового типа.

2. По гидрохимическим показателям нефтеносности исследуемые воды свидетельствуют о благоприятных условиях для сохранения залежи углеводородов. Отложения галитовой подтолщи характеризуются высокой гидрогеологической закрытостью разреза ($\frac{Na}{Br+H} = 0,05 - 0,001$), высокими, а на Николаевской и Ельской площадях аномально высокими концентрациями NH_4 (439,6–2906 мг/л на Николаевской площади; 22778,9 мг/л в скважине Ельской 18). Весьма высокое, по сравнению с фоном, содержание NH_4 установлено в рассолах из лебедянско-оресских отложений скв. 33 Ново-Рудненская (глубина 3750 м): при значениях $C_{орг} = 0,65$ и 1,5 % взятых для определения фона, вышефоновые концентрации NH_4 составляют, соответственно, 293 и 177 мг/л [3], что во всех вариантах указывает на близость нахождения скопления УВ.

3. Николаевскую и Ново-Рудненскую площади по внутрисолевым отложениям следует отнести к числу высокоперспективных объектов для опосредованного бурением.

4. В целом изотопно-гидрохимическая характеристика пластовых вод галитовой подтолщи позволяет отнести их к Ельскому типу законтурных вод, что свидетельствует о благоприятных перспективах в нефтегазоносном отношении.

5. Приведенные материалы по Южной части Припятского прогиба свидетельствуют о возможности представления ранее выявленных нефтепроявлений в старых нефтеносных районах в качестве реальных перспективных объектов, тем более в настоящее время в период освоения нетрадиционного углеводородного сырья эти объекты достойны дальнейшей оценки и освоения.

Список литературы

1 Грибик, Я.Г. Геологическая оценка Ельской (Познякевичской) залежи нефти в Припятском прогибе / Я. Г. Грибик // Літасфера. – 2016. – № 2. – С. 94–107.

2 Конищев, В.С. Перспективы нефтеносности фаменской соленосной формации внутреннего грабена Припятского прогиба / В.С. Конищев, С.М. Обровец // Проблемы освоения ресурсов нефти и газа Беларуси и пути их решения. – Гомель : РУП ПО Белоруснефть, 2003. – С. 123–132.

3 Познякевич, З.Л. Оценка возможности выявления залежей нефти в межсолевом комплексе внутреннего грабена Припятского прогиба / З.Л. Познякевич, И.А. Слободянюк, Р.Е. Айзберг, Я.Г. Грибик и др. // Проблемы освоения ресурсов нефти и газа Беларуси и пути их решения. – Гомель : РУП ПО Белоруснефть, 2003. – С.108–122.

Б.А. КУРБАНОВ

ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В ГАЗОНЕФТЕНОСНЫХ ОБЛАСТЯХ ТУРКМЕНИИ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Первые инженерные изыскания на территории Туркмении были проведены в 1906-1916 годах в восточных и юго-восточных районах и были они связаны, в основном, с проблемой орошения. До 1934 года все геологические исследования носили маршрутный характер, а после 1934 года маршрутно-площадной.

В 1932 году было установлена промышленная нефтеносность Небитдагского месторождения, а с 1937 года активно стали применяться геофизические методы и разведка полезных ископаемых, которые принесли свои результаты.

В годы Отечественной войны интенсивность геологических исследований, упала однако уже в 1948 году было введено в эксплуатацию Кумдагское месторождение.

В настоящее время в Туркмении насчитывается более 17 крупных месторождений полезных ископаемых (таблица 1).

Таблица 1- Перечень крупных месторождений Туркмении

№	Месторождение	Год открытия	Глубина залегания, м
1	Акпатлавук	1991	2100-4200
2	Барсагельмес	1962	200-1200
3	Бурун	1991	-
4	Восточный Челекен	-	-
5	Джейтун	1967	2700-3900
6	Джигалыбек	1985	2900-4100
7	Диярбекир	2006	2800-5000
8	Кумдаг	1948	700-1200
9	Магтымгулы	2002	4700-5100
10	Небитдаг	1931	100-1200
11	Небитлидже	2001	2800-3200
12	Осман	1981-1985-1987	930
13	Самандепе	1980	-
14	Северный Готурдепе	2010	4000-5000
15	Челекен	1877	100-1200
16	Шатут	2003	3300-3800
117	Южный Йолотань-осман	2006	3900-5100

Особенности пространственного размещения газовых и нефтяных месторождений Туркмении связаны с уникальностью геологического строения территории.

По ряду особенностей геологического строения можно выделить четыре газонефтяные области: Центрально-Каракумскую, Заугузскую, Мургабскую и Бухаро-Хивинскую. Каждая из них отличается спецификой строения осадочного чехла, стратиграфическим диапазоном газонефтеносности, а также промышленными и потенциальными ресурсами углеводородов.

Центрально-Каракумская газонефтяная область располагается в центральной части Туркмении и в тектоническом отношении приурочена к одноименному сводовому поднятию.

Геологический разрез мезо-кайнозойской платформенной осадочной толщи Центрально-Каракумской газонефтяной области представлен породами юрского, мелового, палеогенового и неоген-четвертичного возраста. Мощность платформенного чехла составляет 1500 – 300 м. Здесь резко сокращаются мощности юрских отложений за счет выпадения нижнеюрских и верхнеюрских отложений, существенно сокращаются мощности неокома, практически выпадает из разреза верхний палеоген.

Морфологически Центрально-Каракумский свод довольно четко выражен во всех слоях земной коры – от поверхности Мохоровичича до неоген-четвертичного комплекса. В современном структурном плане – это крупное асимметричное поднятие округлой формы, слабо вытянутое в меридиальном направлении, имеющее максимальные размеры 270x200 км (включая Ахчакаинский выступ). С севера свод ограничен Дарьялык-Дауданским, с запада Верхнеузбойским прогибом, на юге переходит в так называемый южный склон платформы, который в свою очередь граничит с Предкопетдагским краевым прогибом, а на востоке свод граничит с Беурдышикской ступенью, за которой следуют Илимский и Балкуинский прогибы.

В центральной части свода выделяется крупное куполовидное Зеалги-Дарвазинское поднятие, размеры которого по вернемеловым отложениям составляют 145x125 км, а амплитуда 250 м. Это поднятие со всех сторон окаймляется флексурно-разрывной зоной.

Заугузская газонефтяная область расположена в северо-северо-восточной части Туркмении и в тектоническом отношении приурочена к далёкому восточному погружению Центрально-Каракумского свода. Она занимает с запада на восток в субширотном направлении. Беурдышикскую ступень, Кирпичлинский выступ, Балкуинский и Илимский прогибы. По субмеридианальному Восточно-Унгузскому разлому Заугузская газонефтяная область граничит с Бухаро-Хивинской и Мургабской.

В смежном Дарьялык-Дауданском прогибе и в его обрамлении породы палеозойского фундамента были вскрыты рядом разведочных и структурных скважин на Курганчикской, Айбугирской и Центрально-Сарыкамашской площадях. Возраст их принимается не моложе каменноугольного.

Образования пермо-триасового переходного комплекса вскрыты на Ачакской и Исмаилской площадях Балкуинского прогиба, а также на большинстве поднятий смежных районов (Койкырлан, Нурумгур, Центральный Сарыкамыш и др.). Максимальная вскрытая мощность их (около 1000 м) зафиксирована на Ачакском поднятии в интервале глубин 2660 – 3700 м. Отложения пермо-триаса представлены континентальной пестроцветной толщей, состоящей из переслаивания конгломератов, конгломерато-брекчий, песчаников, алевролитов, глин, кремнистых хлоритизированных пород и туфов базальтового порфирита. Отложения платформенного чехла представлены песчано-глинистыми породами паралической формации нижней и средней юры, терригенными на северо-западе и карбонатными и галогенно-сульфатными на юго-востоке образованиями верхней юры, преимущественно терригенными породами нижнего и верхнего мела и карбонатно-

терригенными образованиями палеогена, неогена и антропогена. Общая мощность платформенного комплекса увеличивается с запада на восток и составляет в пределах области 2500-6000 м. Значительная часть территории занята Балкуинским и Илимским прогибами, являющимися восточными элементами Северо-Туркменской системы прогибов.

Мургабская газонефтеносная область расположена в Юго-Восточной Туркмении и в тектоническом отношении приурочена к Мургабской впадине.

В связи с большой мощностью мезо-кайнозоя отложения древнее верхнеюрских здесь вскрыты не были. Характерной особенностью строения осадочного чехла является почти повсеместное наличие в области верхнеюрской эвапоритовой формации, максимальная мощность которой достигает 1200 м.

Для Мургабской газонефтеносной области характерно развитие двух главных типов локальных поднятий. С крупными блоковыми поднятиями связаны относительно малоамплитудные изометричные структуры, а с зонами разломов-четко линейные поднятия значительной амплитуды.

Бухаро-Хивинская газонефтеносная область располагается на территории Западного Узбекистана и Восточной Туркмении и в тектоническом отношении представляет собой зону ступенчатого погружения палеозойского фундамента с северо-северо-востока на юго-запад, от Кызылкума-Нуратинского поднятия к осевой части Северо-Туркменской системы прогибов и Мургабской впадине.

С севера на юг здесь выделяются Бухарская, Чарджоуская и Багаджинская ступени. Увеличение суммарной мощности платформенного чехла от ступени к ступени происходит за счет мезозойских отложений. Наиболее резкое скачкообразное нарастание мощностей у границ ступеней испытывают ниже-среднеюрские терригенные и кимеридж-титонские сульфатно-галогенные отложения. В современном структурном плане указанные ступени разделены флексурно-разрывными зонами. Ступени в свою очередь осложнены более мелкими структурами-валами, прогибами изометричными поднятиями (выступами). В Бухаро-Хивинскую область мы условно включаем также Восточно-Унгузкий вал, отделяющий ее от Заунгузкой нефтегазоносной области.

Южно-Таджикская нефтегазоносная область общей площадью 50000 км² связана с одноименной впадиной в пределах зоны постплатформенного орогенеза Западного Тянь-Шаня. В современном структурном плане Южно-Таджикская депрессия вместе с мегантиклиналью юго-западных отрогов Гиссарского хребта представляет собой системы структур мезо-кайнозойского комплекса субмеридионального и северо-восточного простираний. Мегантиклиналь юго-западных отрогов Гиссарского хребта характеризуется развитием на поверхности главным образом мезозойских, а местами и палеозойских пород, в то время как в пределах Южно-Таджикской депрессии на поверхности широко развиты неоген-четвертичные молассы, палеогеновые и верхнемеловые отложения, и только в ядрах наиболее высоко поднятых структур обнажается нижний мел. Ядро ряда локальных структур сложены соляными диапирами.

Таким образом, мегантиклиналь юго-западных отрогов Гиссарского хребта, являясь западным обрамлением Таджикской депрессии.

Все открытые в настоящее время газовые, газонефтяные и нефтяные месторождения объединяются в группы, которые в пределах зоны нефтегазонакопления приурочены либо к периферическим наиболее приподнятым частям их склонов (Амударьинское, Коштарское, Северная Курганча), либо к гипсометрически повышенным участкам внутри зоны Хаудаг и др. [1].

Далее будут рассмотрены проблемы проведения сейсморазведочных работ, как основного метода детальной разведки в разных нефтеносных областях, вследствие особенностей геологического строения территории Туркмении.

Основным фактором, снижающим геологическую эффективность сейсморазведки методом отраженных волн в Мессериянской зоне является сложное волновое поле, регистрируемое на поверхности, связанное как с самой верхней частью разреза так и с особенностями строения надмелового комплекса отложений.

Зона малых скоростей является сильной отражающей границей. Если проанализировать скоростной график верхней части разреза с амплитудными кривыми прямых волн, составленный по результатам микросейсмо-каротажа, то можно судить о его сложности и неоднозначности интерпретации. На площади Изат-Кули зона малых скоростей представляет собой однослойную среду мощностью 9 – 12 метров. На структуре Бенгуван зона малых скоростей двухслойная мощностью 28-33 метров. Модули коэффициентов отражения от подошвы слоя зоны малых скоростей составляют: для Изат Кули – 0,6; для Бенгуван – 0,4 т.е, в первом случае подошва зоны малых скоростей-сильная отражающая граница, во втором – средняя отражающая граница.

Наличие зон малых скоростей существенно в пяти аспектах: 1) в этой зоне наблюдается повышенное поглощение сейсмической энергии; 2) низкие значения скорости и резкие их изменения оказывают непропорционально большое влияние на времена пробега волн 3) в условиях низких скоростей длины волн малы, и поэтому неоднородности гораздо меньших размеров создают заметное рассеяние и помехи других типов; 4) резкий скачок скорости в подошве зоны малых скоростей сильно изменяет направление сейсмических лучей, поэтому траектории прохождения волн через зоны малых скоростей почти вертикальны независимо от их направления под зоной малых скоростей и 5) чрезвычайно большой перепад акустических жесткостей в подошве зоны малых скоростей делает её прекрасным отражателем, приводящим к образованию кратных отражений. Под влиянием первого аспекта записи от взрывов произведённых в этом слое часто бывают плохого качества. Возникает необходимость во введении поправок за этот слой и проблемы с выбором месторасположения заряда.

Геологическая характеристика надмелового комплекса мощностью 200 – 2000 м (от палеогена до четвертичных включительно) представлена чередованием терригенных осадков (глинистых, мергелистых, песчанистых и т.д.) с отдельными карбонатными прослойками. Мощности некоторых пачек сильно сокращаются до полного выклинивания от крыльев к своду структур.

Нижний структурный этаж (меловой) сильно дислоцирован и залегает с резким угловым несогласием (до 30) с вышележащими отложениями.

Уже на основе этих общих сведений можно заключить, что сложное волновое поле может быть обусловлено наложением различных групп волн (однократных с разными кажущимися скоростями, многократных дифрагированных, обменных и т. д).

В центральной части Туркмении сейсмические исследования выполнялись в пределах Бахарденской моноклинали; в результате их были зарегистрированы отраженные поперечные волны на временах до 3,8 сек. Наиболее отчетливым и повсеместно прослеживаемым является отражение на времени 2,2 сек, соответствующее отражению продольной волны 0,7 – 0,8 сек (известняки неогена).

Структуру волнового поля в восточной Туркмении можно описать так. При изучении волнового поля зарегистрировано несколько типов регулярных волн. Волны, регистрируемые в первых выступлениях и непосредственно за ними – прямые, преломленные, отраженные от неглубоких горизонтов, отраженно-преломленные-регистрируются до вступления первой опорной отраженной волны. Поверхностные волны с кажущимися скоростями 300 – 500 м/сек и частотами 15-35 Гц регистрируются в интервале 0 – 4 сек и, обладая очень высокой интенсивностью, являются основной помехой в регистрации полезных волн. Отраженные волны при изучении волнового поля одиночными взрывами приборами регистрируются только в наиболее благоприятных условиях (неогеновые останцы с практически гладкой поверхностью):

минимальные кажущиеся скорости отраженных волн- 6000 м, частоты – 35-40 Гц. На участках барханного рельефа весьма интенсивен фон рассеянных волн, связанных с топографическими неоднородностями. Регулярные волны в этих условиях практически не коррелируются.

В качестве итогов моих исследований можно сказать, что при проведении геофизических исследований, основными условиями для получения полевого материала хорошего качества являются: изучение волнового поля, выбор схемы наблюдений, условий возбуждения и приема колебаний и их корректировка в процессе полевых работ.

Список литературы

1 Мирчинк, М.Ф. Проблемы геологии нефти / М.Ф. Мирчинк, Н.А. Крылов, Ю.Т. Афанасев. – М.: Недра, 1972. – 359 с.

А.А. ЛОПУШКО

ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ НЕФТИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ)

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
lopushko97@mail.ru*

Основной нефтегазоносной территорией Беларуси является Припятский прогиб – составная часть единого Припятско-Днепровско-Донецкого авлакогена.

Поиски и разведка залежей углеводородов в Припятском нефтегазоносном бассейне осуществлялась с 1952 г., разработка – с 1965 г. [1].

В настоящее время в пределах Припятского прогиба открыто 85 месторождений нефти, газа и газоконденсата.

Особенностью размещения нефтяных месторождений является их приуроченность к системам приразломных блоков и надразломных поднятий, контролируемых региональными разломами субширотного простирания [1].

Нефти большинства месторождений, выявленных в пределах северного нефтегазоносного района (северо-восточная часть Припятского прогиба), преимущественно парафинистые, смолистые, мало- и среднесернистые, сравнительно легкие (удельный вес их 0,825 – 0,890 г/см³). Для южного и преобладающей части центрального нефтегазоносного района характерны непарафинистые, высокосмолистые и высокосернистые тяжелые нефти [1].

Качество сырой нефти и получаемых нефтепродуктов зависит от ее состава. По содержанию общей серы, нефть делится на четыре класса:

- малосернистая (не более 0,60 %) (класс 1);
- сернистая – (от 0,61 процента до 1,80 %) (класс 2);
- высокосернистая (от 1,81 до 3,50 %) (класс 3);
- особо высокосернистая (более 3,50 %) (класс 4).

По плотности при температуре 20 градусов, классы нефти делятся на:

- тип 0 – особо легкая нефть (плотность не более 830,0 килограмм на кубометр);
- тип 1 – легкая нефть (плотность от 830,1 до 850,0 килограмм на кубометр);
- тип 2 – средняя (от 850,1 до 870,0);
- тип 3 – тяжелая (от 870,1 до 895,0);
- тип 4 – битумозная (более 895-ти кг/куб.м.).

По содержанию парафиновых углеводородов:

- малопарафинистые (содержание парафиновых углеводородов не более 1,5 %);
- парафинистые (1,5 – 6 %);
- высокопарафинистые (более 6 %).

По содержанию смол:

- малосмолистые (содержание смол менее 17 %);
- смолистые (18 – 35 %);
- высокосмолистые (более 35 %) [2].

Проведем анализ состава и свойств нефти на примере двух месторождений: Золотухинское и Осташковское.

Золотухинское месторождение приурочено к основному гребню Малодушинского разлома Червонослободско-Малодушинской ступени Северной структурно-тектонической зоны Припятского прогиба.

Физико-химические свойства нефти Золотухинского месторождения представлены исследованиями проб межсолевой и подсолевых залежей.

В *межсолевой* залежи, нефть является малосернистой (0,47 % массовых) и относится к 1-му классу, по плотности нефть является тяжелой ($879,8 \text{ кг/м}^3$) и относится к 3-му типу. Содержание парафина составляет 4,75 % массовых, выход светлых фракций, выкипающих при температуре до $300 \text{ }^\circ\text{C}$ – 31,5 % объемных. Содержание асфальто-смолистых веществ составляет 18,87 % массовых, т.е. нефть является высокосмолистой.

Нефть малосернистая, высокосмолистая, тяжелая, парафиновая [3].

В *подсолевых* отложениях, нефть является малосернистой (0,28 % массовых) и относится к 1-му классу, по плотности нефть является средней ($850,5 \text{ кг/м}^3$) и относится ко 2-му типу. Содержание парафина составляет 5,12 % массовых, выход светлых фракций, выкипающих при температуре до $300 \text{ }^\circ\text{C}$ – 50,0 % объемных. Содержание асфальто-смолистых веществ составляет 6,61 % массовых, т.е. нефть является смолистой.

Нефть малосернистая, средней плотности, смолистая, парафиновая [3].

Осташковичское месторождение приурочено к одноименной структуре Северной структурно-тектонической зоны Припятского прогиба.

Физико-химические свойства нефти Осташковичского месторождения представлены исследованиями проб из петрико-задонской, воронежской и семилуко-саргаевской залежей.

Физико-химические свойства нефти *петрико-задонской залежи* определены по 29 скважинам. Нефть является сернистой (содержание серы – 0,81 % массовых) и относится ко 2-му классу, по плотности нефть является тяжелой ($876,4 \text{ кг/м}^3$) и относится к 3-му типу. Содержание парафина составляет 4,69 % массовых, выход светлых фракций, выкипающих при температуре до $300 \text{ }^\circ\text{C}$ – 35,0 % объемных. Содержание асфальто-смолистых веществ составляет 16,34 % массовых, т.е. нефть является высокосмолистой.

Нефть сернистая, тяжелая, высокосмолистая, парафиновая [3].

Физико-химические свойства *воронежской залежи* нефти определены по 14 скважинам. Нефть является малосернистой (содержание серы – 0,22 % массовых) и относится к 1-му классу, по плотности нефть является особо легкой ($829,2 \text{ кг/м}^3$) и относится к 0-му типу. Содержание парафина составляет 5,82 % массовых, выход светлых фракций, выкипающих при температуре до 300°C – 51,0 % объемных. Содержание асфальто-смолистых веществ составляет 6,54 % массовых, т.е. нефть является смолистой.

Нефть малосернистая, особо легкая, парафиновая, смолистая [3].

Физико-химические свойства *семилуко-саргаевской залежи* нефти определены по 9 скважинам. Нефть является сернистой (содержание серы – 0,23 % массовых) и относится к 1-му классу, по плотности нефть является особо легкой ($827,0 \text{ кг/м}^3$) и относится к 0-му типу. Содержание парафина составляет 6,53 % массовых, выход светлых фракций, выкипающих при температуре до $300 \text{ }^\circ\text{C}$ – 51,0 % объемных. Содержание асфальто-смолистых веществ составляет 6,10 % массовых, т.е. нефть является смолистой.

Нефть сернистая, особо легкая, парафиновая, смолистая [3].

В результате данной работы были исследованы состав и свойства нефти на Золотухинском и Осташковском месторождении. Нефть в продуктивных отложениях разного состава, нефть преимущественно парафиновая, смолистая либо высокосмолистая, малосернистая и сернистая, особо легкая либо тяжелая.

Данные результаты соответствуют нефти большинства месторождений, выявленных в пределах северного нефтегазоносного района (северо-восточная часть Припятского прогиба). По качеству нефти разные, но на данный момент качество хуже чем у тех стран, где технологии выше.

Список литературы

1 Бескопильный, В.Н. Атлас природных резервуаров и углеводородов нефтяных месторождений Беларуси / Бескопильный В.Н. [и др.]. Гомель: Сож, 2009. – 216 с.

2 Соколов В.А. Химический состав нефтей и природных газов в связи с их происхождением. – М.: Недра, 1972. – 276 с.

3 ТКП 17.04-29-2011 (02120) Правила применения классификации запасов, перспективных и прогнозных ресурсов углеводородов. Введ. с 08.06.2011., Минск, Минприроды, 2011.

Ю.О. МАКСИМОВ, Т.В. БОБИКОВА

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРИПЯТСКОМ ПРОГИБЕ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
maksimow.yura2012@yandex.ru, bobikovat@mail.ru*

Важное значение для ученых и практиков, занимающихся нефтегазоносностью Припятского прогиба, имеет своевременная кооперация научных исследований и производственных данных [1].

В связи с уточняющимися данными о геологическом строении и внедрением новых методов исследований, представляет интерес современная интерпретация закономерностей размещения нефтяных месторождений в Припятском прогибе.

Абсолютное большинство месторождений нефти Припятской впадины приурочены к девонским отложениям (*D*).

На территории Припятского прогиба доказана нефтеносность пород подсолевого терригенного, подсолевого карбонатного, межсолевого и верхнесоленосного комплексов девона (*D*). В нижнесоленосных и надсолевых отложениях скоплений нефти не установлено. Всего к настоящему времени выявлено более 80 нефтяных месторождений, большинство из которых расположены в северной части Припятского прогиба. Общее количество нефтяных залежей 240, из которых около 200 относятся к категории промышленных.

Скопления нефти в терригенных отложениях среднего-верхнего девона (D_2 - D_3) связаны с прослоями песчаников верхнепротерозойского (PR_2) комплекса, наровского

(D_{2nr}) и ланского (D_{3ln}) горизонтов. Нефтяные залежи в породах верхнепротерозойского (PR_2) комплекса установлены на Речицком, Тишковском и Восточно-Первомайском месторождениях. Залежь нефти в породах наровского (D_{2nr}) горизонта установлена на Речицкой площади и вскрыта лишь одной скважиной. Скопления нефти в песчаниках ланского (D_{3ln}) горизонта выявлены на Речицкой, Вишанской, Южно-Осташковичской, Тишковской, Барсуковской, Восточно-Первомайской и других нефтеносных площадях [2].

С точки зрения установленной промышленной нефтеносности подсолевые карбонатные отложения франского яруса (D_{3f}), включающие породы саргаевского (D_{3sr}), семилукского (D_{3sm}) и воронежского (D_{3vr}) горизонтов, слагают один из основных продуктивных комплексов. Нефтяные залежи промышленного значения в этих отложениях выявлены в пределах Речицкого, Осташковичского, Давыдовского, Сосновского, Вишанского (Речицко-Вишанская зона), Восточно-Первомайского (Шатилковская зона), Малодушинского, Золотухинского, Барсуковского (Червонослободско-Малодушинская зона) месторождений [2].

В отложениях межсолевого комплекса промышленная нефтеносность установлена в задонском (D_{3zd}), елецком (D_{3el}) и петриковском (D_{3ptr}) горизонтах франского (D_{3f}) яруса (Речицкое, Тишковское, Южно-Тишковское, Осташковичское, Березинское, Мармовичское, Южно-Сосновское и другие месторождения).

В верхнесоленосном комплексе залежи нефти выявлены в лебедянском горизонте (D_{3lb}) франского (D_{3f}) яруса (Осташковичское, Давыдовское, Западно-Тишковское, Северо-Домановичское и другие месторождения).

Распределение промышленных запасов по представленным стратиграфическим комплексам приведено на рисунке 1, из которого видно, что наибольшими запасами характеризуются породы межсолевого комплекса, наименьшими – подсолевого терригенного комплекса [3].

Наиболее крупной по объему разведанных промышленных запасов является Речицко-Вишанская зона, в которой сконцентрированы основные запасы нефти. На долю двух других нефтеносных зон – Червонослободско-Малодушинской и Шатилковской – приходится меньшая часть запасов [4]. Самыми большими по запасам являются Осташковичское, Речицкое и Вишанское нефтяные месторождения (Речицко-Вишанская зона), содержащие в своем активе более половины всех запасов промышленных категорий.

Распределение прогнозных ресурсов нефти по стратиграфическим комплексам приведено на рисунке 2, из которой можно сделать вывод о том, что наиболее перспективными для открытия промышленных залежей нефти являются подсолевой карбонатный и межсолевой комплексы девона (D_3), содержащие более 70 % прогнозных ресурсов нефти. Остальные 30 % приходятся на подсолевой терригенный и верхнесоленосный комплексы.

Таким образом, данные о стратиграфическом распределении нефтяных залежей и объемов промышленных и прогнозных запасов нефти свидетельствуют о следующем.

1. Основными нефтесодержащими комплексами в пределах Припятского прогиба являются подсолевой карбонатный и межсолевой комплексы верхнего девона (D_3), на поисках залежей нефти в которых и следует сосредоточить поисково-разведочные работы.

2. Подчиненное значение по объему запасов всех категорий имеют подсолевой терригенный и верхнесоленосный комплексы. Однако это не должно ослаблять внимание геологов к поискам промышленных залежей нефти и в породах указанных комплексов, особенно первого из них.

3. Надежными покрывками для сохранения нефтяных залежей от разрушения как на современном этапе, так и на протяжении всей истории их развития, являлись две мощные толщи глинисто-сульфатно-галогенных пород ливенского и елецко-лебедянского (D_{3el} - D_{3lb})

горизонтов. Первая из них — нижнесоленосная — вместе с нижележащими, сильно глинистыми отложениями евлановского (D_{3ev}) горизонта обеспечивала сохранность подсолевых залежей. Еще более мощные и соленасыщенные образования елецко-лебедянского ($D_{3el-D_{3lb}}$) горизонта (верхнесоленосный комплекс) вместе с толщиной преимущественно глинистых пород полесского горизонта верхнего девона, каменноугольного (С) и пермского (Р) возраста, являются надежными покрывками. Следовательно, в условиях Припятского прогиба проблемы покрывок не существует.

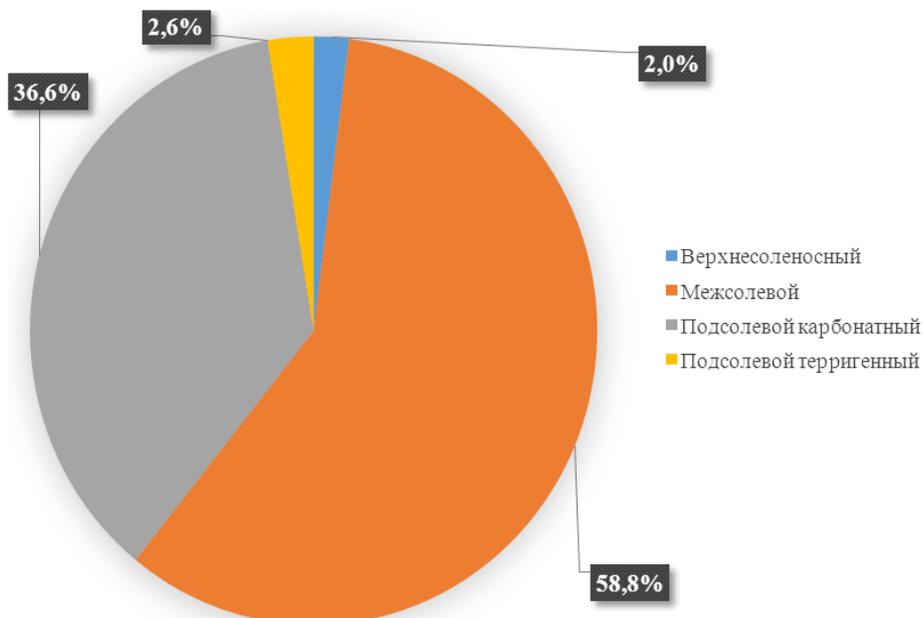


Рисунок 1 - Распределение промышленных запасов нефти по стратиграфическим комплексам

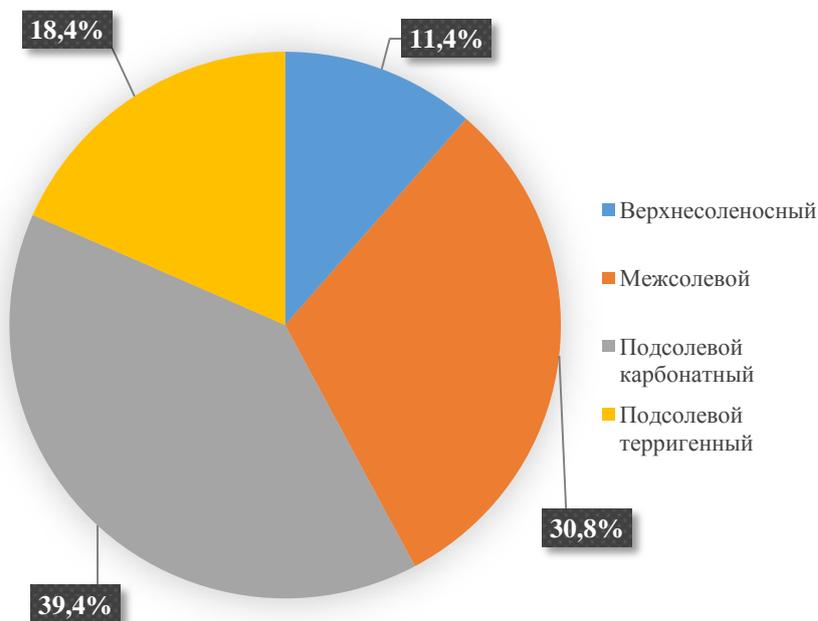


Рисунок 2 - Распределение прогнозных ресурсов нефти по стратиграфическим комплексам

Проведенные исследования показали, что основными нефтесодержащими толщами пород в Припятском нефтегазоносном бассейне являются карбонатные отложения подсолевого (саргаевский (D_{3sr}), семилукский (D_{3sm}), воронежский (D_{3vr}) горизонты) и межсолевого (задонский (D_{3sd}) и елецкий (D_{3el}) горизонты) комплексов франского (D_{3f}) и фаменского (D_{3fm}) ярусов верхнего девона. Именно с этими комплексами связано 98,5 % учтенных по состоянию на 2017 г. промышленных запасов и более 70 % всех прогнозных ресурсов нефти рассматриваемого региона.

Основными зонами нефтегазонакопления в Припятском прогибе являются длительно и в основном унаследованно развивавшиеся древние (позднеживетского времени заложения) положительные структуры второго порядка — валообразные поднятия.

На основании структурно-тектонических построений и палеоструктурных реконструкций, а также анализа геолого-промысловых данных установлено, что все выявленные к настоящему времени в пределах Припятского прогиба нефтяные скопления так или иначе связаны с локальными брахиантиклинальными поднятиями по межсолевым и подсолевым отложениям, осложняющим структуры второго порядка — валы и депрессии. Локальные поднятия стали возникать еще в период накопления соответствующих (подсолевых и межсолевых) осадков и продолжали с возрастающей степенью интенсивности развиваться в последующее время. При этом брахиантиклинальные структуры в подсолевых карбонатных отложениях окончательно оформились в качестве ловушек к концу задонского времени (D_{3zd}), а в межсолевых, по-видимому, в начале елецко-лебедянского века (D_{3el} - D_{3lb}).

Возникновение и интенсивное развитие разрывных тектонических нарушений, зафиксированных к настоящему времени в изучаемом регионе по межсолевым отложениям, судя по данным палеоструктурных построений, ограничиваются фаменским веком (D_{3fm}), а некоторых из них, возможно, пермо-карбоном (Р-С). Более древние по времени заложения и развития дизъюнктивные дислокации в Припятском прогибе пока неизвестны. Разрывные нарушения, как правило, осложняли сводовые и периклинальные части локальных поднятий, т. е. развивались в пределах наиболее тектонически напряженных участков.

Необходимо подчеркнуть, что проведенные в последнее время исследования подтверждает предположение некоторых исследователей о широком развитии пластических деформаций в нижнесоленосных отложениях ливенского горизонта (D_{3lv}). При этом отчетливо выявляется структурообразующая роль этих деформаций в формировании «межсолевых» поднятий (например, Золотухинского, Осташковичского и др.).

Анализ и обобщение материалов геохимических исследований пород, органического вещества и битумов полностью подтверждают вывод ряда исследователей о том, что основными нефтепроизводящими толщами в Припятском нефтегазоносном бассейне являются подсолевой карбонатный и межсолевой комплексы пород верхнего девона.

Следовательно, отложения, в которых к настоящему времени выявлены промышленные скопления нефти, являются одновременно и нефтепроизводящими.

Потенциальными способностями генерировать нефтяные углеводороды обладали, судя по тем же геохимическим данным, также терригенные отложения среднего-верхнего девона (D_2 - D_3) (пярнуско-наровская серия (D_{2pr} - D_{2nr}), старооскольский (D_{2st}) и ланский (D_{3ln}) горизонты), карбонатно-глинисто-соленосные и карбонатно-глинистые породы соответственно верхнесоленосного (лебедянского-полесский горизонт (D_{3lb} - D_{3pl})) и надсолевого комплексов фаменского яруса верхнего девона (D_{3fm}). В благоприятных условиях с точки зрения структурно-тектонических, физико-литологических и других особенностей эти отложения могли образовывать промышленные залежи нефти.

Какой-либо зависимости свойств и состава битумов, нефтей и газов от положения на структурах разрывных тектонических нарушений не устанавливается. Схематические карты равных значений физико-химических параметров нефтей и попутных газов по площади распространения продуктивных отложений, а также графики изменения этих параметров вдоль Речицко-Вишанской зоны не отражают наличие такой зависимости. Данными геохимических исследований вертикальная форма миграции флюидов также не установлена, изменения соответствующих параметров нефти и газа полностью контролируются брахиантиклинальной формой ловушек.

Фактические данные о современных гидротермодинамических условиях, в подсоловых и межсоловых отложениях свидетельствуют об относительно равновесном состоянии соответствующих пластовых гидродинамических систем. Приведенные пластовые давления, геотермическая ступень по одним и тем комплексам характеризуются примерно одинаковыми значениями как в пределах валообразных поднятий, так и в депрессионных зонах.

Как и геохимические параметры нефтей, попутных газов битумов, современные термодинамические условия не отражают влияния разрывных дислокаций на состояние пластовых систем.

Следовательно, данные о термодинамической обстановке межсоловых- и подсоловых отложениях, по крайней мере, на современной стадии ее развития, также отвергают роль вертикальной миграции в формировании нефтяных залежей Припятского нефтегазоносного бассейна.

Палеогидродинамические реконструкции, выполненные для подсоловой пластовой системы, подтверждают правильность представлений о движении углеводородсодержащих растворов из погруженных зон (депрессий) в направлении валообразных поднятий, а также вдоль последних, к краевым частям Припятского прогиба.

На основании проведенных исследований общая схема формирования первичных нефтяных залежей Припятского прогиба может быть описана следующим образом:

а) начало образования «подсоловых» залежей относится к раннефаменскому времени (D_3fm), т.е. к периоду, с которым связано окончательное оформление древних структурных ловушек по соответствующим отложениям и интенсивное развитие вторичных пустот в породах.

В среднефаменское время (D_3fm), т.е. в елецко-лебедянский век ($D_{3el}-D_{3lb}$), в связи с резким увеличением амплитуды погружения подсолового комплекса в депрессиях создались благоприятные термодинамические условия для интенсивного проявления процессов выжимания высоконасыщенных углеводородсодержащих растворов под действием геостатической нагрузки из погруженных зон в приподнятые. Эти процессы привели, в конечном счете, к окончательному формированию нефтяных залежей в подсоловых отложениях сводового типа. Разрывные тектонические нарушения, возникшие и интенсивно развивавшиеся уже после образования первичных «подсоловых» залежей, обусловили их расчленение, а в некоторых случаях создали условия для перетока углеводородов из опущенных частей залежей в породы-коллекторы приподнятых участков структур (например, в пределах Речицкого, Осташковичского, Восточно-Первомайского нефтяных месторождений).

б) начало формирования «межсоловых» залежей связано с окончанием процесса оформления структурных ловушек брахиантиклинального типа в раннеелецко-лебедянское время ($D_{3el}-D_{3lb}$). К этому периоду относится возникновение и интенсивное развитие дизъюнктивных дислокаций, проявление пластических деформаций в нижнесоленосных отложениях. В дальнейшем, по мере накопления верхнесоленосных отложений и погружения межсоловых пород, создались благоприятные термодинамические условия для генерации углеводородов в депрессионных зонах, отжима их вместе с седиментационными водами в направлении

валообразных поднятий и аккумуляции нефтяных углеводородов в уже сформированных ловушках брахиантиклинального типа. В результате в межсолевых отложениях образовались нефтяные залежи сводового типа, иногда с элементами литолого-стратиграфического и тектонического экранирования.

Приведенные выше обобщения по вопросу о закономерностях размещения нефтяных залежей Припятского прогиба обосновывают следующие основные практические рекомендации по направлению дальнейших нефтепоисковых работ в рассматриваемом регионе:

а) усилить комплексные исследования по выявлению локальных брахиантиклинальных и куполовидных структур по подсоевым и межсолевым отложениям в пределах, прежде всего, центральных частей валов, являющихся основными зонами нефтегазонакопления, а также менее отчетливо выраженных, малоамплитудных поднятий в депрессиях – зонах нефтегазообразования. Именно с локальными структурами брахиантиклинального и куполовидного типов древнего заложения (не позднее елецко-лебединского возраста ($D_{3el-D_{3lb}}$)) связаны основные, относительно более крупные сводовые залежи нефти в подсоевом и межсолевом комплексах девона (D).

б) систематически осуществлять комплексные научно-тематические обобщения всех материалов поисково-разведочных работ, прежде всего глубокого бурения. Перед этими исследованиями должна стоять главная задача — определение предполагаемого местоположения сводовых частей структур антиклинального типа, а также оценка возможности формирования в их пределах промышленных залежей нефти на основе учета структурно-тектонических, физико-литологических, геохимических, гидрогеологических факторов.

Список литературы

- 1 Махнач А.А. Введение в геологию Беларуси / науч. ред. А.В. Матвеев. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2004. – 198 с.
- 2 Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси / С.А. Кручек, А.В. Матвеев, Т.В. Якубовская [и др.]. – Минск, 2010. – 257с.
- 3 Карта структурного районирования межсолевого комплекса Припятского прогиба для решения задач эффективного освоения ресурсов углеводородов. Масштаб 1:200 000 / В.Н. Бескопыльный, Р.Е. Айзберг, Я.Г Грибик. – РУП «Белкартография», 2011 г.
- 4 Тектоническая карта Белоруссии. – 1:500 000 / Р.Г. Гарецкий [и др.]. – Мн.: Институт геохимии и геофизики АН БССР, 1974 г.

Т.А. МЕЛЕЖ¹, Д.Н. ЮРЧЕНКО²

ПРИМЕНЕНИЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ) РАДОНОВОГО ИНДИКАТОРНОГО МЕТОДА

¹УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
tatyana.melezh@mail.ru

²ОАО «Буровая компания «Дельта»,

Радоновый индикаторный метод исследования скважин – один из промыслово-геофизических методов, в основу которого положены гамма – каротажные наблюдения за распределением по стволу скважины и в околоскважинной зоне радиоактивного газа радона – 222, растворенного в жидкости при его закачке в перфорированные интервалы.

Эволюция радона приводит к появлению короткоживущих и незначительного количества долгоживущих продуктов распада. При распаде радона образуются гамма-излучение дочерних продуктов: короткоживущие Pb^{214} ($T_{1/2} = 26,8$ мин), Bi^{214} ($T_{1/2} = 19,7$ мин) и долгоживущие – Pb^{210} ($T_{1/2} = 21,4$ лет), Po^{210} ($T_{1/2} = 138,3$ сут.). Основными гамма-излучающими элементами являются короткоживущие продукты распада [1, 2].

Радон практически не адсорбируется горными породами и оборудованием скважины. Он растворяется в жидкостях, содержащих органические вещества лучше, чем в воде. Способность радона растворяться – основа простых способов введения его в скважины. Использование жидких носителей радона позволяет создать радиационно-безопасные условия для работы.

Радон – наиболее долгоживущий изотоп эманации радия. Радон-222 является самым тяжелым и самым рассеянным газом на планете. Период полураспада радона-222 3 суток и 19 часов. В природных условиях радон не образует химических соединений и не вступает в какие-либо биохимические реакции, что предопределяет одну из основных предпосылок его применения в качестве меченого атома. Способность радона растворяться является основой способов введения его в нефтегазовые скважины. Растворенный радон (как меченый атом) не адсорбируется на буровом и каротажном оборудовании, на глинистой корке и скелете пород. Радон очень хорошо растворяется в воде (коэффициент растворимости $\Omega=0,25$), но еще лучше он растворяется в нефти, спирте, керосине и других органических жидкостях [4].

Использование радона для исследования нефтегазовых скважин началось сравнительно недавно (с середины 70-х годов прошлого века), достаточного фактического материала для достоверной оценки радиационного воздействия радона на всех этапах проведения исследований в нашей стране не имелось [2].

Данный метод имеет ряд преимуществ [1]:

1 радоновый индикаторный метод может применяться при любой конструкции и способе эксплуатации скважин, которые позволяют производить закачку раствора и проводить измерения глубинным прибором гамма-каротажа;

2 радон-222 является чистым альфа-излучателем и практически не адсорбируется горными породами, он растворяется в органических жидкостях лучше, чем в воде;

3 при распаде радона образуются изотопы, которыми обусловлено более 99 % интенсивности гамма-излучения, при этом продукты распада радона хорошо адсорбируются на любой поверхности;

4 определение заколонной циркуляции;

5 определение места нарушения колонны.

Стареющий фонд скважин, рост обводненности продукции требуют повышенного внимания к исследованиям по контролю за разработкой месторождений.

Крупные месторождения в РБ относятся к «старым» месторождениям и находятся в поздней стадии разработки, из этого вытекают и трудности добычи нефти. Во-первых, скважины, находящиеся в эксплуатации, физически изношены и требуют постоянного контроля за состоянием эксплуатационных колонн, подземного оборудования и работающих пластов. Во-вторых, вследствие контурного, внутриконтурного и очагового заводнения повысилась обводненность продукта. В-третьих, т.к. нагнетательные скважины работают при высоком давлении на устье, велика вероятность нарушения эксплуатационных колонн и попадания нагнетаемых сточных соленых вод в верхние горизонты пресной питьевой воды, а также прорыва очагов обводнения в добывающие скважины, что приводит к полному обводнению добываемой продукции.

Исходя из вышеизложенного, в настоящий момент необходимо как можно чаще проводить исследования эксплуатационных скважин с целью определения

технического состояния колонн, определения мест заколонного движения жидкости в неперфорированных пластах, определения мест нарушений и выявление мест заколонных перетоков жидкости из перфорированных пластов в выше- или нижележащие пласты [5].

Технология введения радонового индикатора. Данный метод ранее (до Чернобыльской катастрофы) достаточно широко применялся на скважинах нефтяных месторождений Беларуси. Использование его в настоящее время с применением традиционного способа введения радонового индикатора в носитель (перемешивание в открытом мернике агрегата с последующей закачкой в нагнетательную линию, содержащую шарнирные соединения, допускающие утечки в случае отсутствия давления) невозможно в связи с ужесточением санитарных норм. В ходе всестороннего изучения проблемы было принято решение разработать принципиально новую технологию, полностью исключающую выброс (разлив) радиоактивной жидкости при приготовлении и закачке индикатора [5, 6].

Предложенный метод основан на активации носителя радоном и закачке его в скважину с помощью эжекторного насоса с регулируемым штуцером. Оборудование состоит из трех основных узлов: корпуса эжектора, эжекторной вставки и регулируемого штуцера. Принцип работы основан на подсосе жидкости из контейнера с радоновым индикатором в поток рабочей жидкости (носителя), перетекающей с высокой скоростью из нагнетательной линии через сопло в камеру смешения, диффузор и затем через тройник фонтанной арматуры в насосно-компрессорные трубы. Расход радонового индикатора, а, следовательно, концентрацию его в носителе, регулируют штуцером. Монтаж эжектора непосредственно на фонтанной арматуре обеспечивает отсутствие утечек при проведении работ.

По итогам испытаний принято решение о проведении опытно-промысловых испытаний технологии и оборудования. Индикаторные исследования по определению заколонных перетоков с применением радонового индикатора были выполнены на скважине 171s2 Южно-Осташковичского месторождения, эксплуатирующей задонский горизонт [6].

Результаты радоновых съемок в пределах месторождений нефти и газа можно сравнить с накопленным опытом проведения эманационных съемок над залежами радиоактивных руд. Такого рода сравнение дает возможность выявить аналогии в распределении радиоактивных аномалий и найти определенные закономерности в распределении радона в пределах залежей углеводородов.

Список литературы

1 Зарубежнов, С.А. Контроль технического состояния скважин на территории Ромашкинского месторождения с использованием радонового индикаторного метода / С.А. Зарубежнов // Материалы научной сессии студентов. Часть 1. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2012. – С. 55–56.

2 Киляков, А.В. История развития эманационных методов и их роль в нефтяной геологии на современном этапе / А.В. Киляков // Известия Саратовского университета. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. – 2013. – Т. 13, вып. 2. – С. 57–60.

3 Киляков В.Н. Геоэкологическая оценка радонового индикаторного метода для исследований нефтегазовых скважин / В.Н. Киляков // Промышленная безопасность. – 2006. – № 6. – С. 24–29.

4 Филиппов В.П. Применение индикаторного метода по радону для изучения нефтенасыщенных пористых сред / В.Н. Филиппов. – М. : ВНИИОЭНГ, 2003. – 272 с.

5 Юрченко Д.Н. Применение и технология введения радонового индикатора в скважину (Республика Беларусь, Припятский прогиб) / Д.Н. Юрченко // Устойчивое развитие: региональные аспекты: сборник материалов VIII региональной научно-практической

конференции молодых ученых, Брест, 18 ноября 2016 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина; редкол.: И. В. Абрамова, Т. А. Шелест, А. Д. Панько. – Брест: БрГУ, 2017. – С. 57–59.

6 Юрченко Д.Н. Общие сведения и методика исследования скважин радоновым индикатором / Д.Н. Юрченко // Географические аспекты устойчивого развития регионов [Электронный ресурс]: II международная научно-практическая конференция (Гомель, 23–24 марта 2017 г.): [материалы]. – Электрон. текст дан. (объем 76,3 Mb). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – С. 265–268.

О.В. САРЫЧЕВА

ОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕЛОВЫХ И ЮРСКИХ НЕФТЕГАЗОПРОДУКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОБЪЕКТАХ ЮЖНО-КАРСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО БАССЕЙНА

*Баширский государственный университет,
г. Уфа, Российская Федерация,
sov_21041992@mail.ru*

По экспертным оценкам ведущее место по запасам на территории Российского шельфа принадлежит недрам арктических морей – Баренцева (49 %), Печорского (15 %), Карского (35 %). Нефтегазовые бассейны западной части арктического шельфа России лежат на подводном продолжении крупнейших нефтегазоносных провинций мира – Тимано-Печорской и Западно-Сибирской. Так акватория Карского моря и ее южное и юго-восточное побережье, включая полуостров Ямал, является прямым продолжением Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, что определяет актуальность нефтепоисковых работ на всей площади. [4].

На акватории Карского моря выделяются ряд нефтегазоносных областей (НГО), газонефтеносных областей (ГНО) и перспективных нефтегазоносных областей (ПНГО): Предновоземельская НГО (Западно-Карская НГО), Свердрупская ПНГО, Ямальская НГО (Ямало-Гыданская НГО), Южно-Карская ГНО, наибольший интерес по нашему мнению должен уделяться последним двум [3], где предполагается скопление углеводородов в уже выявленной ранее Скуратовской зоне поднятий, а именно Нармейской и Скуратовской перспективных зонах нефтегазонакопления (ПЗНГН) [5]. В разрезе осадочного чехла в пределах данных областей выделяется шесть нефтегазоносных комплексов (альб-сеноманский, аптский (баррем-аптский), неокомский, верхнеюрский, среднеюрский, нижнеюрский) [1]. В целом Южно-Карской области была установлена промышленная нефтегазоносность в меловом комплексе, а юрские отложения (юрский нефтегазоносный комплекс – НГК) обнаружены в единичных залежах и проявлениями нефти и газа в пределах прибрежной суши Ямальской НГО, который на сегодняшний день на территории шельфа, по нашему мнению является перспективным [2].

В результате данных переинтерпретации сейсморазведки были выделены и откартированы опорные отражающие горизонты, в последствии методом интерполяции в программном продукте *GeoGlobeTechnologies* (разработка ООО «РН-УфаНИПИнефть», автор разработки Абабков К.В.), были выполнены структурные построения по основным отражающим горизонтам Г, М, Б и др., по результатам которого выделены поисковые объекты антиклинального типа: Нармейская и Скуратовская структуры. Нармейская структура, четко прослеживается по всему разрезу осадочного чехла, выделяется в виде брахиантиклинальной складки сложной формы, имеющей субмеридиональное простирание. Скуратовская структура аналогично имеет признаки антиклинального перегиба, выраженные по всему разрезу

осадочного чехла и имеющие значимую амплитуду. Мы прогнозируем, что на территории прибрежной (транзитной) зоны и континента существуют единые фациальные условия, коллекторские свойства пород, возможные структурные типы залежей (таблица 1). Предположительно, что данные структуры образуют Нярмейскую и Скуратовскую ЗНГН, в которые будут связаны с альб-сеноманским, аптским (баррем-аптским), неокомским, верхнеюрским, среднеюрским, нижнеюрским нефтегазонасными комплексами (НГК), установленные как и на Южно-Карской ГНО, так и на Ямальской НГО.

Проведенный автором анализ вышеперечисленные НГК, дает основание заключить, что на территории Скуратовской и Нярмейской ЗНГН обладают высокими перспективами в осадочном чехле неокомский и среднеюрский НГК.

Таблица 1 – Сводная таблица соотношения мощностей неокомского и среднеюрского НГК Южно-Карского и Западно-Сибирского НГБ

Мощность, км	Западно-Сибирский НГБ			Южно-Карский НГБ		
	Меловых отложений,	2000	Неокомский НГК	1000	3000	Неокомский НГК
Юрских отложений	800	Среднеюрский НГК	362	4.6	Среднеюрский НГК	2000

Коллекторами в альб-сеноманском и аптском НГК выступают отложения марресалинской свиты (п-ов Ямал) и верхняя часть тапочинской свиты (Русановское и Ленинградское месторождения, соответственно (песчаники серые, мелкозернистые, слабо- и среднесцементированные, алевролиты). Неокомский НГК представлен отложениями тапочинской (нижняя часть) и ахской свитой (алевролиты и песчаники в виде отдельных пачек). Юрский НГК вскрыт лишь на территории в пределах Ямальской НГО, коллекторами в комплексе выступают терригенные отложения (мелкозернистые преимущественно кварцевыми песчаники и алевролиты, мощностью от 50-500 м) нижней (зимняя и джагодская свиты) и средней (вымская, малышевские свиты) юры. Основные нефтегазоматеринские породы (черными и буровато-черными битуминозными аргиллитами с большой примесью карбонатного и кремнистого материала) представлены баженовской свитой [1].

По результатам анализа структурных карт, были выделены поисковые объекты антиклинального типа, для которых были определены предполагаемые уровни заполнения ловушек, отвечающие вероятностным показателям оценки ресурсов (P10, P50, P90) (рисунок 1).

Согласно авторской вероятностной оценки ресурсов начальные геологические и извлекаемые ресурсы нефти, в неокомском НГК по параметру R_{mean} , который соответствует наиболее вероятному (математически ожидаемому) значению, в Нярмейской структуре составляют 263,5 млн.т. (геологические) и 79,0 млн.т. (извлекаемые), по конденсату – 19,7(геологические) и 17,1 млн.т.(извлекаемые), начальные геологические ресурсы свободного газа равны 249,4 млрд.м³; в Скуратовской структуре начальные геологические ресурсы конденсата составляют 6,6 млн.т., извлекаемые ресурсы – 5,7 млн.т., начальные геологические ресурсы по свободному газу – 83,5 млрд.м³. В отложениях среднеюрского НГК начальные геологические и извлекаемые ресурсы конденсата и геологические ресурсы свободного газа в Нярмейской структуре составляют: конденсат – 68,9 млн.т. (геологические) и 49,1млн.т (извлекаемые), свободный газ – 389,1 млрд.м³ (геологические), в

Скуратовской структуре конденсат – 95,1 млн.т. (геологические) и 68,5 млн.т (извлекаемые), свободный газ – 543,6 млрд.м³ (геологические).

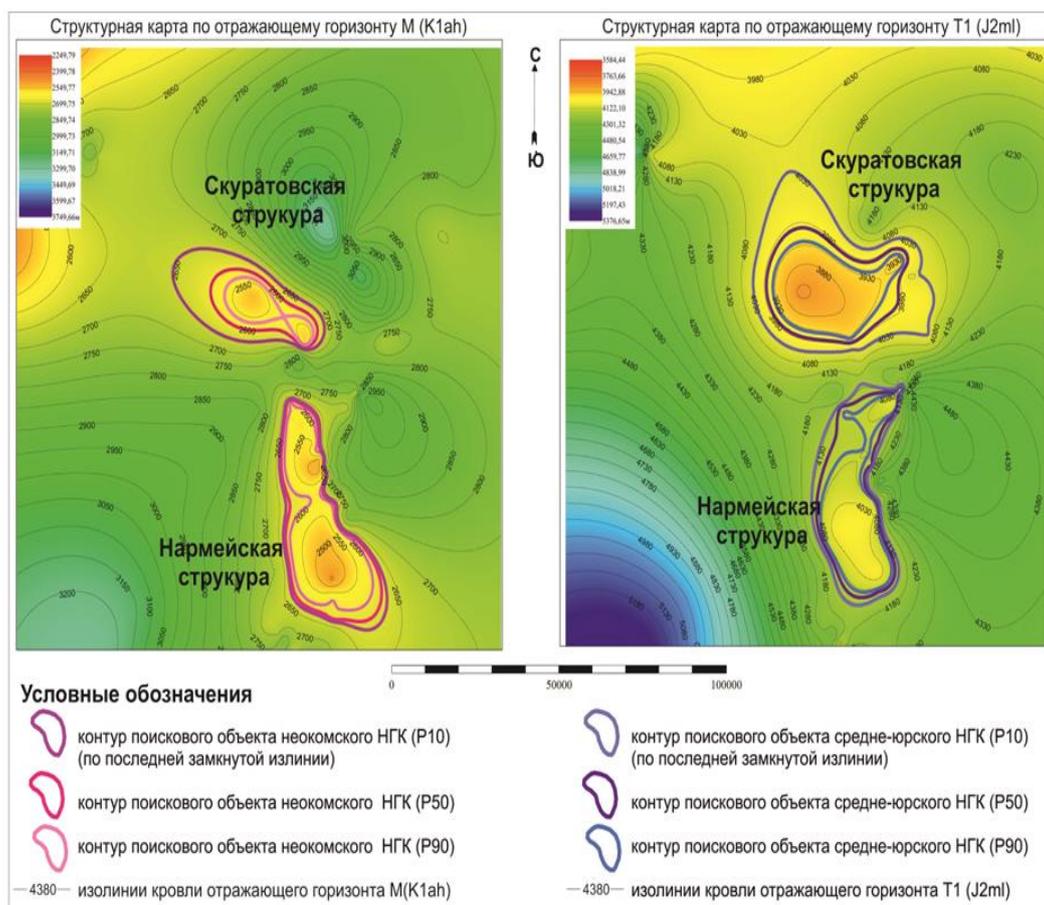


Рисунок 1 – Структурные карты по отражающим горизонтам М(K1ah), Т1 (J2ml)

Таким образом, выполненный прогноз нефтегазоносности части Южно-Карского НГБ подтвердил его высокие перспективы в целом и позволил выполнить предварительную оценку ресурсов по выделенным локальным структурам в результате геолого-геофизических работ прошлых лет. Данная оценка свидетельствует о значительном, преимущественно газовом потенциале, среди которых самым богатым обладает Скуратовская структура, где основная доля ресурсов сосредоточена в среднеюрском НГК. Чуть меньшими ресурсами обладает Няремская структура, заключающая в себе не только газовый потенциал, но и нефтяной, где наибольшими ресурсами обладает неокомский НГК. Очевидно, что обе этих структуры являются первоочередными объектами для дальнейших геологоразведочных работ.

В результате анализа геолого-геофизической информации, а также после проведенной вероятностной оценки УВ, автором составлена схема прогноза распространения меловых и юрских нефтегазоносных комплексов Южно-Карского нефтегазоносного бассейна.

Начальные геологические ресурсы УВ неокомского и среднеюрского НГК в пределах Няремской и Скуратовской ЗНГН равны 649.2 млн. т у.т., что составляет 1.25 % от общего объема суммарных ресурсов т.у.т. Карского моря.

Финансовые показатели выручки объектов изучения составляют: Нефть – 133 млрд. \$; Газ – 291 млрд. \$, при цене на нефть марки Brent 76 \$ за 1 баррель.

Список литературы

1 Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности шельфа морей России / Е.В.Захаров, В.А. Холодилов, М.Н. Мансуров и др. – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2011. –181с.

2 Захаров, Е.В. Основные результаты и перспективы развития работ по выявлению и освоению углеводородных месторождений на шельфе Карского моря / Е.В. Захаров, В.А. Холодилов, К.А. Мандель // Геология, геофизика и разработка нефтегазовых месторождений. – М. : ВНИИОЭНГ, 2004, – №9. – С. 23–27.

3 Региональные геолого-геофизические работы на приямальской части южнокарского шельфа» (Государственный контракт от 27.04.2012 г. № 32/07/70-113) / отв.исп.: В.А. Поселов. – Санкт-Петербург: ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С.Грамбаера, 2014.

4 Сарычева, О.В. Анализ нефтегазоносности объектов западной части арктического шельфа России. Перспективы дальнейшего развития / О.В. Сарычева // Успехи современной науки и образования. – Белгород, 2016. – №2. – С.146–150.

5 Создание единой модели глубинного строения Карско-Баренцевского мегабассейна на основе каркасной государственной сети опорных профилей с целью зонального и локального прогноза нефтегазоносности региона, включая прибрежные территории Западно-Сибирской НПП / отв.исп.: И.Ю. Винокуров. – Санкт-Петербург: ФГУ НПП «Севморгео», 2010.

И.С. СКОРКО, Т.А.МЕЛЕЖ

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СЕВЕРО-ЗУЕВСКОЙ ПОДСОЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВАНИИ БУРЕНИЯ ПОИСКОВОЙ СКВАЖИНЫ 604S2 ЗУЕВСКАЯ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
tatyana.melezh@mail.ru*

Зуевское месторождение приурочено к промежуточному блоку в зоне Речицко-Вишанского регионального разлома. В тектоническом отношении Зуевское месторождение расположено на уступе Речицко-Вишанской ступени в пределах Южно-Речицкой-Южно-Вишанской региональной зоны локальных поднятий [1]. Согласно современным представлениям о геологическом строении, подсольевые отложения Зуевского месторождения представляют собой блок четырехугольной формы, представленный в виде наклоненного на северо-запад тектонически экранированного поднятия, ограниченного субширотными нарушениями с юга амплитудой порядка 40 – 15 м и с севера от 60 м до 100 м. С северо-запада ограничением является нарушение амплитудой 20 – 30 м, с юго-востока Зуевское месторождение ограничено крупноамплитудным сбросом северо-восточного простирания. Результаты бурения скв. 603, которая вскрыла нарушение в ланских отложениях и скв. 602, вскрывшей нарушение в кровле семилукских отложений, дают основания утверждать, что блок Зуевского месторождения осложнен нарушением субширотного простирания амплитудой порядка 13 метров (таблица 1).

Межсолевые отложения в районе Зуевского месторождения отсутствуют. По поверхности галитовой подтолщи верхнесоленосного комплекса Зуевское месторождение находится на юго-восточном склоне Сосновского соляного купола

Литолого-стратиграфическая характеристика разреза Зуевского месторождения. Породы **кристаллического фундамента** ($AR+PR_1$) в пределах изучаемого месторождения скважинами не вскрыты. По аналогии с соседним Сосновским месторождением кристаллический фундамент, сложен гранитами темно-серыми а также гранито-гнейсами серыми, темно-серыми, крупнокристаллическими. Вскрытая толщина пород фундамента изменяется от 9,5 м (скв. 20 Сосновской) до 24,5 м (скв. 32 Сосновской). **Верхний протерозой** (PR_2) представлен переслаиванием пестроцветных песчаников и алевролитов с прослоями глин. Его вскрытая мощность составляет 141,5 м в скв. 32 Сосновской.

Таблица 1 – Характеристика тектонических нарушений, выявленных по результатам бурения скважин в подсолевых отложениях Зуевского месторождения

№№ скв.	Отложения, выпадающие по разлому	Фактическая отметка вскрытия горизонта, м		Тип тектонического нарушения	Примечание
		глубина	абс. отм.		
602	D_{3rch}, D_{3sm}	3553	-3412	сброс	Отсутствуют 1 – 1,5 м нижней части речицкого горизонта и 13 м верхней части семилукского горизонта
603	D_{3ln}	3670	-3514	сброс	В средней части разреза ланского горизонта выпадает около 12 м отложений

Подсолевая терригенная толща включает отложения верхнепротерозойской эратемы и девонской системы палеозойской эратемы в составе наровского, старооскольского и ланского горизонтов [2].

Подсолевая карбонатная толща сложена отложениями саргаевского, семилукского, речицкого, воронежского и евлановского (кустовницкие слои) горизонтов. Представлена доломитами, известняками, мергелями, глинами и ангидритами. Толщина изменяется от 138 до 169 м.

Промышленная нефтеносность Зуевского месторождения связана с отложениями саргаевского и семилукского горизонтов. Отложения **саргаевского горизонта** (D_{3sr}) представлены доломитами темно-серыми, темно-серыми с коричневатым оттенком плотными, крепкими, массивными, тонкокристаллическими, местами слаботрещинноватыми. Реже отложения представлены известняками глинистыми серовато-зеленого цвета плотными, крепкими, тонкокристаллическими с включениями обуглившихся растительных остатков. Мощность отложений изменяется от 29,5 м (скв. 604) до 40 м (скв. 605).

Продуктивные **семилукские отложения** (D_{3sm}) сложены преимущественно доломитами. Доломиты серые с зеленоватым оттенком, мелкозернистые, массивные, плотные, крепкие, слабоглинистые, с редкими микротрещинами, залеченными кристаллическим доломитом, а также доломиты темно-серые до черных, мелкозернистые, массивные, крепкие, трещиноватые. Вскрытая толщина отложений изменяется от 9,5 м (скв. 602) до 23 м (скв. 605) [1].

Семилукский и воронежский горизонты и, соответственно, связанные с ними

залежи разделяются пачкой глинисто-мергелистых пород **речицкого горизонта** (D_{3rch}), толщина которой изменяется от 5,5 м (скв. 602) до 7,0 м (скв. 604). **Воронежский горизонт** (D_{3vr}) вскрыт в составе птичских и стреличевских слоев. Толщина горизонта изменяется от 52 (скв. 602) до 59,5 м (скв. 604). **Стреличевские слои** ($D_{3vr(str)}$) сложены плотными породами, представленными доломитами темно-серыми, коричневато-темно-серыми, микро-, мелкозернистыми, известковистыми, с псевдобрекчиевидной, участками слоистой текстурой, неравномерно сульфатизированными и глинистыми, со стилолитоподобными прослойками, выполненными глинисто-органическим веществом [2].

Птичские слои ($D_{3vr(pch)}$) сложены доломитами серыми, коричневато-серыми, микро-, мелкозернистыми, с реликтовой органогенно-водородной структурой, неравномерно глинистыми и ангидритизированными до прослоев ангидритов в средней части горизонта, со стилолитоподобными швами, выполненными глинисто-органическим веществом, с прослоями и линзовидными включениями органогенных известняков мелкозернистых, неравномерно глинистых, трещиноватых. Выше лежащий **евлановский горизонт** представлен **кустовническими** ($D_{3ev(ks)}$) и, частично, **анисимовскими** ($D_{3ev(an)}$) слоями. Толщина горизонта изменяется от 31 м (скв. 602) до 100 м (скв. 604, 605). **Кустовнические слои** ($D_{3ev(ks)}$) сложены ритмично, часто переслаиваемыми глинами, мергелями, известняками в различной степени доломитизированными и глинистыми, ангидритами и сульфатно-карбонатными породами. **Анисимовские слои** ($D_{3ev(an)}$) представлены несолевой фацией, сложенной неравномерно переслаиваемыми глинами, мергелями, в меньшей степени глинистыми известняками и сульфатно-карбонатными породами.

Выше по разрезу стратиграфическое несогласие: из разреза выпадают большая часть нижнесоленосных и межсолевых образования. Нижняя часть евлановских отложений перекрывается фрагментом галитовой подтолщи толщиной 40 м, представленной пачкой каменных солей с прослоем калийных в кровельной части, отнесенная к найдовским слоям оресского горизонта [2].

Выше лежащая часть разреза представлена надсолевыми образованиями и глинисто-галитовой подтолщью в составе шатилковских слоев оресского, осовецких и любанских слоев стрешинского горизонтов и нерасчлененной толщей полесско-каменноугольных отложений. Керном вскрытые отложения не охарактеризованы.

Оресский горизонт (D_{3or1}) представлен переслаиванием глин, мергелей, глинисто-карбонатных пород с редкими пачками каменных солей толщиной до 15 м.

Стрешинский горизонт ($D_{3str(ls+osv)}$) вскрыт в полном объеме в составе осовецких и любанских слоев. По каротажным диаграммам и шламу разрез представлен соленосной фацией, характеризующейся ритмичным чередованием пачек каменных солей с прослоями калийных солей, карбонатно-глинистых, глинистых, карбонатно-сульфатных и терригенных пород. Соленасыщенность разреза до 60 %. Толщина солевых прослоев от первых метров до 25 м. Толщина глинисто-галитовой толщи изменяется от 2068 м (скв. 604) до 2129,5 м (скв. 605).

Выше лежащие надсолевые отложения толщиной от 1229,2 м (скв. 605) до 1254,6 м (скв. 604) представлены отложениями полесско-каменноугольной, пермской, триасовой, юрской, меловой систем, а также кайнозоя. Сложены глинами, песчано-алевроитовыми породами с прослоями мергелей, доломитов, реже известняков, сульфатно-карбонатных пород – в нижней части разреза, известняков, мергелей, глин с прослоями песков, песчаников, а также мелом, моренными, озерными отложениями – в верхней части разреза. С целью оценки перспектив нефтегазоносности Северо-Зуевской подсолевой структуры составлен проект заложения скважины 604s2 Зуевская (рисунок 1).

Северо-Зуевский блок находится между Сосновским и Зуевским месторождениями нефти и имеет благоприятное структурно-тектоническое расположение (рисунок 2).

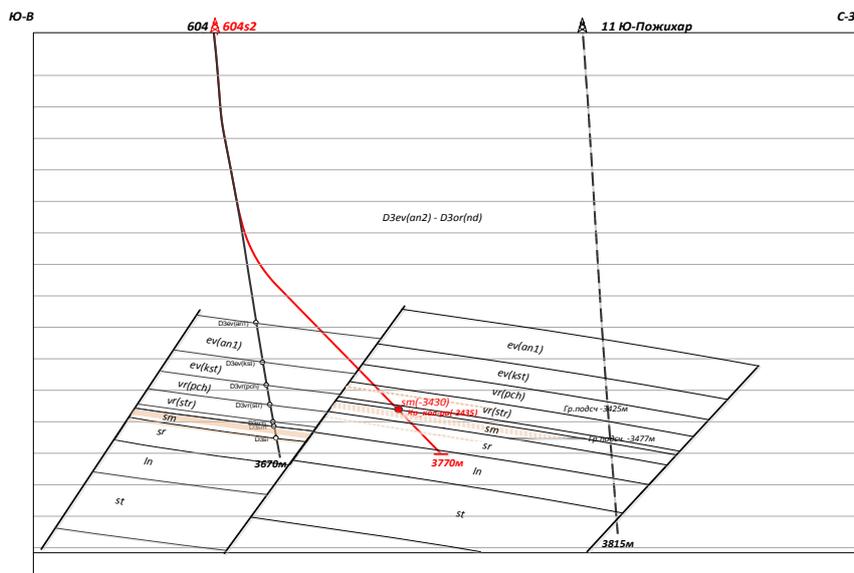


Рисунок 1 – Северо-Зуевская подсолевая структура. Геологический разрез по линии I-I Масштаб 1:5000 [2]

Поисковая скважина № 11 Южно-Пожихарская частично опоясала Северо-Зуевскую структуру и вскрыла ее погруженную часть. По керну, отобранному из воронежских отложений в скважине № 11 Южно-Пожихарская, наблюдались выпоты и выделения нефти, в одном из образцов – жидкая нефть. Продуктивная часть семилукских и саргаевских отложений в скважине № 11 Южно-Пожихарская выпадает по разлому.

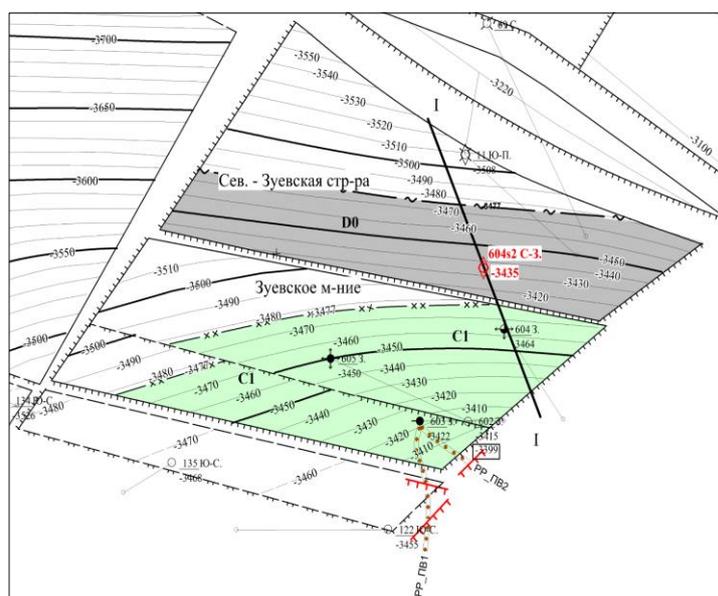


Рисунок 2 – Северо-Зуевская подсолевая структура. Структурная карта по кровле коллектора залежи нефти семилукского горизонта и подсчетный план Масштаб 1:10000 [2]

В скважине № 604 Зуевская, которая расположена ближе всего к проектной скважине № 604p2, в процессе бурения при отборе керна из воронежских и семилукских отложений наблюдались выпоты нефти, по геофизическим исследованиям скважин в семилукских отложениях выделено 5,6 м нефтенасыщенных пластов-коллекторов. При испытании этих пластов-коллекторов в колонне из семилукских

отложений получен приток пластовой воды с пленкой нефти. Анализируя приведенные материалы можно сказать, что в пределах Северо-Зуевской структуры, в отложениях подсолевого комплекса, предполагается наличие тектонически-экранированной ловушки нефти [2].

Площадь участка, использованного для подготовки Северо-Зуевской подсолевой ловушки входит в состав съемки 3D, выполненной в 2003 году. Структурные построения на Зуевском месторождении выполнены на основании переинтерпретации материалов трехмерной сейсморазведки 3D, проведенной в 2008 году и материалов бурения скважины № 11 Южно-Пожихарской. В скважинах, пробуренных на сопредельных площадях, выполнены промыслово-геофизические исследования согласно рациональному комплексу, установленному для Припятской впадины. В скважинах №№ 603, 604 и 605 Зуевских проведены наблюдения вертикального сейсмического профилирования с целью изучения скоростной характеристики среды и уточнения геологического строения околоскважинного пространства.

Обработка сейсмических материалов съемки 3D выполнена в БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть». Предполагаемые породы-коллекторы приурочены к доломитам. Тип коллектора – каверново-порово-трещинный (по классификации Ф.И. Котяхова).

Покрышкой для предполагаемой залежи будут соленосные, глинистые и сульфатно-карбонатные породы лебедянско-евлано-ливенского возраста. Ранговое значение покрышки оценивается как уверенное (+2) [2].

Границы Северо-Зуевского блока с юга и северо-запада определяются по сейсмическим данным. Амплитуда разломов порядка 60 м, 150 м соответственно, где отложения семилукского горизонта контактируют с известняками и прослоями глин, мергелей (на юге) и глинистыми породами евлановского возраста (на западе). С учетом вышеизложенного, боковое ограничение в вершине структуры оценивается как слабоуверенное (+1).

Ресурсы нефти категории D₀, подсчитанные в пределах Северо-Зуевской подсолевой ловушки по параметрам Сосновского месторождения оцениваются: геологические ресурсы воронежско-саргаевской залежи – 348 тыс.т, извлекаемые – 141 тыс.т.

С целью поисков и разведки углеводородов, выявления характера распространения пород-коллекторов в подсолевом карбонатном комплексе рекомендуется бурение бокового ствола из скважины № 604 Зуевская в вершине Северо-Зуевской структуры с проектной глубиной 3770 м и забоем в кровле ланского горизонта [2].

Таким образом, в работе приведено обоснование заложения проектной скважины 604s2 Зуевская. Северо-Зуевский блок находится между Сосновским и Зуевским месторождениями нефти и имеет благоприятное структурно-тектоническое расположение. Анализируя приведенные материалы можно сказать, что в пределах Северо-Зуевской структуры, в отложениях подсолевого комплекса, предполагается наличие тектонически-экранированной ловушки нефти.

Список литературы

1 Пересчет запасов нефти, растворенного газа и ТЭО КИН Зуевского месторождения. / РУП «ПО Белоруснефть» за 2016 г.: Отчет (в 1 книге и 1 папке) / под руководством А.С. Мохорева. – Гомель, 2016. – 253 с.

2 Проект поискового бурения на Северо-Зуевской площади / Список исполнителей: Е.В. Вержиковский, Л.И. Иванова, В.Л. Козырева, А.И. Макаренко, О.В. Бобр / РУП «ПО Белоруснефть». – Гомель, 2017.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГТИ (ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ) ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ БАССЕЙНОВОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ СУРГУТСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

ФГБОУ ВО «Бакирский Государственный Университет»,
г. Уфа, Российская Федерация,
khusnullintr@mail.ru; sabir.mustafin@yandex.ru

При рассмотрении одного из методов исследований промысловой геофизики – газового каротажа, можем видеть стабильные газопоказания по суммарному газу, так и по компонентному составу (C1, C2, C3, C4 и C5) (рисунок 1).

Основной проблемой газового каротажа при вскрытии продуктивных пластов юрских отложений Сургутской нефтегазовой провинции является влияние баженовской свиты на результаты. Битуминозные аргиллиты, составляющие основную литологию баженовской свиты, в процессе углубления скважины продолжают обваливаться и вместе с выбуренной породой продуктивного пласта выходят на поверхность. Это влияет на общие фоновые газопоказания, и при вскрытии пластов коллекторов происходит незначительные изменения по суммарному газу.

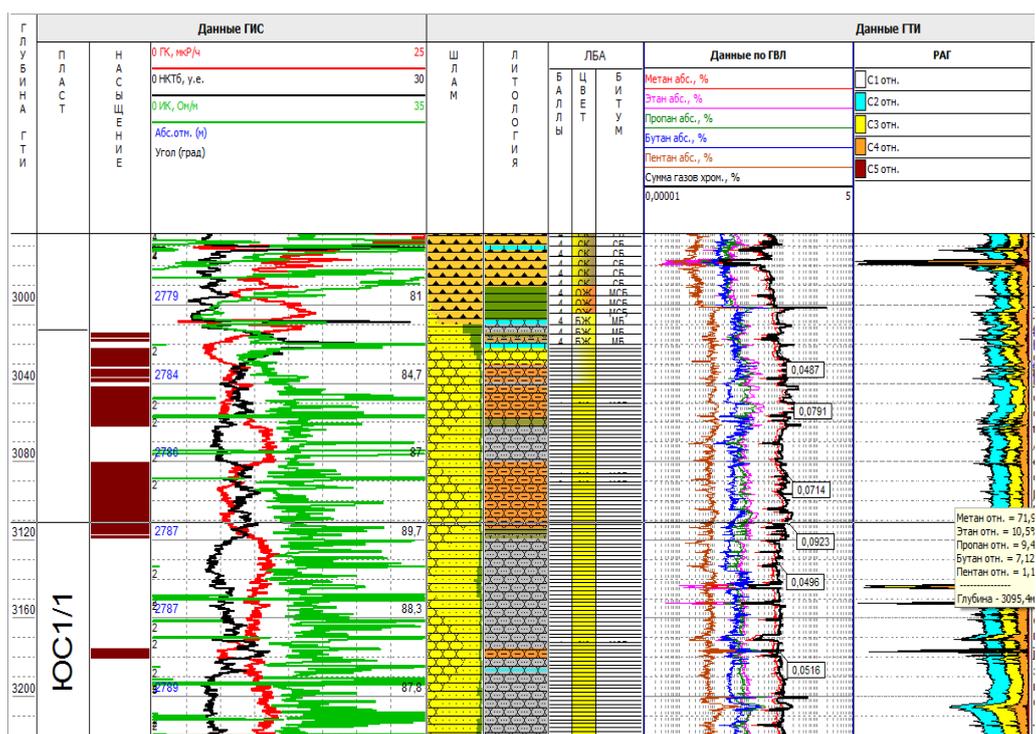


Рисунок 1 - Характер насыщения углеводородными газами пласта ЮС1/1 на примере скважины №5748Л Кочевского месторождения

В некоторых случаях суммарные газопоказания баженовской свиты на порядок выше, чем в пластах коллекторах. В целом, момент вскрытия пластов юрских отложений, по данным геолого-технологических исследований в данной ситуации прослеживается по изучению выбуренной породы: появление шламинок песчаника в выбуренной породе (рисунок 2).

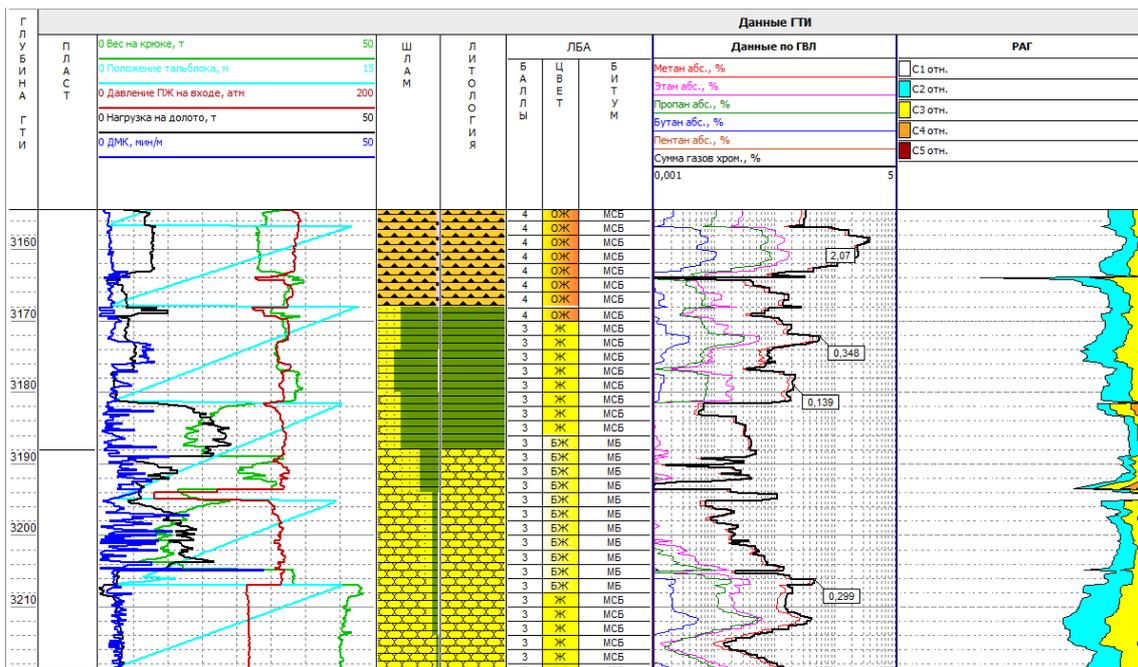


Рисунок 2 - Характер насыщения углеводородными газами пласта ЮС1/1 на примере скважины №9449Г Кочевского месторождения

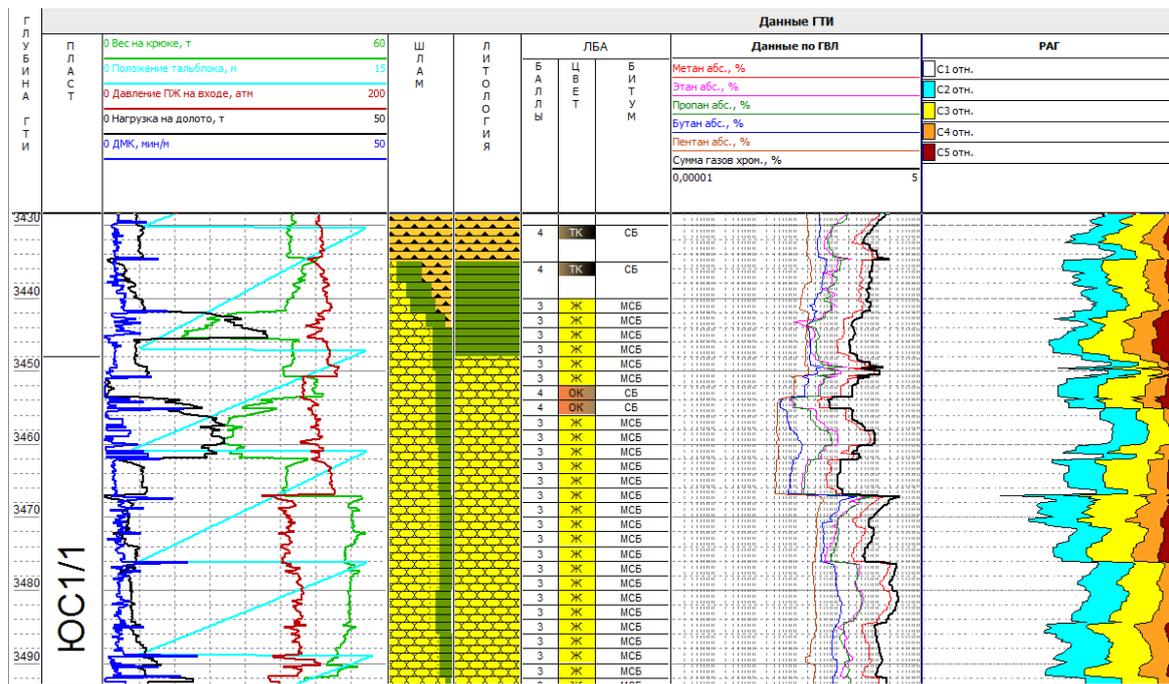


Рисунок 3 - Характер насыщения углеводородными газами пласта ЮС1/1 на примере скважины №9456Г Кочевского месторождения

Одной из отличительных особенностей вскрытия пластов коллекторов является увеличение и непрерывающееся присутствие пентана при газовом каротаже (рисунок 3).

Использование других методов геолого-технологических исследований в условиях современного бурения нефтегазовых скважин не актуально. Механический каротаж малоинформативен по причине применения долот и забойных двигателей с высокими

техническими характеристиками, которые с одинаковой механической скоростью проходки пробуривают как плотные, так и слабосцементированные породы.

Геологическая интерпретация данных контроля параметров промывки скважины основана на способности пористых и проницаемых пород-коллекторов поглощать промывочную жидкость при превышении давления в скважине над давлением в пласте. Данный метод также малоинформативен, в большинстве случаев не информативен в виду использования буровых растворов разного типа с повышенными реологическими свойствами не позволяющие практически буровому раствору фильтроваться в пласт.

Метод термометрии промывочной жидкости основан на измерении температуры промывочной жидкости на входе и выходе скважин. Применяется для выделения в разрезе пород-коллекторов и зон аномально высоких давлений. Физическая сущность метода заключается в том, что различные типы пород, а также минералы, слагающие скелет породы, и флюиды, насыщающие ее, имеют неодинаковую теплопроводность, вследствие чего при вскрытии скважиной коллектора температура раствора на выходе изменяется. Термометрия в современных условиях бурения не информативна. Причинами являются, например, реологические свойства бурового раствора, которые за счет присутствия специальных присадок и добавок практически не влияют или влияют малозаметно на параметр температуры бурового раствора.

Учитывая все вышеперечисленные факторы можно провести оптимизацию бассейнового анализа опираясь только на данные газового каротажа и изучения шлама при бурении нефтегазовых скважин. Которые, к слову, по стоимости обходятся во много раз экономичнее, чем остальные методы изучения разреза.

Список литературы

1 Геофизические исследования и работы в скважинах: в 7 т. Т. 7. Геолого-технологические исследования в скважинах / Сост.: С.Н. Шматченко. – Уфа: Информреклама, 2010. – 248 с.

С.Д. ШКОДИН, С.Ю. ХРУСТАЛЕВ, М.В. РЕШЕТНИКОВ

ПЕТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ ПОИСКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

*Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени
Н. Г. Чернышевского,
г. Саратов, Российская Федерация
sergei.schkodin@mail.ru, rmv85@list.ru*

Актуальность проведенных исследований определяется тем, что накопленные материалы о магнитных свойствах почв над месторождениями нефти и газа не позволяют, пока, сделать однозначных выводов об эффективности или, напротив, о нецелесообразности применения петромагнитного метода для прямых поисков углеводородов. Сам факт изменения магнитных свойств почвенного покрова над нефтяными и/или газовыми залежами за счет вертикальной миграции углеводородов можно считать достоверно установленным, но проблематичной остается возможность дифференциации этого эффекта на фоне трансформаций магнетизма почв, вызванных другими факторами.

В настоящей работе предпринята попытка усилить информативность петромагнитного метода прямых поисков углеводородов за счет использования дополнительных параметров и новых статистических приемов обработки данных.

Сведения о магнитной восприимчивости до и после нагрева почв (K и K_t , соответственно), используемые в традиционных вариантах метода, дополнены данными о нормальной (изотермической) намагниченности (J_r), остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}) и другими характеристиками, определяемыми при проведении опытов магнитного насыщения почв.

Задачи, которые следовало решить для достижения поставленной цели, можно сформулировать следующим образом:

- сбор и анализ данных о геологическом строении Смеловского нефтяного месторождения;
- отбор проб из почвенного покрова в районе нефтяной залежи и измерения магнитной восприимчивости почв в полевых условиях;
- подготовка проб к лабораторным исследованиям и измерения магнитной восприимчивости до и после нагревов, а также параметров магнитного насыщения;
- статистический анализ данных лабораторных измерений и построение карт различных петромагнитных параметров;
- анализ полученных данных и выводы о дальнейших перспективах использования петромагнитного метода в прямых поисках углеводородов.

Отбор проб и пробоподготовка на территории Смеловского месторождения осуществлялся лично автором и сотрудниками лаборатории геоэкологии геологического факультета СГУ. В ходе работы исследовалась территория над контуром нефтеносности и за его пределами, общей площадью $\sim 2 \times 1,5$ км, на которой было отобрано и обработано 82 пробы почв, взятых по равномерной (через 200 м) сетке (рисунок 1).

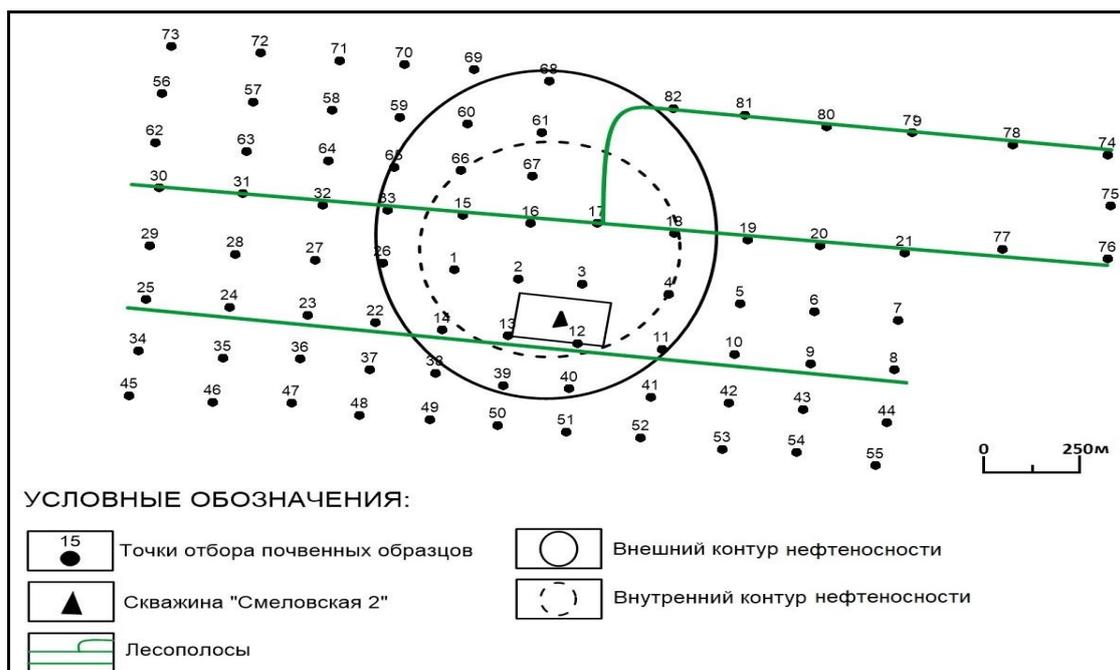


Рисунок 1 - Сетка отбора почвенных образцов

Количество взятых почвенных проб соответствует крупномасштабной литогеохимической съемке (1:25 000). Общепринятых норм и инструкций по петромагнитному картированию не существует, но при исследованиях магнитных свойств почвенного покрова на Смеловском месторождении следовало бы руководствоваться методикой опробования детальных (1:10 000) литогеохимических исследований, которая предполагает более частый отбор проб для лабораторных анализов (400-500 проб на км²). Однако комплексный характер полевых работ не предполагал анализ влияния залежи углеводородов на петромагнетизм почв в качестве

главной цели исследований, и поэтому использовалась методика отбора проб, предназначенная для контроля общего и локального загрязнения почв.

Измерения магнитной восприимчивости в лаборатории проводились на стационарном высокочувствительном измерителе магнитной восприимчивости *MFK1-FB* (каппабридж), остаточной намагниченности – на двухскоростном спинмагнитометре *JR-6*. В термокаппаметрических исследованиях была задействована муфельная печь с программным регулированием температуры СНОЛ 6/11-В. Магнитное насыщение и разрушение образцов проводились с помощью регулируемого электромагнита, обеспечивающего максимальную интенсивность поля 700 мТл. Взвешивание проб проводились на электронных лабораторных весах ВК-150.1.

В результате проведенных исследований было сформулировано несколько основных выводов:

1. Повышенные значения параметров, обусловленных концентрациями ферромагнитных минералов в почвах: магнитной восприимчивости (K_m , K_v , K_{max}) и остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}), тяготеют к области внутри контура нефтегазоносности Смеловского месторождения.

2. Распределение магнитной жесткости, параметра S на территории Смеловского нефтяного месторождения обнаруживают приуроченность пониженных показателей к внутренней зоне контура нефтегазоносности.

3. Распределения величин характеристик, ответственных за размерность ферромагнитных зерен (K_m/J_{rs} , K_v/J_{rs} , J_{rs-100}/J_{rs}) и термокаппаметрических параметров, отражающих концентрации тонкодисперсных сульфидов железа в почвенном покрове ($K_s, K_f/K_m$ и dK), а также вязкой компоненты остаточной намагниченности насыщения (J_v) обнаруживают выраженных закономерностей на территории Смеловского нефтегазоносного месторождения. При этом пары $J_{rs-100}/J_{rs} - K_f/K_m$ и $J_{rs-100}/J_{rs} - dK$ обнаруживают значимую корреляцию, возможно, обусловленную интенсивным окислением новообразованных частиц сульфидов железа в почве. Наиболее крупные из них окисляются только с поверхности и потому обладают термокаппаметрическим эффектом, самые тонкодисперсные зерна окисляются полностью, как следствие, не дают прироста магнитной восприимчивости после нагрева. Это предположение подтверждается значимой взаимосвязью между параметрами J_{rs-100}/J_{rs} и S , которую объясняется тем, что наиболее мелкие частицы окисляются интенсивнее. Таким образом, с точки зрения интенсивного окисления новообразованных сульфидов железа становится понятным увеличение магнитной жесткости почв, фиксируемой параметром S , внутри залежи.

4. Область внутри контура залежи наиболее выразительно и контрастно выделяется повышенными значениями мультипликативного параметра (M), величина которого прямо пропорциональна магнитной восприимчивости, остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}) и обратно пропорциональна параметру S .

Совокупность выявленных нами закономерностей хорошо согласуется с моделью, согласно которой в почвенном покрове над залежью депонируются повышенные концентрации тонкодисперсного магнетита и сульфидов железа, возникших за счет вертикальной миграции углеводородов. Обогащение почв магнетитом проявляется в увеличении значений магнитной восприимчивости и остаточной намагниченности насыщения. Сульфиды железа, менее устойчивые к окислению, по сравнению с магнетитом, большей частью превращаются в гидроокислы железа, увеличивая тем самым магнитную жесткость почв над залежью.

Таким образом, результаты проведенных исследований обнаружили перспективы для дальнейшего развития и совершенствования петромагнитного метода в связи с прямыми поисками месторождений углеводородов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-77-10040).

ЛИТОЛОГИЯ, СЕДИМЕНТОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ

А.А. АБРАМОВИЧ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ОРГАНОГЕННЫХ ПОСТРОЕК В КАРБОНАТНОЙ ФОРМАЦИИ НИЖНЕГО ФАМЕНА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
abramovichaаb2@gmail.com*

Карбонатная формация нижнего фамена развита на территории Припятского прогиба в основном в северной и юго-западной его частях. Представлена формация породами ряда известняк-доломит с глинистыми, песчанистыми и органогенными разностями. Мощность отложений карбонатной формации, зажатой между двумя соленосными толщами, меняется от 150 до 700 – 1000 м. Стратиграфически формация включает отложения задонского и елецкого горизонтов.

Одна из характерных особенностей карбонатной формации Припятского прогиба – наличие органогенно-водорослевых онколитовых толщ. Детальные исследования керна и данных промысловой геофизики показывают, что значительная часть месторождений региона и промышленных притоков нефти и газа в основном связаны с органогенно-водорослевыми постройками (Осташковичское, Давыдовское, Березинское и другие месторождения).

Как показали исследования, органогенно-водорослевые породы построек слагают от 10 до 50 % мощности задонских и елецких отложений и представлены в основном онколитовыми прослоями, линзами с редкими сваями строматолитов (Хатецкая, Давыдовская, Кнышевичская и другие площади).

Повышенный интерес к этим отложениям обусловлен наличием в них высокостепенных коллекторов углеводородов, образовавшихся в результате постседиментационных изменений в ранее отложившихся органогенных известняках [3]. Начальное мнение об их принадлежности к мощным органогенным постройкам [2, 4], дальнейшие исследования органической составляющей не подтвердили. Было установлено, что непосредственно элементарные (калиптры) и простые (строматолиты, биогермы, биостромы) органогенные постройки малой мощности (до 3 м) в палеобассейне формировались лишь эпизодически на отдельных участках, определенными группами каркасных организмов (известковых водорослей - цианобактерий (сине-зеленых) и красных (багряных), а также строматопоратами и мшанками) [1]. Основной же объем органогенных отложений составили различные аккумулятивные формы литологических тел, представленные в основном желваково-водорослевыми, иногда ракушняковыми и детритовыми разностями пород. Так, водорослевые желваковые ассоциации создавали наиболее мощные (до 60 – 200 м), многократно повторяющиеся в разрезе биоритмично-пластовые (онколитовые) толщи, в которых позднее образовывались пористокавернозные коллекторы, особенно ярко представленные вторичными доломитами тонежских (IV литопачки) и дроздовских (VI литопачки) слоев межсолевого (нижнефаменского) комплекса северной зоны Припятского прогиба.

Такое переслаивание осадочных пород, очевидно, обусловлено тектоническими подвижками в Припятском прогибе, активизацией разломов различного порядка, в осо-

бенности субширотных литрических. Вертикальные, преимущественно нисходящие движения блоковых структур вдоль разломных нарушений, связанных с растяжением земной коры в грабен-синклинальной зоне на стадии активного рифтогенеза [6], сопровождавшиеся периодами вулканизма на востоке прогиба, сносом терригенного материала на западе и юге его и практически повсеместным накоплением сульфатов в позднезодонское время, приводили к постоянному колебанию уровня вод, изменению их химического состава, теплоемкости, гидродинамики, прозрачности, аэрации, существенно влиявшими на распределение бентосных организмов.

Стратиграфическая приуроченность органогенных отложений отображает, в целом, крупные циклические этапы развития палеобассейна. Первые бентосные организмы в постсолеродное послефранское время появились в кузьмичевский период, где их редкие маломощные скопления отмечаются в подошве II литопачки межсолевых отложений (брахиоподы, остракоды, пелециподы, черви, известковые водоросли - цианобактерии (сине-зеленые), красные, харовые) и постепенно увеличиваются количественно к кровле ее (карбонатного пласта в основании тонежских слоев). В тонежское время эти организмы развивались неравномерно, начиная с отложений III литопачки их скопления встречаются крайне редко, а в кровле IV литопачки на многих участках краевых зон прогиба многочисленные желваки (онколиты) слагали мощные карбонатные аккумулятивные биоритмичные толщи, созданные цианобактериями, нараставшими вокруг прикрепленных мелких обломков, чаще всего раковин брахиопод и гастропод. В отложениях тремлянских и вишанских слоев (V литопачки) бентосная органика очень редка, носит угнетенный облик из-за мощных садки сульфатов в это время [5]. Исключение составляют появившиеся уровни со строматолитами – маломощными каркасными органогенными постройками (многослойными матами), созданными прикреплявшимися ко дну и последовательно нараставшими вверх микрокорочками-пленками эвригалинных цианобактерий. Максимального расцвета по таксономическому разнообразию и биомассе организмы достигли к концу елецкого смени (VI литопачки). Здесь наряду с желваками (онколитами) цианобактерий и ракушняково-детритовыми разностями аккумулятивных осадков, содержащих брахиоподы, гастроподы, пелециподы, остракоды, криноидеи, наутилоидеи, харофиты, сифонеи, получили развитие органогенные постройками, созданные каркасными желваками красках (багряных) водорослей, иногда совместно с пластинчатыми строматопоратами и ланками. В отложениях петриковского горизонта (VII литопачки) постепенно уменьшается разнообразие и количество биоса, в целом, аналогичного по составу с елецким, переходящего в монотаксонные скопления фауны и водорослей, которые на отдельных участках краевых зон замещаются строматолитовыми постройками цианобактерий.

В палеотектоническом плане органогенные постройками располагаются на древних поднятиях и приурочены к сводам локальных структур и их склонам.

На многих локальных структурах, особенно в северной части прогиба, в расположении органогенных построек наблюдается унаследованность по отношению к карбонатной формации франского яруса (подсолевые отложения семилукского и воронежского горизонтов).

Наиболее благоприятная обстановка в течение задонского и елецкого времени для развития органогенно-водорослевых построек в Припятском прогибе была в северной его части на Речицко-Вишанском, Червоно-Слободском, Березинском и других валлообразных поднятия. Южнее, в пределах Малодушинско-Золотухинского поднятия к водорослевым постройкам относятся толщи слоистых пород с многочисленными тонкими слоями (5 – 10 см толщиной) из сгустковых, комковато-сгустковых и сферовых образований.

В юго-западной части прогиба присутствуют массивные органогенно-водорослевые постройками, как и в северных районах, но меньшей мощности, и много мелких построек с

линзами сгустково-сферовых, часто карбонатных пород, формирующих бугристо-слоистые образования.

Наличие органогенно-водорослевых построек близкой мощности с одинаковыми набором и чередованием видов водорослевых структур, онколитовых и сгустковых прослоев по разным сторонам тектонических нарушений (опущенные и поднятые крылья структур) свидетельствует об образовании построек в единых палеотектонических условиях. Такая обстановка существовала в период пликвативного периода развития Припятского прогиба, т.е. в долебянское время. Условия осадконакопления соответствовали, видимо, условиям современных мелководных банок и были одинаковыми для локальных структур древних палеоподнятий, что позволяет говорить о единстве условий формирования залежей опущенного и поднятого крыльев локальных структур.

Изучение органических остатков из нижнефаменских межсолевых отложений Припятского прогиба позволило провести довольно достоверную реконструкцию условий органогенного осадконакопления в палеобассейне, выявить состав, строение и распространение этих толщ. В зависимости от генетических возможностей формирования различных типов литологических тел, известковые водоросли и бентосная фауна создавали не только перспективные для образования коллекторов карбонатные толщи, но сами, безусловно, являлись поставщиками органического вещества. В дальнейшем в случае установления условий генерирования данного органического вещества в углеводороды, некоторые породы органогенных отложений межсолевого комплекса могут быть отнесены к разряду нефтематеринских.

Список литературы

- 1 Антипенко, С.В. Органогенные отложения нижнего фамена Припятского прогиба (стратиграфия, палеоэкология, органические остатки) // Эффективные пути поисков, разведки и разработки залежей нефти Беларуси: Материалы научно-практической конференции (4-6 октября 2006 г.). – Гомель : РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», 2007. – С. 148–151.
- 2 Демидович, Л.А. Формирование коллекторов нефтеносных комплексов Припятского прогиба/ Л.А. Демидович. – Мн. : Наука и техника, 1979. – 159 с.
- 3 Махнач, А.А. Постседиментационные изменения межсолевых девонских отложений Припятского прогиба/А.А. Махнач. – Мн.: Наука и техника, 1980. – 200 с.
- 4 Органогенные постройки девона Белоруссии/А.С. Махнач [и др.]. – Мн. : Наука и техника, 1984. – 236 с.
- 5 Стратиграфия нижнефаменских (межсолевых) отложений Припятского прогиба/ В.И. Пушкин [и др.]. – Мн. : ИГН, 1995.0 – 140 с.
- 6 Тектоника Припятского прогиба. – Мн.: Наука и техника, 1979. – 176 с.

А.А. КУЛИКОВ

ГАЗО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОНАХ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
aleksey_kulikov@inbox.ru*

Актуальность газо-геохимического мониторинга в геодинамически активных зонах в значительной степени связана с тем, что современная цивилизация, активно осваивая сейсмически опасные и прилегающие к ним регионы, строит там объекты повышенного

экологического риска (АЭС, ГЭС, нефтеперерабатывающие заводы и т.п.). В асейсмичных регионах в результате техногенного воздействия на геологическую среду происходит активизация локальных геодинамических явлений (оползней, обвалов, подтопление урбанизированных территорий, наведенной сейсмичности), что повышает вероятность возникновения катастроф на густонаселенных территориях.

Факты, указывающие на тесную связь глубинной дегазации с землетрясениями:

- пространственное совпадение эпицентров землетрясений и зон интенсивной дегазации в осевых частях рифтовых зон и разломов;
- многочисленные данные о корреляции флуктуаций газов (радона, гелия, водорода) и землетрясений.

При газо-геохимическом мониторинге в геодинамически активных зонах используется в основном водород, гелий и радон.

Водород – самый распространенный элемент во Вселенной, на его долю приходится около 88,6 % всех атомов. Водород – легчайший из всех известных веществ. В воде растворяется плохо, но хорошо растворяется в металлах. В земной коре водород составляет 17 % по общему числу атомов и 1 % по массе, причем в составе воды находится 11,19 % по массе. Практически весь водород на Земле встречается в виде соединений. В свободном виде встречается крайне редко. В атмосфере в молекулярной форме содержится не более 1×10^{-4} % [2].

Гелий – это газ, который занимает второе место по распространенности во Вселенной – около 23 % по массе. Однако на Земле гелий редок. В большом интервале температур и давлений гелий остается инертным газом, активно растворяющимся во всех фазах вмещающей геологической среды [1]. Во всех случаях гелий растворен истинно, т.е. собственного объема не занимает. Часть гелия просачивающегося сквозь породы земной коры, захватывается природным газом, концентрация гелия в котором может достигать 7 % от объема и выше.

Радон входит в состав радиоактивных рядов ^{238}U , ^{235}U и ^{232}Th . Ядра радона постоянно возникают в природе при радиоактивном распаде материнских ядер. Равновесное содержание в земной коре 7×10^{-16} % по массе. В обычных условиях радон является одноатомным химически инертным газом. Хорошо растворяется в воде и других жидкостях. В природе встречается в виде трех изотопов: радон-222, торон-220 и актион-219 [2].

Методы проведения газо-геохимического мониторинга и используемая аппаратура. Водородная съемка. Анализатор водорода, разработанным в СКБ МИФИ, позволяет измерять объемное содержание водорода в воздухе в диапазоне от $0,1 \times 10^{-6}$ до 0,1 общих процента, что обеспечивает возможность проведения замеров как в воздухе подпочвенных отложений, так и в воздухе подземных сооружений типа метрополитена.

Композиционно анализатор водорода состоит из выносного датчика, в который установлен чувствительный элемент, и цифрового блока, преобразующего электрический сигнал датчика в относительную величину цифрового индикатора. Для получения непосредственной величины измеряемой концентрации водорода прибор калибруется в лабораторных условиях на моделях с различными водородсодержащими смесями, получаемыми из воды с помощью электрического генератора водорода.

Отбор проб подпочвенного воздуха и перевод его в рабочую камеру чувствительного прибора осуществляется с помощью портативного насоса. Процесс взятия отсчета, который состоит в определении приращения показаний прибора между фоновым (первичным) и максимальным (после закачки пробы воздуха) значением цифрового индикатора

Водородный анализатор, используемый при режимных геодинамических исследованиях, является стационарным, питающимся от сети переменного тока, а его

датчик монтируется в пластмассовые цилиндрические формы в стакане и может устанавливаться на расстоянии 50 м от места установки цифрового блока. Датчик прибора устанавливается в грунт на глубину около 1 м, либо помещается в скважину над открытой поверхностью воды на расстоянии, исключающем попаданием влаги в детектор. Запись поступающей с прибора информации осуществляется на любые твердотельные носители информации [2].

Гелиевая съемка. Существует несколько видов гелиевой съемки (газовая и керновая), но самым часто используемым является водногелиевая съемка. Подземные воды являются наиболее распространенным растворителем и носителем гелия [5].

Основным анализатором концентрации гелия в настоящее время является магниторазрядный индикатор ИНГЕМ–1 [1]. Его чувствительным элементом является датчик, представляющий собой миниатюрный ионный насос, герметичная вакуумированная камера которого отделена от внешнего входного баллона трубкой-переходником с тонкой кварцевой мембраной. Исследуемые газы или жидкость вводятся способом свободного потока во внешний баллон. В результате избирательной диффузии через мембрану в магниторазрядный насос (датчик) селективно проникает практически только гелий [5].

Водногелиевая съемка используется при исследованиях в различных геологических, морфологических и климатических условиях. Результаты применения этого метода подтвердили его эффективность и высокую информативность. Таким образом, в результате исследования распределения концентраций гелия в зоне интенсивного водообмена можно решать вопрос о характере вертикального массопереноса, наличии и размещении проницаемых нарушений. Материалы гелиевой съемки несут информацию о проницаемости земной коры и ее геодинамической активности, и позволяют выявлять современные мобильные разломы при различной мощности осадочного чехла [1].

Эманационная (радоновая) съемка. Методологической является целенаправленное выявление в рыхлых образованиях зон динамического влияния региональных и локальных тектонических разломов или определяющих их трещин участков земной поверхности, в вариациях эманационных полей которых отображаются приливные деформации литосферы. Как правило, такими участками являются сформировавшиеся в рыхлых отложениях вертикально восходящие флюидопроводящие линейно вытянутые каналы, через которые осуществляется газообмен с приземной атмосферой. Именно в естественном залегании этих зон затем осуществляется пассивное и непрерывное измерение вариаций концентраций подпочвенного радона

Для проведения режимных измерений вариаций концентрации подпочвенного радона есть наиболее простая в технологическом отношении и доступная для реализации в полевых условиях установка, которая представляет собой комбинацию из шурфа с наполнителем из радиационно-неактивного материала (кварцевого песка), являющегося эквивалентом измерительной камеры, и введенного в неактивный слой-накопитель гамма-детектора СРП-88.

Определение местоположений проницаемых вертикально восходящих флюидопроводящих образований осуществляется с помощью эманационной съемки. Она обычно проводится вдоль профилей, прокладываемых вкrest простирания геоморфологических проявленных структур. В противном случае профили прокладываются веерообразно из точки уже закрепленной на местности.

Предварительная установка датчика осуществляется в точке профиля, где аномальные отклонения концентрации превышают двух-трехкратную величину среднего уровня концентрации радона вдоль всего профиля. После установки датчиков определяется реакция поля радона на приливные деформации земной коры, для чего в течении нескольких дней осуществляют квазинепрерывные (с интервалами между

замерами 1 час) измерения вариаций концентраций подпочвенного радона. Затем с помощью спектрального анализа определяют наличие или отсутствие в вариациях подпочвенного радона составляющих, отвечающих приливным деформациям земной коры с уровнем порядка 10^{-8} [2].

Прогнозирование сейсмической активности при проведении газо-геохимического мониторинга. Перед землетрясениями химический состав природных вод и газов в источниках, колодцах, скважинах изменяется. Особенно ярко эти феномены проявляются в термальных водах на вулканах (в том числе и грязевых) и в разломных зонах. Спектр элементов, которые изучаются с этой целью, довольно широк. К сожалению, геохимические эффекты, также, как и электромагнитные не стабильны, что снижает их прогностическую ценность. Однако изучать их нужно, т.к. отсутствие стопроцентных предвестников заставляет использовать их комплекс, и чем обширнее он будет, тем точнее будет предсказание [3].

Изменение состава газо-геохимического поля в геологическом пространстве используется в качестве индикатора напряженного состояния литосферы. Это подтверждается аномально высокими концентрациями радона водорода и гелия в периоды, предшествующие землетрясениям, внезапным выбросом газов в глубоких шахтах, изменением напряженности атмосферного электрического поля и геологического массива перед оползневыми процессами и многим другим [4].

В 1956 г. в СССР под Ташкентом были начаты наблюдения за выделением газа радона. Ровно через 10 лет в 1966 г. здесь произошло катастрофическое землетрясение. Оказалось, что за 2 – 3 недели перед землетрясением содержание радона увеличилось втрое. Эффект оказался столь ярко выраженным потому, что скважина где проводились измерения радона, была расположена всего в 2 км от эпицентра. После этого измерения радона стали проводиться в прогнозных целях во всех сейсмоопасных регионах страны. Позже аналогичные исследования получили развития в других странах. В Китае в 1969 г., в Японии в 1973 г [3].

В дальнейшем уже на Гармском полигоне были поставлены прогностические работы по гелию. В последние годы начались исследования выделения водорода как предвестника землетрясений. Первые результаты были получены под руководством Г.И. Войтова в Дагестане. Здесь в 2000 г. за 3 дня до землетрясения, был зафиксирован всплеск концентрации подпочвенного водорода. Сейчас аналогичные исследования проводятся на Кольском полуострове [3].

Структурно-тектоническое картирование эманационным методом на территории Москвы. Как известно, из-за промышленных помех, ограничивающих или исключающих применение в городе большинства методов геофизической разведки, наиболее эффективными при структурно-геодинамических исследованиях и мониторинге геодинамических процессов являются эманационные и гамма-спектрометрические методы. Эти методы позволяют даже на весьма ограниченных территориях изучать пространственно-временные особенности формирования геологической среды, а также проследить их эволюцию. Приведенная схема распределения на территории Москвы эманационных полей (рисунок 1), получена по данным съемок, выполненных вдоль радиальных линий метрополитена, а также на отдельных участках установленных зон геодинамической активности [2].

По результатам съемок в исследуемых полях достаточно уверенно выделяются некоторые морфоструктурные образования осадочного чехла территории Москвы (например, Большое и Малое куполообразные поднятия в центре города, Нагатинская депрессивная воронка, борта палеодолиты и т.д.), которые соответствуют данным инженерно-геологических исследований и сейсморазведочного профилирования. Кроме того, по данным эманационных съемок на территории города были выделены трассы преобладающих направлений формирования зон повышенной

флюидопроводимости, образованных как структурными элементами погребенного фундамента, так и воздействием разнопериодных упругопластических волновых и аperiodических геодформационных процессов, среди которых доминируют процессы годичной периодичности [2].

Комплексная технология выделения зон повышенной флюидопроницаемости и определения ориентации анизотропии проницаемости осадочных пород позволяет также достаточно эффективно трассировать направления эшелонирования флюидопроводящих каналов, образующихся в осадочном чехле городской территории, поскольку они сохраняют отображенный в эманационных аномалиях облик каждой конкретной зоны или канала на всем их многокилометровом протяжении [2].

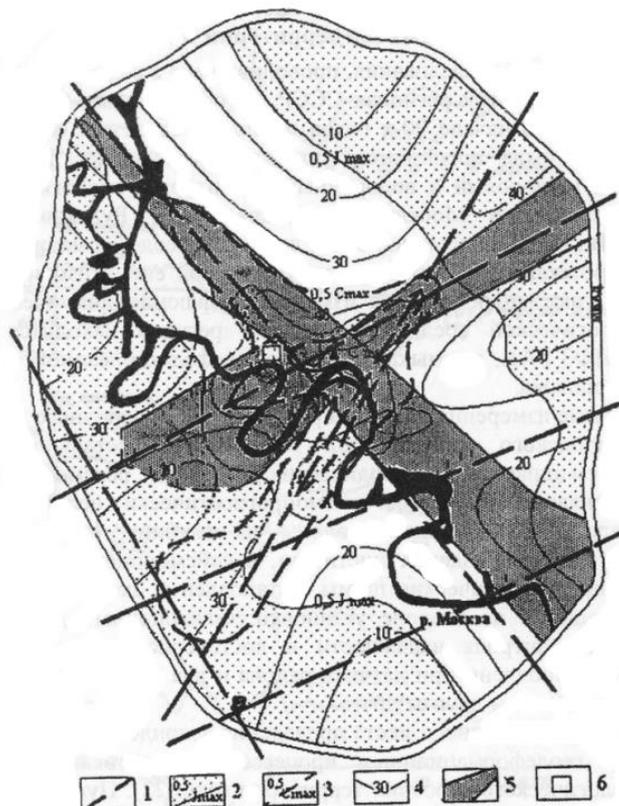


Рисунок 1 - Схема структурно-тектонического строения территории Москвы по данным эманационных и радиометрических съемок и результатам дистанционного зондирования [2]

Газо-геохимический мониторинг используется в геодинамически активных зонах и при техногенных воздействиях на геологическую для прогноза сейсмической активности и аварий в шахтах. Так же методы газо-геохимического мониторинга позволяют проводить структурно-тектоническое картирование, если использование других методов затруднено.

Список литературы

1 Богачев, М.А. Связь аномалий гелия в подземных водах карелии с тектоническими зонами / М.А. Богачев, Г.С. Бородулина // 14-я Международная конференция «Связь поверхностных структур земной коры с глубинными». Петрозаводск, 2008. – С. 62 – 63

2 Рудаков, В.П. Эманационный мониторинг геосред и процессов / В.П. Рудаков. – М. : Научный мир, 2009. – 176 с., ил.

3 Сывороткин, В.Л. Землетрясения / В.Л. Сывороткин // Пространство и время – 2011. – № 4. – С. 124–137.

4 Ульянов, В.Ю. Организация и методика проведения мониторинга радона на площадках АЭС в асейсмичных регионах / В.Ю. Ульянов // Проблемы недропользования – 2015. – № 1. – С. 103–107.

5 Яницкий, И.Н. Гелиевая съемка / И.Н. Яницкий. – М. : Недра, 1979. – 96 с.

М.А. ХУСАИНОВА

ХАРАКТЕРИСТИКА КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАВОЛЖСКОГО НАДГОРИЗОНТА МИХАЙЛОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ)

*Башкирский государственный университет,
г. Уфа, Российская Федерация
milli_1997@mail.ru*

Карбонатные отложения в Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, как и во многих других нефтегазоносных областях (мировые запасы углеводородов в карбонатных резервуарах составляют более 50 %), слагают значительную часть разреза (60 – 70 %) осадочного чехла [2]. Большое значение имеют нефтегазоносные комплексы и горизонты девонского возраста.

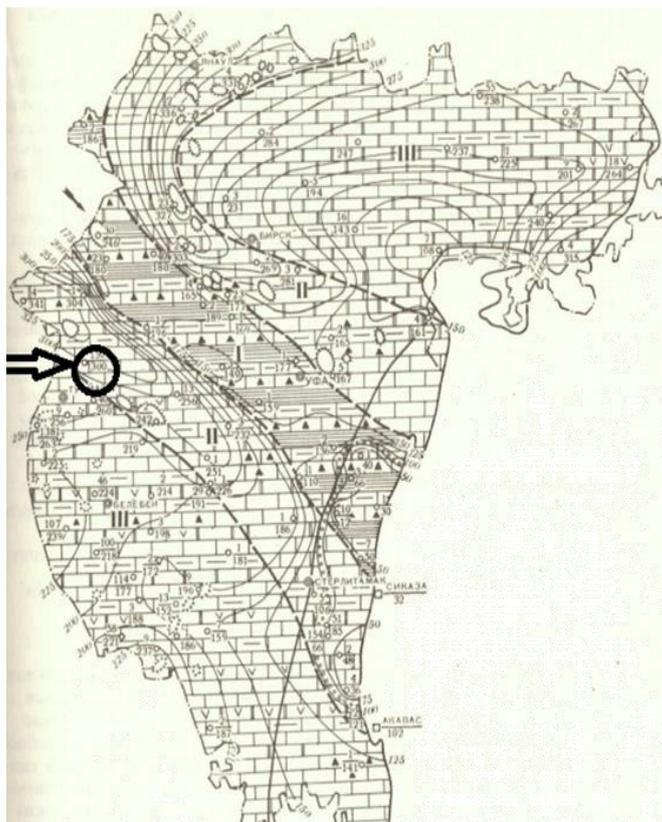
Верхнедевонский карбонатный комплекс на территории Западного Башкортостана начали изучать с момента его вскрытия первыми глубокими скважинами в Туймазинском и Стерлитамакско-Ишимбайском районах (1938 – 1940 гг). Его промышленная нефтеносность впервые была установлена на Субханкуловской площади, где в 1957 году в скважинах № 315 и № 9 из верхнефаменских отложений ударили фонтаны нефти (А.З.Сюндюков, 1974) [4].

На Михайловском нефтяном месторождении почти половина запасов заключена в известняках заволжского горизонта. В тектоническом отношении месторождение приурочено к восточной части Южно-Татарского свода в пределах Шаранского выступа, и принадлежит Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Промышленно нефтеносными являются отложения тульского, бобриковско-радаевского горизонта терригенной толщи нижнего карбона, карбонатные отложения турнейского яруса, карбонатные отложения заволжского надгоризонта среднефаменского подъяруса, терригенные отложения верхнего девона.

Рассматривая условия осадконакопления в карбонатной толще фаменского яруса выделяется резкая разнофациальность, определяющаяся соотношением колебательных движений на Татарском своде, которые происходили на фоне общего опускания востока Русской платформы [6].

В фаменское и турнейское время характер осадконакопления в районе Михайловского месторождения определялось формированием Актаныш-Чишминского прогиба, развивавшегося до второй половины турнейского века как некомпенсированная впадина. В ней сформировано три типа разреза: шельфовый мелководный тип осадков – органогенные известняки, депрессионный (глинисто-карбонатные и битуминозно-карбонатные отложения) и промежуточный – бортовой (с наиболее мощными рифовыми известняками) (рисунок 1 – II зона). Территория Михайловского месторождения относится к внешней зоне депрессии с преобладанием мелководно-шельфовой обстановки осадконакопления. В фаменский век здесь сложились условия для роста органогенных построек. К концу верхнефаменского века

на территории Михайловского месторождения формируются мелководные карбонатные постройки.



На карте выделено расположение Михайловского месторождения. Зоны развития: I – осадков относительно глубокой части моря, представленных глинистыми и окремнелыми известняками, аргиллитами, реже глинистыми сланцами (депрессийный тип разрезов); II – морских мелководных осадков, представленных известняками (часто биогермными) и доломитами (бортовой тип разрезов); III – морских мелководных осадков, представленных известняками и доломитами (шельфовый тип разрезов)

Рисунок 1 – Литолого-фациальная карта фаменского яруса на территории Республики Башкортостан (по М.А. Юнову с некоторыми изменениями)

Промышленная нефтеносность в верхнем девоне установлена преимущественно в двух пластах заволжского надгоризонта, к которому приурочено более половины балансовых запасов месторождения. Отложения заволжского горизонта представлены известняками светло-серыми, серыми и коричневато-серыми, органогенно-обломочными, тонкокристаллическими, пелитоморфными, участками сульфатизированными (рисунок 2). По всему разрезу наблюдается переслаивание плотных и пористых разностей карбонатов. Пористые прослои сложены органогенно-обломочными и тонкокристаллическими известняками, характеризуются неравномерной трещиноватостью и кавернозностью. Плотные прослои сложены известняками пелитоморфными и тонкокристаллическими, часто глинистыми. Пористые прослои сгруппированы в две продуктивные пачки. В кровле каждой пачки залегают сильно глинистые известняки с пропластками аргиллитов, хорошо выдержанные по площади и являющиеся покровками для пачек Дзв₁ и Дзв₂. Мощность надгоризонта меняется от 45 до 54 м. Пористость 9 – 10 %, проницаемость

0,047 – 0,106 мкм², средняя нефтенасыщенная толщина варьирует от 3,9 до 7,7 м. Начальная нефтенасыщенность пониженная – 0,73 – 0,76 д.е.[5].

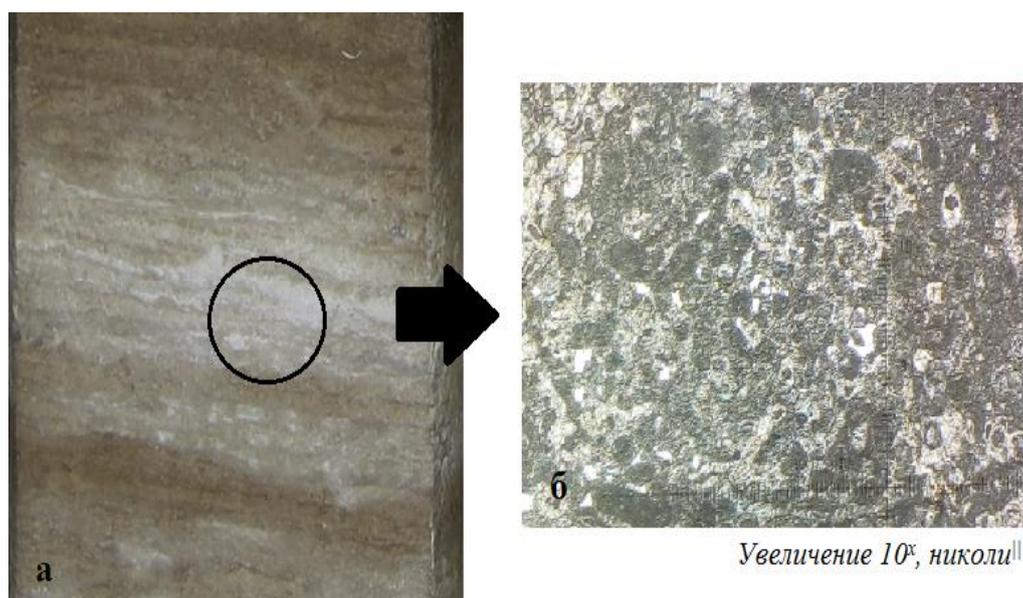


Рисунок 2 – а - участок керна (1,19 м от начала интервала) скв. 1 Михайловского месторождения. Интервал 1369 – 1379 м. Заволжский надгоризонт. Известняк светло-серый, плотный, крепкий, тонкослоистый органиогенный, участками нефтенасыщенный. б - фото шлифа образца 51. Известняк микрозернистый, перекристаллизованный с редкими органическими остатками (5 – 7 %). Порода в целом плотная, участками слабопористый. Пустотное пространство представлено редкими порами выщелачивания органических остатков

Характеризуя породы заволжского надгоризонта, выяснилось, что неоднородность нефтенасыщения в карбонатных отложениях обусловлена наличием межзерновых и межкристаллических пор, каверн и трещин, разнообразными вторичными изменениями, недостаточной изученностью закономерностей распространения пород-коллекторов и пород-флюидоупоров, что препятствует повышению степени промышленного освоения запасов. Также, можно сделать вывод о том, что распространение карбонатных коллекторов контролируется фациальными условиями осадконакопления, их резкой изменчивостью и изменением мощностей вмещающих пород.

Список литературы

- 1 Багринцева, К.И. Атлас карбонатных коллекторов месторождений нефти и газа Восточно-Европейской и Сибирской платформ / К.И. Багринцева, А.Н. Дмитриевский, Р.А. Бочко : под ред. К. Багринцевой. – М., 2003. – 264 с.
- 2 Бакиров, Э.А. Геология нефти и газа / Э.А. Бакиров [и др.] : под ред. Бакирова Э.А. – М. : Недра, 1990. – 240 с.
- 3 Киркинская, В.Н. Карбонатные породы – коллекторы нефти и газа / В.Н. Киркинская, Е.М. Смахов. – Л. : Недра, 1981. – 255 с.
- 4 Крикунов, А.И. Критерии прогноза размещения карбонатных коллекторов нефти верхнего девона Западной Башкирии / А.И. Крикунов. – М., 1984. – 257 с.
- 5 Лозин, Е.В. Атлас нефтяных и газовых месторождений, разрабатываемых ПАО АНК «Башнефть» / Е.В. Лозин. – Уфа, БашНИПИнефть, 2015.
- 6 Сюдюков, А.З. Литология, фации и нефтегазоносность карбонатных отложений Западной Башкирии / А.З. Сюдюков. – М. : «Наука», 1975. – 138 с.

И.С. ЧЕРНЕНКО

ФАЦИАЛЬНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БРАГИНСКО-ХОЙНИКСКОГО РЕГИОНА

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
vanchernenko@mail.ru

Исследуемая территория относится к Припятскому (Б) инженерно-геологическому региону (рисунок 1) [1].

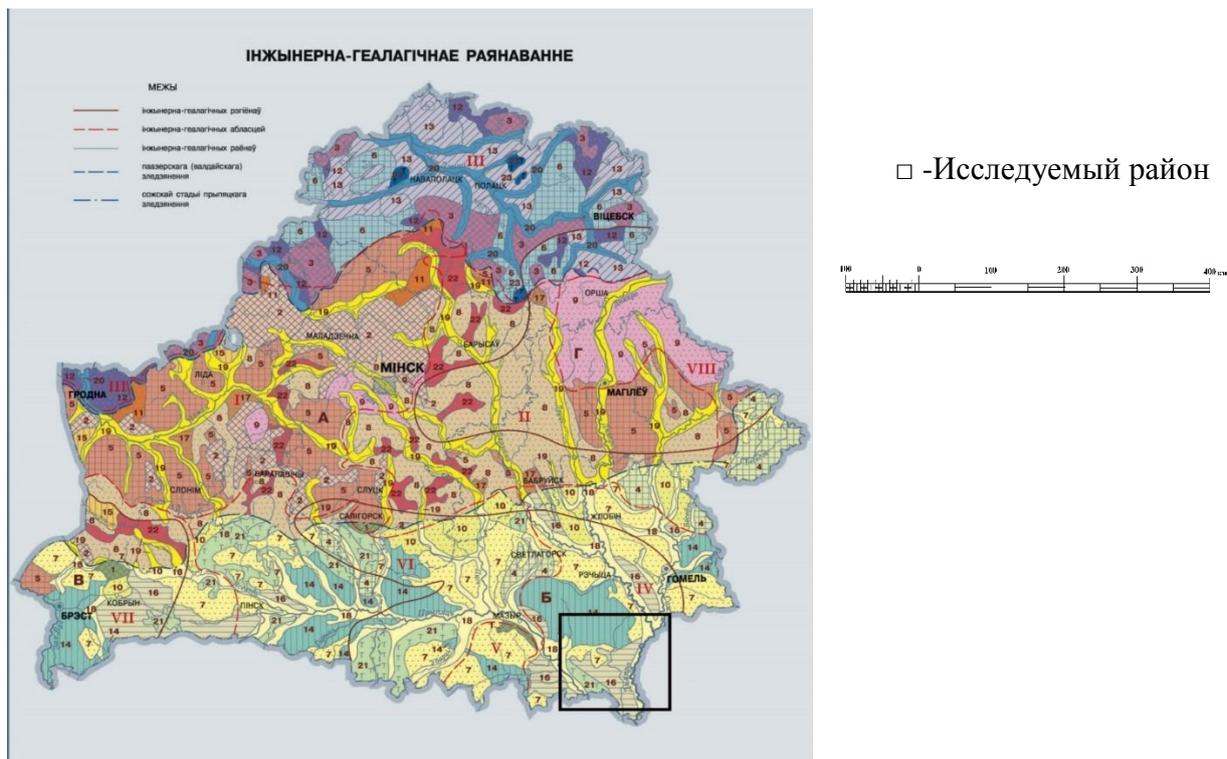
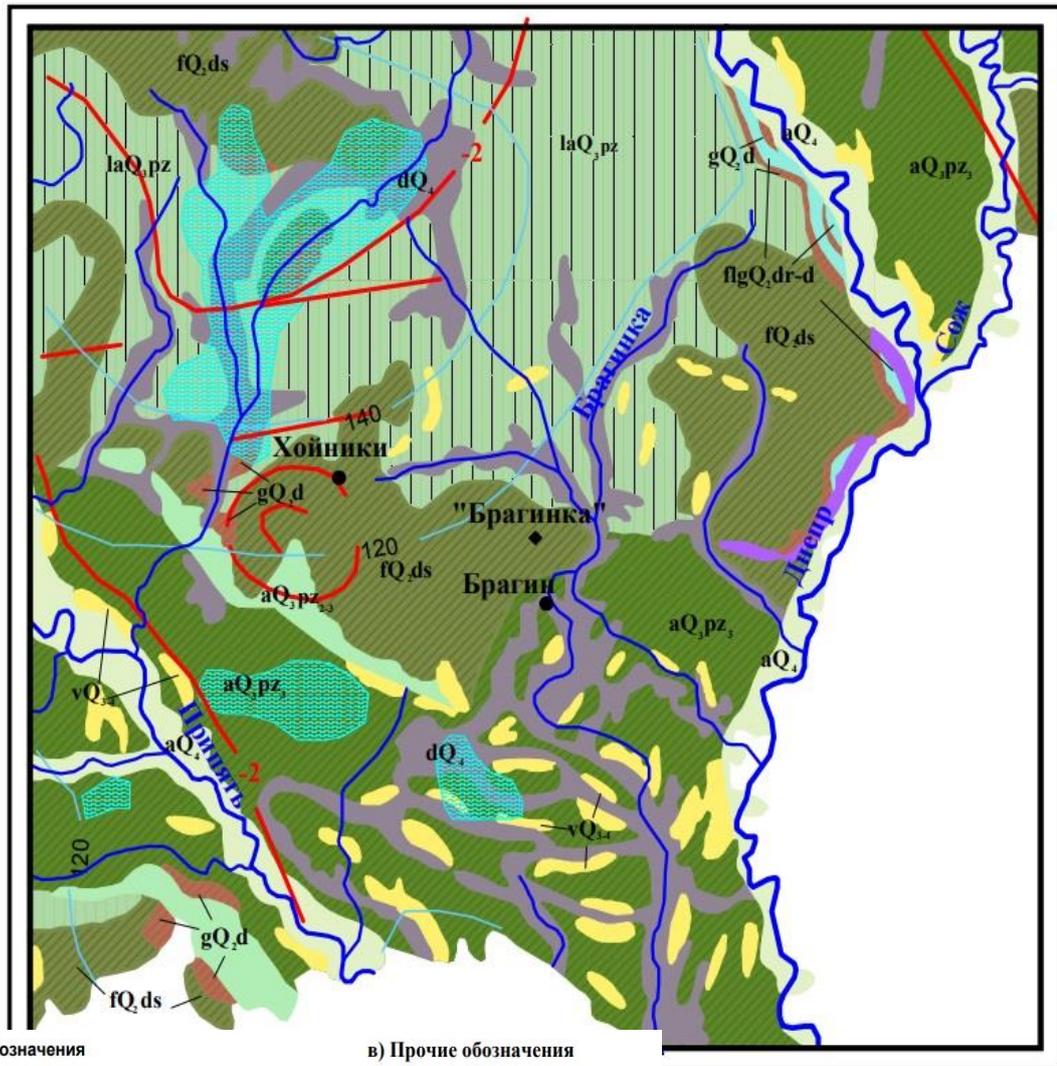


Рисунок 1 – Карта инженерно-геологического районирования территории Беларуси [1]

Образование поверхностных отложений изучаемого района проходило в условиях сложного сочетания эндо- и экзогенных геодинамических процессов, что обусловило значительное разнообразие и ритмичность слагающих ее осадков. Поверхностные отложения формировались под влиянием климата, тектонические факторы играли меньшую роль. Выделяют ледниковую, перигляциальную и внеледниковую формации [2], которые представлены на рисунке 2.

Фациально-генетические комплексы ледниковой формации Данная формация присутствует на изучаемом участке, и представлена ледниковым и флювиогляциальным генетическими комплексами. На изучаемом районе на долю морены приходится 15 %, на флювиогляциальные и озерно-ледниковые – 30 % от общего объема четвертичного.

Ледниковый (моренный) фациально-генетический комплекс распространен повсеместно локальными участками, данный комплекс отсутствует в центральной части района. Приурочена морена к сожскому (gQ_{2sz}) и днепровскому горизонтам (gQ_{2dn}) (рисунок 2).



Условные обозначения

в) Прочие обозначения

а) Формации отложений



б) Фациально-генетические комплексы



Рисунок 2 – Карта инженерно-геологических условий Брагинско-Хойникского региона (составил И.С. Черненко)

Моренные отложения, как правило, являются рельефо-формирующими в пределах краевых ледниковых гряд. По особенностям возникновения моренные отложения подразделяются на основные, абляционные и конечные. Часто моренные горизонты неоднородны и за счет включенных в них отложений другого происхождения расщепляются на несколько (до 5 – 6) слоев. Поэтому иногда в скважинах, прошедших через антропогенную толщу, отмечается до 8 – 10 моренных интервалов. Мощность отдельных горизонтов обычно измеряется в пределах 5 – 30 м, но иногда достигает 50 м и даже более. Максимальные мощности приурочены к зонам распространения краевых образований. Мощность основной морены в большой степени зависит от рельефа поверхности подстилающих ее горных пород, увеличиваясь в депрессиях доледникового рельефа до многих десятков метров и уменьшаясь на его выступах до нескольких метров, а иногда даже до долей метра. В случаях же, когда друг на друга налегают основные морены нескольких оледенений, общая мощность моренной толщи может достигать 100– 120 м [2].

Флювиогляциальный фациально-генетический комплекс днепровского (fQ_2dn) и сожского (fQ_2sz) возраста представлены в основном отложениями талых вод ледника, прошедших через толщу льда по трещинам и двигавшимися подо льдом к его краю. Эти воды вымывали из толщи льда обломки пород и накапливали их вдоль движущегося потока по днищу ледникового трога, образуя озы и камы [2]. Данные отложения распространены локально на всей изучаемой территории (рисунок 2).

Суглинки и супеси, встречающиеся в толще песков в виде линз, отличаются непостоянством своего состава и свойств. При высоких гидравлических градиентах песчаные грунты могут переходить в плавунное состояние при условии их вскрытия котлованами или горными выработками [1].

Фациально-генетические комплексы перигляциальной формации. Занимают территории по окраине древних оледенений (рисунок 2). На их долю приходится более 40 % суши четвертичного покрова. Образование формаций обусловлено деятельностью талых ледниковых вод и ветров. Они представлены аллювиальным и озерно-аллювиальными фациально-генетическими комплексами [2].

Аллювиальный фациально-генетический комплекс поозерского (aQ_3pz ; aQ_2-3pz) возраста. Аллювиальные толщи в основном сложены песками с линзами и прослоев супесей и суглинков. Мощность таких накоплений во многих случаях составляет 20 – 40 м, а иногда отмечаются и более значительные горизонты (например, по рекам Днепр, Сож и др.). Наиболее полно представлен и изучен аллювий, сформировавшийся в течение поозерского (валдайского) оледенения. Им сложены надпойменные террасы (обычно их отмечается две) преобладающего большинства белорусских рек, особенно относящихся к бассейну Черного моря [2].

Фациально-генетический комплекс озерно-аллювиальный отложений поозерского (laQ_3pz) возраста распространен в южной и восточной частях, так же присутствуют локальные участки на севере района (рисунок 2).

Для отложений характерны ограниченность распространения, обусловленная котловиной древнего водоема, ленточная слоистость, небольшие мощности (до десятков метров), различие вещественного состава в зависимости от приуроченности к зоне водоема, почти полное отсутствие органического вещества. В береговых и мелководных фациях наблюдается грубый материал (песок, гравий, галька), в глубоководных – тонкий (алевриты и глины). В рельефе образуют плоские, местами слабоволнистые, заторфованные территории [2].

Фациально-генетические комплексы внеледниковой формации. В состав на территории изучаемого района входят аллювиальные, биогенные и золовые фациально-генетические комплексы (рисунок 2).

Аллювиальный фациально-генетический комплекс (aQ_4) возраст распространен по руслам рек Березина, Припять, Сож, Днепр, Брпгинка и полностью приурочен к пойменным террасам (рисунок 2).

Голоценовый аллювий в сравнении с аллювием ледниковых эпох отличается более четкой фациальной и механической дифференциацией осадков. В этом комплексе выделяют три главных фациальных типа осадков: русловой; прирусловой; пойменный и старичный аллювий. На территории Беларуси первый преобладает, занимая от половины до 2/3 объема речных осадков. Роль пойменных фаций выше у отложений рек Черноморского бассейна, старичные фации занимают более видное место (до четверти объема) в аллювиальных толщах Полесья. Мощность голоценового аллювия составляет 2,0 – 3,8 м [2].

Фациально-генетический биогенный комплекс (bQ_4) распространен локальными участками по всему изучаемому району (рисунок 2). Сложен низинными, переходными и верховыми торфами. Низинные торфяники распространены повсеместно, но наибольшие массивы их встречаются в пределах Полесского региона.

Верховые и переходные торфяники, главным образом, развиты в Поозерье, в пределах Центрально–Березинской равнины и на юге республики в Брагинской и Хойникском районах. Мощность торфяных залежей не выдержана и может изменяться от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. На моренных равнинах болотные отложения, как правило, отличаются меньшей мощностью и мозаичностью распространения.

Самые мощные толщи болотных образований приурочены к заполненным осадками озерным котловинам. Торф и заторфованные породы имеют весьма высокую естественную влажность, малую плотность, большую влагоемкость. Это чрезвычайно неравномерно, сильно и длительно сжимаемая порода с повышенными сорбционными способностями, что и определяет возможность возникновения геологических опасностей при освоении данных территорий.

Фациально-генетический комплекс эоловых отложений ($vQ_{3.4}$) возраста состоит из двух генетических типов: эоловых песков и эоловых лессов.

Эоловый лесс — это отложения, сложенные пылеватыми частицами, неслоистые, обладающие высокой пористостью. Характерными особенностями лессов являются следующие:

– мелкозернистый пылеватый состав. Частицы размером более 0,25 мм отсутствуют или составляют не более 5 %.

– высокая пористость – объем пор может достигать 50 – 55 %. Эта особенность определяет способность лессов обваливаться большими глыбами и просаживаться при увлажнении или под нагрузкой (например, весом построек). Благодаря рыхлости пород они легко разрушаются при дефляции или под действием водных потоков. Изучение особенностей захороненных в толщах лессов пыльцы и ископаемых моллюсков указывает на их образование в условиях холодного ледникового климата. Горизонты почв, напортив, содержат признаки формирования в более теплых условиях. Эта особенность позволила определить, что значительная часть лессов возникла в ледниковые эпохи в приледниковых зонах (а захороненные в них почвы - в период межледниковый).

Эоловые пески отложения, обладающие рядом специфических особенностей, среди которых необходимо отметить следующие.

Хорошая сортированность зерен с преобладанием частиц размером 0,1 – 0,25 мм. Матовая поверхность зерен, наличие так называемых «пустынного загара» – железистой или марганцевой пленки на их поверхности.

Наличие в отложениях ветрогранников – обломков горных пород двух-, трех-, четырехгранной формы, возникающие вследствие шлифующего действия песка, переносимого ветром. Отсутствие фауны и цемента.

Следует добавить, что, осаждаясь из воздуха, в том числе вместе с каплями дождя и со снегом, пылеватые частицы примешиваются к морским и континентальным осадкам разного генезиса, не образуя в таких случаях самостоятельных эоловых накоплений.

По данным полученным при инженерно-геологических исследования объекта «Брагинка» установлено, что на объекте, до глубин 8 метров, преобладают озерно-аллювиальные отложения пылеватых песков поозерского горизонта *laIIIpz*.

Список литературы

- 1 Национальный атлас Беларуси – Минск : Белкартография, 2002 г. – 126 с.
- 2 Трацевская, Е.Ю. Закономерности формирования геологических опасностей Беларуси: монография. – Гомель : Изд-во ГГУ им. Ф. Скорины, 2007. – 173 с.

И.Н. ШКУРГАНОВ

СОПОСТАВЛЕНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОЛИГОНА «ОСОВЦЫ»

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
ishkurganov@mail.ru*

Полигон Осовцы примыкает с юго-запада к г. Гомелю. Он включает в себя деревни: Осовцы, Давыдовка, Уза, Бобовичи, а также часть Гомеля.

История геологического развития данного района можно восстановить, начиная с архея по четвертичный период включительно. Восстановить полную историю развития изучаемой территории невозможно из-за присутствия перерывов в осадконакоплении. За весь период геологического времени территория неоднократно испытывала поднятия и опускания, регрессии и трансгрессии моря.

Исследуемый район полностью покрывается отложениями четвертичного периода. Среди них можно выделить моренные, флювиогляциальные, эоловые, болотные, аллювиальные, пролювиально-делювиальные, пролювиально-техногенные, и техногенные отложения. В зависимости от генезиса эти отложения занимают различные гипсометрические уровни и выполняют различные элементы рельефа. Отложения имеют различный возраст, но преимущественно это породы верхнего плейстоцена-голоцена. Также встречаются породы припятского горизонта.

Схема сопоставления четвертичных отложений полигона «Осовцы» построена на основе учета площадей выхода четвертичных отложений на дневную поверхность (чем больше площадь выхода, тем больше протяженность участка на схеме), учтены абсолютные отметки залегания поверхностей различного генезиса (рисунок 1), и учтено расположение площадей на геолого-литологической карте полигона «Осовцы» масштаба 1: 10 000, построенной студентами в ходе учебной практики по геологической съемке и картографированию в 2018 г. Для построения разреза в глубину использовались данные бурения 18- метровых скважин под строительство жилых зданий микрорайона № 52 «Солнечный».

Припятский горизонт (*Q_{2pr}*). Припятский ледниковый горизонт отличается наибольшей сложностью строения по всей плейстоценовой толще исследуемого района

практики. На территории изучаемой территории эти толщи представлены моренными отложениями днепровского подгоризонта (gQ_2dn) (маршрут № 13, точка наблюдения 63 и 66) и флювиогляциальными отложениями времени отступления днепровского ледника (fQ_2dn^s). Моренные отложения днепровского подгоризонта (gQ_2dn) небольшим массивом выходят на поверхность в северной части изучаемой территории или перекрывается различными отложениями, в том числе флювиогляциальными отложениями времени отступления днепровского ледника (fQ_2dn^s), поозерскими аллювиальными (aQ_3pz), нерасчлененными поозерско-голоценовыми пролювиально-делювиальными (pdQ_{3-4}) и эоловыми (vQ_{3-4}) отложениями (маршрут № 5). Моренные отложения представлены супесями валунными с линзами и гнездами разнозернистых песков или глинистого, уплотненного песчано-гравийного материала. Отложения днепровской морены на территории данного района практики своеобразны (маршрут № 12, точка наблюдения 63). Для них характерно двухслойное строение, а иногда между двумя слоями валунных отложений залегают невыдержанные по мощности желтовато-серые разнозернистые пески. Флювиогляциальные отложения времени отступления днепровского ледника (fQ_2dn^s) распространены и северо-западе территории практики. Залегают на отложениях днепровской морены (gQ_2d). С поверхности могут быть изменены гипергенными процессами и (или) часто перекрыты техногенными отложениями (tQ_4). В составе флювиогляциальных отложений преобладают пески разнозернистые, чаще мелкозернистые с гнездами, линзами и прослоями тонких супесей, суглинков и глин, песчано-гравийного и гравийно-галечникового материала.

Поозерский горизонт (Q_3pz). В поозерское время во внеледниковой зоне накапливались преимущественно аллювиальные (aQ_3pz), озерно-аллювиальные (laQ_3pz), озерно-болотные (lbQ_3pz), делювиально-пролювиальные (dpQ_3pz) и делювиальные (dQ_3pz), а также и эоловые толщи (vQ_3pz). Аллювиальный комплекс слагают отложения первой и второй надпойменных террас реки Сож ($a_1Q_3pz_3$ и $a_2Q_3pz_3$) (маршрут № 4). Отложения надпойменных террас реки Сож распространены в центре, на северо-западе и севере исследуемой территории по правому берегу реки Сож за пределами современной поймы (маршрут № 9). Залегают с поверхности, местами перекрываются верхне-палеоценовыми и голоценовыми пролювиально-делювиальными и эоловыми образованиями, подстилаются более древними четвертичными, а также палеогеновыми отложениями. На рассматриваемой территории они представлены суглинками с прослоями песка с гравием и галькой; песками пылеватыми и слаборазложившимся торфом (маршрут № 5, точка наблюдения 17). Делювиально-пролювиальные (dpQ_3pz) и делювиальные (dQ_3pz) отложения плащом неравномерной мощности возвышенностей, долин, заполняют овраги и представлены слабоотсортированными песками, лессовидными отложениями, нередко содержащими примесь псефитового материала (маршрут № 12, точка наблюдения 63). Их литологические особенности определяются составом материнских пород, расчлененностью и крутизной склонов, интенсивностью склоновых процессов.

Эоловые отложения (vQ_{3-4}) возникли в процессе преобразования ветром песчаных прирусловых валов, озерно-ледниковых, аллювиальных и флювиогляциальных отложений (маршрут № 7). Эти процессы отчасти захватили конец поозерского времени, изредка проявлялись в голоцене на пойме реки Сож. Пески характеризуются повышенной однородностью. Эоловые пески, являясь заключительным звеном в цепи седиментационного преобразования четвертичных отложений, наиболее отсортированы и содержат наибольшее количество устойчивых минералов. Они распространены в северной и центральных частях изучаемой территории и приурочены к долине реки Сож.

Голоцен (HI). В течение голоцена на исследуемой территории продолжали накапливаться эоловые, делювиальные, делювиально-пролювиальные, озерно-аллювиальные, озерно-болотные и аллювиальные отложения, накапливающиеся в

поймах современных рек, а также в пойме канализированной реки Мильчи, остатки поймы которой наблюдаются в центральной части полигона и протягиваются широтной полосой с запада на восток. Также на полигоне различными методами формировались искусственные (техногенные) (tQ_4) грунты. Аллювиальные отложения залегают с поверхности, редко перекрываются болотными образованиями; подстилаются разновозрастными четвертичными, иногда палеогеновыми отложениями. Они представлены аллювием русловых, пойменных и старичных фаций. На изучаемой территории русловые отложения представлены разнозернистыми песками – мелко-, среднезернистыми изредка с прослоями супесей, пылеватых песков или песчано-гравийного материала (маршрут № 1, точка наблюдения 2). Пойменные и старичные отложения представлены супесями заторфованными; суглинками с растительными остатками, заторфованными с маломощными прослоями песка; торфом, иногда с прослоями песка; глинистыми мергелями, заторфованными с прослоями песка.

Также, сейчас происходит формирование техногенных отложений (thQ_4sd), что связано с хозяйственной деятельностью человека. Эти отложения связаны со строительством, прокладкой дорог, разработкой месторождений полезных ископаемых и т.д.

Так, в маршруте № 4 были зафиксированы техногенные отложения в откосе автодороги Солнечная – Осовцы, представленные песками разнозернистыми с включениями щебня, гравия и гальки [3].

В геоморфологическом отношении исследуемый район относится к области Полесской низменности.

Рельеф территории представлен пологоволнистой водно-ледниковой равниной и низменной аллювиальной равниной в виде двух надпойменных террас и поймы Сожа в правобережной ее части. Общий уклон поверхности – с севера на юг. Самая низкая точка – урез р. Сож – 115 м над уровнем моря. Правый склон долины Сожа крутой ($40-50^\circ$), расчленен короткими и глубокими оврагами. [3]

Поверхность водноледниковой равнины представлена широкими водораздельными пологохолмистыми пространствами на гипсометрическом уровне 140 – 130 м. Водоразделы слабо расчленены древними ложбинами, врезанными на глубину 2 – 3 м. Однообразие территории нарушается эоловыми формами. Значительные территории заболочены.

Рельефообразующие отложения и рельеф города Гомеля и его окрестностей сформировались в основном в результате аккумулятивной деятельности днепровского ледника и его талых вод. На территории полигона «Осовцы» преобладают отложения голоценового возраста. Отложения плейстоценового возраста занимают северо-западную и центральную части полигона.

В северо-западной части района располагается вторая надпойменная терраса поозерского возраста и занимает уровни абсолютных высот 127÷131 м. Поверхность в основном равнинная, заторфованная, встречаются эоловые массивы. Терраса сложена песчаными отложениями светло-серого цвета, разнозернистыми, часто косой и крутоволнистой слоистости. Относительные превышения 2÷4 м объясняются тем, что поверхность террасы была подвержена интенсивным эоловообразующим процессам перевевания береговых валов и межрядовому заболачиванию в результате отмирания стариц.

В пределах второй надпойменной террасы расположен моренный холм. Его нахождение там можно объяснить следующим образом. Моренные отложения сформировались талыми ледниковыми водами позднеднепровского возраста. После отступления талыми водами ледника были сформированы реки. При последующем развитии речной долины часть моренных отложений была перекрыта пойменными, которые при изменении базиса эрозии перешли в разряд отложений надпойменной террасы. Подобную ситуацию можно наблюдать западнее полигона «Осовцы».

Первая надпойменная терраса позднеплейстоценового возраста занимает абсолютные отметки 117÷127 м. Она расположена в центральной части полигона, в северо-западной части, где примыкает ко второй надпойменной террасе, и в центре полигона «Осовцы». Рельеф плосковолнистый, реже – мелкогрядово-волнистый. Относительные превышения, образованные интенсивно сработанными прирусловыми валами и межгрядовыми понижениями, составляют 1÷3 м. Участок первой надпойменной террасы, расположенный в границах Мильчанской канавы и реки Уза (урочище Березцы) с точки зрения механизма формирования этих отложений должен относиться к пойме. Однако, исходя из абсолютных отметок, данный участок относится к террасе. Это можно объяснить новейшими тектоническими движениями земной коры, что подтверждается близким от поверхности залеганием меловых отложений.

Пойма р. Сож расположена практически по всему району исследования кроме центральной и северо-западной части. Данная территория относится к позднему голоцену и представляет собой комплекс отложений полигенетически сложного состава.

Мощность аллювия составляет 8÷10 м. Пойма трех типов: сегментно-гривистая, параллельно-гривистая и плоскобугристая, ее высота - 1,5÷4,0 м над урезом воды [2].

В пределах исследуемой территории полигона «Осовцы» выделяются следующие генетические типы рельефа:

Аккумулятивный водно-ледниковый рельеф области днепровского оледенения (gQ_2dn) Волнистая водно-ледниковая равнина, преобразованная процессами эрозии и денудации с амплитудой высот до 3–7 м. Распространена незначительно в северо-западной части полигона «Осовцы».

Флювиальный эрозионно-аккумулятивный рельеф

Представлен следующими генетическими генерациями:

- Плоская или полого-волнистая вторая надпойменная терраса реки Сож верхнепоозерского возраста (f_2Q_3pz), расположенная в северо-западной части полигона.
- Плоская аккумулятивная первая надпойменная терраса реки Сож верхнепоозерского возраста (f_1Q_3pz), расположенная в центральной части полигона.
- Пойма рек голоценового возраста (fQ_4sd) (реки Мильча, Сож, Уза), расположена практически на всей территории исследования за исключением северо-западной и центральной части.

Данный тип рельефа представлен также ложбинами стока на северо-западе полигона «Осовцы».

Эоловый дефляционно-аккумулятивный рельеф (vQ_{3-4})

Представлен холмами и грядами плейстоценового и голоценового возраста. Абсолютные отметки варьируются от 117 до 128,1 м. Распространены на северо-западе, юго-западе и в центральной части полигона «Осовцы».

Техногенный рельеф (tQ_{3-4})

Из-за активной деятельности человека происходит изменение форм рельефа и образование отложений, называемых антропогенными [1].

На территории имеется несколько карьеров, служащих примером рельефа связанного с горнотехнической деятельностью человека. В пойме реки Сож, к востоку от кладбища «Осовцы», расположен карьерный водоем вытянутой прямоугольной формы. Площадь водоема около 280000 м². Примерно в 50 м от озера Березинское в южной части полигона также находится карьер по добыче песка. На территории первой надпойменной террасы реки Сож, южнее авторынка «Осовцы», расположена система водоемов, образованных в результате добычи песков. Также примером рельефа, связанного с инженерно-строительной деятельностью человека, могут служить насыпи, используемые как дороги.

Склоны и склоновые отложения

Наклонные участки земной поверхности (не менее 2°). Могут иметь разную форму – выпуклые, прямые, вогнутые, ступенчатые, бугристые, крутые и пологие. Образуются эндогенными и экзогенными (речная и склоновая эрозия, абразия, карст и просадки, выветривание и др.) процессами.

Озеро южнее авторынка «Осовцы» представляет собой карьерный водоем, выработанный земснарядом. Берега неустойчивые и подвержены эрозионно-абразионным процессам. Склон ступенчатый, образуется за счет периодического изменения уровня воды.

В результате действия силы тяжести происходят обвально-осыпные процессы, которые можно было наблюдать также в устье реки Ипуть (угол падения склона 34°-90°). Таким образом, у подножья склона формируются коллювиальные отложения, а при участии талых и дождевых вод – делювиальные отложения.

Таким образом, можно прийти к заключению о том, что рельеф полигона «Осовцы» достаточно разнообразен и представляет интерес для изучения, несмотря на относительно небольшую его площадь. Необходимо продолжать дальнейшее исследование территории полигона, изучать естественные формы рельефа и негативное влияние на формирование ландшафтов техногенных форм рельефа.

Делая определенные выводы можно прийти к заключению, что единственно верной интерпретации геологической истории на данный момент не создано, а ныне существующие отличаются друг от друга и не могут прийти к общему основанию, в том числе решить существующие проблемы.

Список литературы

- 1 Кизевальтер Д.С. Геоморфология и четвертичная геология / Д.С. Кизевальтер, Г.И. Раскатов, А.А. Рыжова. – М. : Недра, 1981. – 215 с.
- 2 Павловский А.И. Геоморфологическая карта территории города Гомеля / А.И. Павловский. – Минск : Вестник БГУ, 2007. – Сер. 2. № 2.
- 3 Трацевская, Е.Ю. Инженерно-геологические условия города Гомеля / Е.Ю. Трацевская. – Гомель : Изд-во ГГУ им. Ф. Скорины, 2005. – 169 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПАЛЕОНТОЛОГИИ И СТРАТИГРАФИИ

Н.В. ДОРОЖКО

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ БАТРАХОФАУНЫ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В ТЕЧЕНИЕ ГОЛОЦЕНА

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
natashka_d10.05@mail.ru*

Необходимость изучения структуры сообществ батрахофауны голоцена на сегодня актуально, поскольку именно на протяжении этого отрезка времени происходило формирование зооценозов на территории Беларуси.

Важным является и практическое значение материалов, так как необходимость реконструкций природных обстановок геологического этапа и изучение эволюции земноводных и пресмыкающихся территории Беларуси тесно связаны с экологическими системами и направлено на долгосрочное сохранение биоразнообразия и обогащение современной батрахофауны Беларуси.

К настоящему времени на территории Беларуси известно порядка 19 местонахождений ископаемой герпетофауны, которые охватывают временной период голоцена. В данном исследовании сделана попытка рассмотреть динамику структуры сообществ батрахофауны на территории Беларуси в течении голоцена.

Под структурой сообществ подразумевается распределение выявленных в местонахождениях видов по экологическим группам, согласно условиям их обитания. За основу при распределении видов в экологических группах взяты представления о распространении амфибий и рептилий Европы и Северной Евразии, рассмотренные В.Ю. Ратниковым, использованы также данные некоторых трудов по описанию фауны земноводных [1, 2]. Для современного этапа В.Ю. Ратников приводит следующие данные о распространенности различных видов амфибий и рептилий на территории Европы в разных природных зонах (таблица 1).

По данным изучения границ ареалов земноводных умеренных широт Восточно-Европейской равнины, В.Ю. Ратниковым установлена связь ареалов с природными зонами и зональными типами ландшафтов (таблица 1) [3]. Таким образом можно сказать, что:

1. Северные границы распространения земноводных Европы, что можно применить и к территории Беларуси, не выходят за пределы лесотундры (за исключением *Rana arvalis* Nilsson, которая может встречаться в зоне кустарничковой и осоковой тундры), таким образом, наличие амфибий и рептилий в местонахождении означает, что оно было достаточно удалено от ледников.

2. С зоной смены хвойной тайги смешанными лесами примерно совпадают северные границы ареалов *Bombina bombina* (L.), *Pelobates fuscus* (Laur.), *Bufo viridis* Laur., *Rana lessonae* Cramerano, *Rana ridibunda* Pall.

3. Границы ареалов *Triturus cristatus* (Laur.), *Triturus vulgaris* (L.), *Bufo bufo* (L.), *Rana lessonae* Cramerano в основном совпадают с зоной лесостепи.

4. Остромордая лягушка, *Rana arvalis* Nilsson, имеет очень широкий ареал (от степей до лесотундры), но наиболее характерна для лесной зоны.

Таблица 1 – Распространение современных видов амфибий и рептилий по природным зонам [3]

Вид	Тундры	Лесотундры и хвойные леса	Смешанные и лиственные леса	Лесостепь	Степь	Пустыня
<i>Triturus vulgaris</i> L.						
<i>Triturus cristatus</i> Laurenti						
<i>Bombina bombina</i> L.						
<i>Pelobates fuscus</i> Laur						
<i>Bufo bufo</i> L.						
<i>Bufo viridis</i> Laur.						
<i>Bufo calamita</i> Laurenti						
<i>Rana ridibunda</i> Pall.						
<i>Rana lessonae</i> Camerano.						
<i>Rana temporaria</i> L.						
<i>Rana arvalis</i> Nilsson						
<i>Salamandrella keyserlingii</i>						
<i>Emys orbicularis</i> L.						
<i>Anguis fragilis</i> L.						
<i>Eremias arguta</i> Pallas						
<i>Lacerta agilis</i> L.						
<i>Lacerta vivipara</i> Jacquin						
<i>Lacerta viridis</i> Laurenti						
<i>Natrix natrix</i> L.						
<i>Natrix tessellata</i> Laurenti						
<i>Coronella austriaca</i> Laurenti						
<i>Vipera berus</i> L.						
<i>Vipera ursini</i> Bonaparte						

	вид обычен
	вид редок

5. Характерными жителями открытых пространств, вплоть до пустынных, являются *Bufo viridis* Laur., *Rana ridibunda* Pall., однако все они в определенной степени проникают в зону лесов.

Наиболее богатой видами является лесостепная зона, так как в ней обитают представители и лесных, и степных биотопов. Зона лесотундры из-за отсутствия типичных тундровых видов населена только лесными формами. Таким образом, с

учетом изложенного, применительно к фауне амфибий территории Беларуси можно рассматривать ее принадлежность к 3-м зонально-экологическим группам (таблица 2).

Таблица 2 – Экологическая структура батрахофауны голоцена территории Беларуси

Зонально-экологические группы	Представители батрахофауны
Интразональные широко распространенные виды (тундро-лесо-степные)	<i>Rana arvalis (Nilson), Rana temporaria (L.), Bufo bufo (L.)</i> .
Виды «закрытых» биотопов лесной зоны	<i>Rana lessonae (Camerano), Triturus vulgaris (L.), Triturus cristatus (Laurenti), Rana ridibunda (Pall.), Bombina bombina (L.), Pelobates fuscus (Laur.), Bufo calamita Laurenti, Hyla arborea L.</i>
Виды «открытых» пространств	<i>Bufo viridis (Laur.)</i> .

Таким образом экологическая структура батрахофауны голоцена территории Беларуси по трем зонально-экологическим группам представлена следующим образом:

1. Интразональные широко распространенные виды, ареал которых простирается от тундры (*Rana arvalis Nilson* и лесотундры (*Rana temporaria L.* и *Bufo bufo L.*) до степей включительно. Следовательно, при доминировании данных видов будут распространены лесотундровых и северо-таежных ландшафтов. Вместе с тем, поскольку данный вид является интразональным и широко представлен в лесных биотопах в течение голоцена, то присутствие в сообществах значительного количества других более теплолюбивых видов свидетельствует о достаточно умеренных условиях среды обитания.

2. Виды «закрытых» биотопов лесной зоны. В пределах группы можно выделить следующие ассоциации: северо-среднетаежных лесов *Rana temporaria L.*, средне-южнотаежных (смешанных) *Bufo bufo L., Rana lessonae Camerano, Triturus vulgaris L., Triturus cristatus Laurenti, Rana ridibunda Pall.* и южнотаежно-широколиственных лесов *L., Pelobates fuscus Laur., Bufo calamita Laurenti*,

3. Группа животных «открытых» пространств, имеющих наибольшую плотность и удельный вес в составе сообществ в околородных биотопах луговых, лесостепных и степных ландшафтов (*Bufo viridis Laur.*).

Однако, с учетом того, что в течение всего голоцена на территории Беларуси господствовали лесные ландшафты эти виды могут рассматриваться как лесо-луговая ассоциация, дополняющая ассоциацию южнотаежно-широколиственных лесов. Наличие таких видов в составе ископаемых фаун голоцена, может свидетельствовать о существенном потеплении во время климатических оптимумов, либо значительной трансформации (сведений) лесных ландшафтов (таблица 2).

Вместе с тем, следует принять во внимание, что практически все голоценовые виды амфибий Беларуси населяют ее территорию и в настоящее время. Поэтому всю голоценовую батрахофауну можно отнести к лесному комплексу (зонально-экологической группе), а представителей первой и третьей зонально-экологических групп, в случае если они не являются доминирующими и в значительной степени дополняются другими видами, следует рассматривать в составе лесной группы как соответствующие ассоциации (таблица 3).

Таблица 3 – Структура лесного комплекса батрахофауны голоцена

Лесной комплекс (группа закрытых биотопов)	Ассоциации лесного комплекса		Представители батрахофауны	
	северо-среднетаежных лесов		<i>Rana temporaria L.</i> , <i>Rana arvalis Nilson</i> , <i>Bufo bufo L.</i>	
	средне-южнотаежных (смешанных) лесов		<i>Rana lessonae Camerano</i> , <i>Triturus vulgaris L.</i> , <i>Triturus cristatus Laurenti</i> , <i>Rana ridibunda Pall.</i>	
	южнотаежно-широколиственных лесов		<i>Bufo calamita L.</i> , <i>Hyla arborea L.</i> , <i>Bufo viridis Laur.</i> , <i>Bombina bombina L.</i> , <i>Pelobates fuscus Laur.</i>	

Анализ имеющихся материалов совместно с данными микротериологического метода позволяет по кульминации экологических групп и соотношению входящих в их состав видов наметить основные этапы в истории развития батрахокомплексов на протяжении позднеледникового-голоцена. Они отражают количественные и качественные изменения в составе фауны мелких позвоночных, вызванные природной динамикой ландшафтов и изменением климатических условий, а начиная со второй половины среднего голоцена – и антропологическим воздействием на биоценозы.

Первые остатки амфибий отмечаются в первой пребореального периода, самого раннего из этапов голоцена [4]. Встречаются в остатках травяной лягушки *Rana temporaria L.*, возможно потому, что этот вид наиболее холодостойкий. Во второй половине пребореального периода появляются новые виды: *Bufo bufo L.*, *Rana lessonae Camerano*, *Rana arvalis Nilsson.*, однако доминирующим является *Rana temporaria L.* В начале бореального периода структура батрахокомплексов дополняется зеленой жабой (*Bufo viridis Laur.*) и озерной лягушкой (*Rana ridibunda Pall.*). Обыкновенная жаба *Bufo bufo L.* является доминирующим видом среди жаб, а среди лягушек – травяная лягушка. В конце бореального периода в видовом разнообразии батрахокомплексов появляются камышовая жаба *Bufo calamita Laur.* и чесночница обыкновенная *Pelobates sp.* В среднем голоцене структура видовой разнообразия земноводных представлена всеми вышеназванными видами, что может свидетельствовать о благоприятных условиях для развития батрахофауны в этот отрезок времени. После атлантического периода среднего голоцена новых видов не обнаружено и, вероятнее всего, в позднем голоцене отмечается снижение количества видов [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что видовое разнообразие современной батрахофауны Беларуси представлено видами, которые появлялись в течении голоцена и они являются полностью миграционными. В структуре комплексов происходило увеличение количества видов от пребореального периода к среднему голоцену. Исходя из этого голоценовую батрахофауны можно рассматривать как типичную межледниковую ассоциацию.

Список литературы

- 1 Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус) / Н.Б. Ананьева [и др.]; под общ. ред. Н.Б. Ананьевой. – СПб., 2004. – 232 с.
- 2 Банников, А.Г. Очерки по биологии амфибий / А.Г. Банников, М.Н. Денисова. – М. : Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства Просвещения РСФСР, 1956. – 166 с.
- 3 Ратников, В.Ю. Позднекайнозойские земноводные и чешуйчатые пресмыкающиеся Восточно-Европейской равнины / В.Ю. Ратников // Труды научно-исследовательского Института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 10. – Воронеж : изд-во Воронеж. ун-та, 2002. – 138 с.
- 4 Хандогий, А.В. Герпетофауна и показатели ее видового разнообразия в голоцене Беларуси / А.В. Хандогий, Д.Л. Иванов, И.М. Хандогий // Влияние и методы оценки природных и антропогенных воздействий на экосистемы – Экологический вестник № 4. – Минск, 2015. – С. 116–120.

Д.И. ЦВИРКО

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

*ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»
г. Минск, Республика Беларусь
dmcvirko@gmail.com*

Текущий этап деятельности человека характеризуется интенсивным техногенным преобразованием естественных ландшафтов. Для оценки степени антропогенного влияния на ландшафты предлагается использовать метод спорово-пыльцевого анализа. Ископаемая пыльца и споры способны отразить не только структуру растительного покрова, но и определить роль человека в преобразовании окружающей среды, с использованием пыльцевых индикаторов [19].

Основной целью предстоящих исследований является определение этапов хозяйственной деятельности человека в пределах Брестского Полесья – территории, с которой предположительно началось распространение земледелия [15].

Для решения поставленной цели необходимо было провести сбор и анализ имеющихся результатов исследований.

Обзор научной литературы показал, что в пределах изучаемой территории находится 27 объектов, на которых в разное время проводились палинологические исследования голоценовых отложений (рисунок 1; таблица 1).

Первый этап исследований связан с работами польских ученых Ст. Кульчиньского, Ст. Толпа и В. Тимракевича, изучавших западные регионы Беларуси с целью проведения мелиоративных работ, определения возраста болот и этапов заболачивания территории. В монографии 1930 г. представлено стратиграфическое описание изученных разрезов [20]. Палинологические исследования заключались в определении содержания пыльцы древесных пород и кустарников (*Pinus, Picea, Abies, Acer, Quercus, Betula, Corylus, Tilia, Ulmus, Carpinus, Salix, Alnus, Fagus, Ericaceae*), а также некоторых споровых и водных растений (*Sphagnum, Aspidium, Lycopodium, Typha, Iris*). Пыльца травянистой растительности при этом не определялась.



Рисунок 1 – Локализация палинологических разрезов на территории Брестского Полесья

Отбор проб из болотных отложений проводился через 25 см. В каждом образце подсчитывалось 100 пыльцевых зерен древесных пород, после чего препарат просматривался на наличие пыльцы, не обнаруженной при подсчете. В случае такого обнаружения, пыльца на диаграмме обозначалась знаком плюс «+», что означало присутствие этого элемента растительности в количестве менее 1%. Содержание пыльцы каждой древесной породы выражалось в процентах от их общего количества, в то время как споры, пыльца *Ericaceae* и водные растения – в количественных значениях. Объем качественного определения пыльцы и спор не одинаков для каждой точки. Так, отложения разреза Мотыкалы (*Motykały*) характеризуются содержанием пыльцы только 4-х пород (*Pinus*, *Picea*, *Quercus* и *Betula*), а в отложениях разреза Горица (*Horyca*) – 17-ти. Всего в работе Кульчиньского на территории Брестского Полесья представлено 16 исследованных участков, по 10 из которых не проводились повторные, более современные исследования.

К первому этапу палинологических исследований территории Брестского Полесья можно отнести также работы А. П. Пидопличко, которым было изучено 8 объектов. На пыльцевых диаграммах представлено процентное содержание пыльцы древесных пород и кустарников (*Pinus*, *Picea*, *Quercus*, *Betula*, *Corylus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Salix*, *Alnus*, *Fagus*). Пыльца травянистой, водной растительности и споры не определялись. Отбор проб в отложениях торфяного массива Выгонощанское, оз. Белое, оз. Погост, оз. Черное и оз. Орехово проводился интервалами в 25 см и более. Данные пыльцевого анализа разрезов Галь, Морочно и Поддубичи [14] представлены в виде круговых диаграмм для раннего, среднего и позднего голоцена. Объем качественного определения пыльцы и спор также не одинаков для каждого разреза.

Таблица 1 – Разрезы территории Брестского Полесья, изученные спорово-пыльцевым методом

№	Название разреза	Объект	Кол-во разрезов по объекту	Источник с пыльцевой диаграммой	№	Название разреза	Объект	Кол-во разрезов по объекту	Источник с пыльцевой диаграммой
1	Ореховское (Orzechowo)	озеро	3	[9]; [12]; [20]	15	Галь	болото	1	[14]
2	Дворицанское	озеро	1	не опубликовано	16	Морочно	болото	1	[14]
3	Бобровицкое	озеро	2	[21]; [17, 2, 16, 3, 4]	17	Поддубичи (Ольманские болота)	болото	1	[14]
4	Иванисовка (Iwanisówka)	болото	2	[21, 6]; [20]	18	Горица (Horysa)	болото	1	[20]
5	Выгонопанское (Выгоновское, Wygonowskie)	озеро	3	[7]; [14, 13]; [20]	19	Городная (Городнянское, Horodno)	болото	4	[20]
6	Ганцевичи (Hancewiche)	болото	4	[7]; [20]	20	Колено (Kolano)	болото	1	[20]
7	Селяхи	озеро	1	[7]	21	Лунинец (Luniniec)	болото	1	[20]
8	Песчаное	озеро	2	[7]	22	Темра (Temra)	болото	2	[20]
9	Олгушское (Олгуш)	озеро	2	[1, 17, 18, 2, 16]	23	Мотыкалы (Motykaly)	речные пойм. отлож.	1	[20]
10	Здитово	болото	1	[10, 5, 7]	24	Дубовое (Dubowoje)	болото	1	[20]
11	Споровское (Sporowskie)	озеро	2	[8, 10, 7]; [20]	25	Пинек (Pinsk)	речные пойм. отлож.	2	[20]
12	Белое	озеро	1	[11, 13]	26	Телеханы (Telechany)	болото	1	[20]
13	Погост	озеро (сейчас вдхр.)	1	[11, 13]	27	Яглевичи (Jaglewicze)	болото	2	[20]
14	Черное (Czarne)	озеро	3	[11, 13]; [20]					

Анализируя палинологический материал, полученный польскими учеными и А.П. Пидопличко, можно сказать, что определение этапов антропогенного преобразования ландшафтов по этим данным выполнить невозможно.

Второй этап исследований можно связать с работами Я.К. Еловичевой, которой были изучены донные отложения озер Бобровичское и Олтуш. На пыльцевых диаграммах этих разрезов [17, 18] отражено содержание пыльцы древесных пород и кустарников, травянистых и водных растений, а также спор, фиксируется присутствие водорослей *Pediastrum*, однако 11-метровая толща отложений в оз. Бобровичском изучена 30 образцами, с отбором проб через 36,6 см. Отложения оз. Олтуш были повторно изучены Я.К. Еловичевой в 1988 г. [1]. В данном исследовании новые палинологические результаты, с частыми интервалами отбора проб, дополнились геохимическими, диатомовыми и радиоуглеродными (6 датировок) данными. Представленная пыльцевая диаграмма включает кривые пыльцы ряда древесных пород и кустарников, а травянистая и споровая растительность показана в виде суммарных кривых.

Несмотря на более обширный материал, представленный на пыльцевых диаграммах Я.К. Еловичевой, следует отметить отсутствие пыльцы группы *Cerealia*, и других антропогенных индикаторов, что не позволяет выделить этапы преобразования естественного растительного покрова.

Современный этап исследований определяется работами В.П. Зерницкой и Г.И. Симаковой. Образцы для спорово-пыльцевого анализа отбирались послойно каждые 5 см (чаще при слоистости осадков и на контактах слоев), что соответствует современному уровню исследований. На пыльцевых диаграммах выделяется группа пыльцы *Cerealia* и другие антропохоры, что дает возможность выявить этапы антропогенной деятельности. Однако в ряде разрезов [7] отсутствуют данные радиоуглеродного датирования (Селяхи, Выгонощанское и Споровское), а в разрезах Здитово, Песчаное и Ганцевичи имеется только по одной датировке. Более детальные данные были получены при изучении истории развития озер Бобровичское, Ореховское, Дворищанское и болота Иванисовка. Данные разрезы обеспечены радиоуглеродными датировками (от 5-ти до 10-ти датировок в одном разрезе), геохимическими данными (Бобровичское, Песчаное), в пробах, изученных спорово-пыльцевым методом, выявлены антропогенные индикаторы.

На основании анализа литературных источников можно заключить, что для определения этапов антропогенного преобразования ландшафтов в голоцене можно воспользоваться данными разрезов Ореховское, Дворищанское, Бобровичское и Иванисовка. Кроме этого, разрезы Выгонощанское, Селяхи, Песчаное и Споровское, содержащие пыльцевые индикаторы антропогенного влияния, можно использовать, опираясь на корреляцию палинозон со смежными разрезами, в которых возраст отложений определен радиоуглеродным методом.

Таким образом, учитывая немногочисленность представленного материала, необходимо отметить, что для изучения этапов влияния человека на естественный растительный покров требуются дополнительные исследования, особенно в западных регионах Брестского Полесья, что и планирует сделать автор представленной работы.

Список литературы

- 1 Власов, Б. П. Разрез озера Олтушского – стратотип голоценовой истории Полесья / Б. П. Власов, Я. К. Еловичева, А. Л. Жуховицкая // Вестник БГУ. Сер. 2. – 1990. – № 2. – С. 52–55.
- 2 Еловичева, Я. К. Изменение растительности Белорусского Полесья в голоцене / Я. К. Еловичева // Вопросы геологии, геохимии и геофизик земной коры Белоруссии. Минск : Наука і тэхніка, 1975. – С. 105–113.

- 3 Еловичева, Я. К. Климатические показатели времени накопления карбонатных осадков голоцена Белоруссии / Я. К. Еловичева, А. Н. Рачевский // Гажа Нечерноземья для химической мелиорации кислых почв. – Пермь : ППИ, 1986. – С. 96–106.
- 4 Еловичева, Я. К. Палинология позднеледниковья и голоцена Белоруссии / Я. К. Еловичева. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – 94 с.
- 5 Зерницкая, В. П. Исследование торфяников с целью восстановления особенностей развития климата Белорусского Полесья / В. П. Зерницкая, Э. А. Крутоус, В. А. Климанов // Вопросы прикладной геоморфологии. – Минск : Навука і тэхніка, 1988. – С. 71–74.
- 6 Зерницкая, В. П. История формирования болота Иванисовка (Белорусское Полесье) / В. П. Зерницкая, А. В. Матвеев, С. Н. Тимирева // Літасфера. – 2010. – № 1(32). – С. 20–30.
- 7 Зерницкая, В. П. Палеогеография Белорусского Полесья в позднеледниковье и голоцене (по данным спорово-пыльцевого анализа) : дис. ... канд. геогр. наук / В. П. Зерницкая. – Минск, 1991. – 292 с.
- 8 Зерницкая, В. П. Палинология донных осадков озера Споровского / В. П. Зерницкая // Геология и гидрогеология кайнозоя Белоруссии. – Минск, 1985. – С. 56–60.
- 9 Зерницкая, В. П. Ретроспективный анализ развития Белорусского Полесья в позднепоозерское и голоценовое время / В. П. Зерницкая, А. В. Матвеев // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Международной научной конференции. – Минск, 2016. – С. 478–482.
- 10 Зерницкая, В. П. Этапы формирования котловины озера Споровского / В. П. Зерницкая, Г. И. Дайнеко // Современные рельефообразующие процессы. – Минск, 1986. – С. 55–60.
- 11 Пидопличко, А. П. Озерные отложения Белорусской ССР (генезис, стратиграфия и некоторые качественные особенности) / А. П. Пидопличко. – Минск : Навука і тэхніка, 1975. – 120 с.
- 12 Пидопличко, А. П. Основные стратиграфические схемы развития озер Белорусской ССР / А. П. Пидопличко, Р. И. Грищук // Труды института торфа АН БССР. Минск. – 1960. – Т. IX. – С. 75–81.
- 13 Пидопличко, А. П. Развитие озерно-болотных ландшафтов Белорусского Полесья в голоценовое время / А. П. Пидопличко, А. Г. Дубовец, Т. Ф. Буеракова // Проблемы Полесья. – 1975. – Вып. 4, № 1. – С. 277–286.
- 14 Пидопличко, А. П. Торфяные месторождения Белоруссии (генезис, стратиграфия и районирование) / А. П. Пидопличко. – Минск : АН БССР, 1961. – 192 с.
- 15 Симакова, Г. И. Основные этапы антропогенного преобразования растительного покрова Беларуси в голоцене / Г. И. Симакова // Літасфера. – 2007. – № 2(27). – С. 59–69.
- 16 Якушко, О. Ф. Генетические особенности озер Белорусского Полесья / О. Ф. Якушко [и др.] // История озер в голоцене : тезисы докл. IV Всесоюзный симпозиум по истории озер : в 3 т. Т. 3. – Л. : Ин-т озероведения АН СССР, 1975. – С. 138–144.
- 17 Якушко, О. Ф. Озера Белорусского Полесья и перспективы их мелиорации и использования / О. Ф. Якушко [и др.] // Проблемы Полесья. – Вып. 2. – 1973. – С. 235–269.
- 18 Якушко, О. Ф. Основные этапы позднеледниковья и голоцена Белоруссии / О. Ф. Якушко, Н. А. Махнач // Проблемы палеогеографии антропогена Белоруссии. – Минск : Навука і тэхніка, 1973. – С. 76–94.
- 19 Behre, K. E. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams / K. E. Behre // Pollen et Spores. – 1981. – 23. – P. 225–245.
- 20 Kulczyński, S. Stratygrafia torfowisk Polesia / S. Kulczyński. – Krakow, 1930. – Т. 1. – 84 с.
- 21 Zernitskaya, V. Evidence of early farming in the Holocene pollen spectra of Belarus / V. Zernitskaya, N. Mikhailov // Quaternary International. – 2009. – № 203. – P. 91–104.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН И СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Д.В. АЛЬТЕМИРОВ

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СУРГУТСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

*Башкирский государственный университет
г. Уфа, Российская федерация
altemirov.dima@yandex.ru*

На сегодняшний день, Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция остается лидирующей провинцией по добыче нефти и газа в России. Перспективной территорией для поисково-разведочных и эксплуатационных работ является Сургутский нефтегазоносный район, который приурочен к одноименному своду. В пределах Сургутского свода открыто около 600 залежей углеводородов, а разрабатываются всего 36. Большинство месторождений, такие как Тевлинско-Русскинское, Кочевское, Федоровское, Конитлорское, находятся на завершающих стадиях разработки, а также есть перспективное Имилорское месторождение, которое вступило в эксплуатационную стадию в 2013 году. В нынешней ситуации на мировом нефтяном рынке экономически целесообразно добывать углеводородное сырье на территории с развитой инфраструктурой, в традиционных регионах нефтедобычи России. Необходимо активно проводить работы с внедрением высокотехнологичных методов извлечения углеводородов из средне и верхнеюрских залежей с пониженной пористостью и проницаемостью. Также юрские залежи имеют локальное распространение в виде линз и представлены главным образом литологически-экранированными залежами. При бурении нефтяных скважин различного назначения необходимо проводить геолого-геофизические исследования с целью уточнения глубины залегания кровли продуктивного пласта, мощности отложений, минералогического состава, характера насыщения и т.д.

Рассмотрим пример геолого-геофизических исследований, основным объектом которых является продуктивный пласт-коллектор ЮВ1/1, на эксплуатационной скважине в пределах Сургутского свода.

При интерпретации геологического разреза скважины необходимо иметь всю имеющуюся информацию, включающую ЭПМ (эталонно-прогнозная модель), ГТН (геолого-технологический наряд) по скважине, а также данные ГИС по соседней скважине. Основным объектом исследования при построении геологического разреза является шлам, керн.

Литолого-стратиграфическое расчленение разреза является первым и неизменным звеном геолого-геохимических исследований. Предварительное расчленение разреза производится на основе имеющейся по изучаемой площади эталонно-прогнозной модели. Продуктивный пласт-коллектор ЮВ1/1 приурочен к песчаникам верхней подсвиты васюганской свиты позднеюрских отложений.

В результате литолого-стратиграфического расчленения разреза скважины баженовская свита вскрыта на глубине 3232 м по стволу скважины (абс. отм. 2775,4 м). В пробе наблюдался аргиллит битуминозный, черный, плотный, средней крепости с включениями пирита (рисунок 1). По данным геофизических исследований на глубине 3232 м зафиксировано резкое увеличение гамма-активности по методу ГК, а также

увеличение удельной электрической проводимости по ИК. В процессе отбора и описания шлама проводился люминисцентно-битуминологический анализ (ЛБА). По результатам ЛБА вытяжка приобрела оранжево-желтый цвет, что может говорить о высоком содержании масел и асфальтенов. Для данной территории характерны прослои песчаника в разрезе баженовской свиты, но в данном случае они не наблюдались.

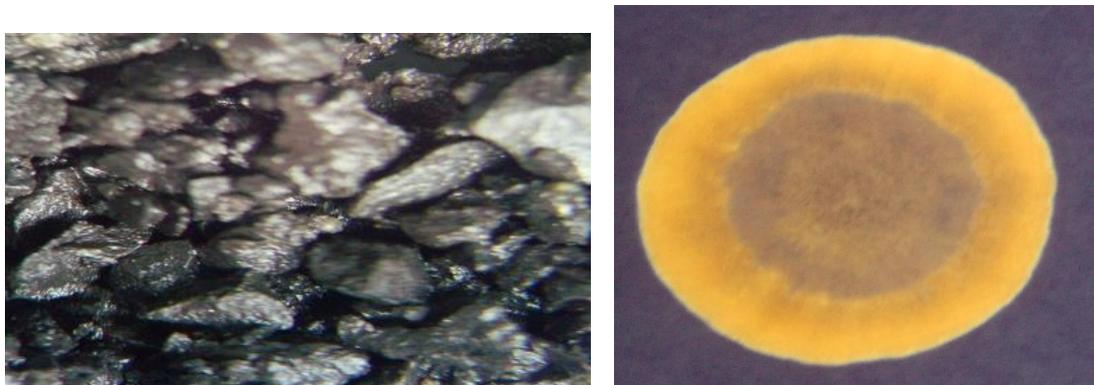


Рисунок 1 – Фотография бурового шлама баженовской свиты в бинокулярном микроскопе и капиллярная вытяжка

При отборе проб шлама на гл. 3256,8 м по стволу скважины (абс. отм. 2798,8 м) наблюдался аргиллит темно-серый, плотный, крепкий с включениями глауконита, что говорит о пересечении георгиевской свиты. Включения глауконита являются признаком прибрежно-морского осадконакопления. По результатам капиллярной вытяжки данный интервал имеет незначительное содержание масел и асфальтенов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Фотография бурового шлама георгиевской свиты в бинокулярном микроскопе и капиллярная вытяжка



Рисунок 3 – Фотография бурового шлама пласта-коллектора ЮВ1/1 васюганской свиты в бинокулярном микроскопе и капиллярная вытяжка

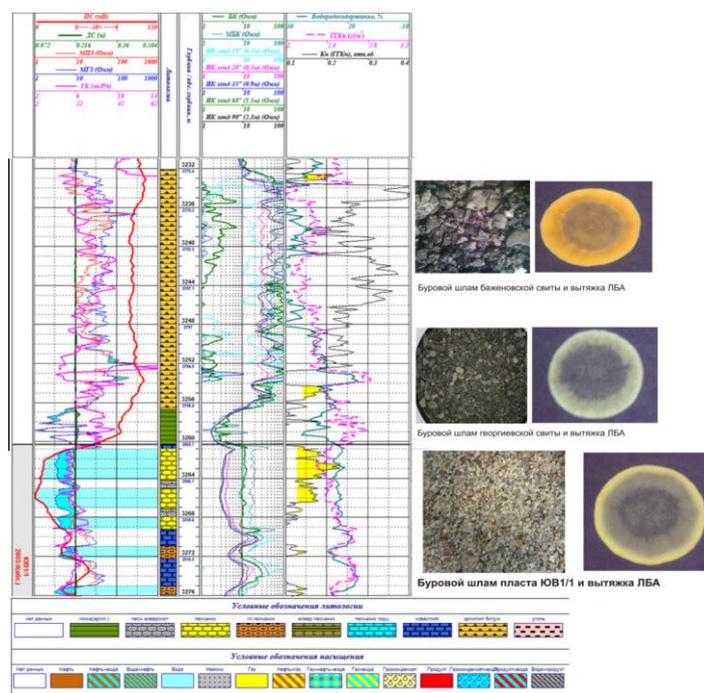


Рисунок 4 – Результаты геолого-геохимических и геофизических исследований в программе Geodata

При опробовании на гл. 3261 м по стволу скважины (2803 м абс. отм.) происходило резкое увеличение процентного содержания песчаника в исследуемой пробе до 90 %. Песчаник светло-серый, кварцевый, мелкозернистый, зерна кварца средней степени окатанности, средней плотности, средней крепости, на карбонатном цементе контактопорового типа. При последующем отборе проб шлама наблюдались прослои известняка и алевро-глинистой породы (частое переслаивание аргиллита и алевролита). В результате ЛБА вытяжка приобрела желтый цвет, что говорит о повышенном содержании масел и асфальтенов (рисунок 3). Также по результатам ГИС на гл. 3261 м зафиксировано понижение гамма-активности по ГК и понижение кривой ПС. По полученным данным, можно утверждать о пересечении кровли продуктивного пласта ЮВ 1/1 на гл. 3261 м по стволу скважины (2803 м абс. отм.) (рисунок 4).

Ю.И. ЗАЯЦ

**РАСЧЛЕНЕНИЕ РАЗРЕЗА КРАСНОЦВЕТНОЙ ФОРМАЦИИ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ БАМНЕТ-НАРОНГ
ПО ДАННЫМ ФОТОГРАММЕТРИИ КЕРНА СКВАЖИН**

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
zayatsyury96@yandex.by*

В настоящее время фотодокументация керна является неотъемлемой частью геологической документации скважин. Но следует обратить внимание, что фотографии керна могут выступать не только как форма отчетной документации, но и сами по себе являться ценным источником данных о геологическом строении породного массива. Определение различных характеристик объектов по их фотоизображениям является предметом изучения научно-технической дисциплины под названием фотограмметрия.

Фотограмметрический метод в зарубежной литературе уже получил теоретическое обоснование [3], а многие западные геологоразведочные компании, такие, как *British Petroleum*, *Exxon Mobil Corporation*, *Royal Dutch Shell* и др. уже активно применяют его на практике. В Беларуси же он еще не получил широкую известность. В то же время в нашей стране также опубликовано несколько работ, в которых применяется данный метод [1, 2].

Целью данной работы является показать возможность применения фотограмметрии для построения геологического разреза красноцветных толщ. Объектом изучения являются красноцветные надсолевые отложения месторождения калийных солей Бамнет-Наронг, расположенного в Королевстве Таиланд.

Исходными данными при проведении исследования являлись фотографии керна, выполненные в полевых условиях при естественном рассеянном освещении. Разрешение фотографий примерно 4000 X 2500 пикселей. При длине стандартного ящика керна в 1 м мы имеем ситуацию, когда фотографии отражают характеристики керна с точностью 0,25 мм/пк. Для удобства работы предварительно фотографии были обрезаны и уменьшены до ширины в 1000 пикселей. Таким образом, разрешение исходных фотографий, использованных для фотограмметрии, составила 1 мм/пк.

Расчленение разреза по фотографиям керна было выполнено через построение диаграмм цветности, аналогичных кривым, получаемым при ГИС.

Для построения диаграмм цветности был использован тот факт, что информация о цвете на компьютере передается с использованием различных моделей цвета, в которых все цвета заключены в некотором пространстве, а каждый конкретный цвет можно получить из этого пространства по 3-м координатам. В модели *RGB*, например, таким пространством является цветовой куб, а координатами – яркости компонентов *R (Red)*, *G (Green)* и *B (Blue)*. Таким образом, если записать для каждого пикселя вниз по разрезу ход этих 3-х параметров, то получатся диаграммы цветности. Кроме того, используя данные *RGB*, можно рассчитать цветовые характеристики, применяемые в других моделях цвета, например, интенсивность цвета – параметр из модели *HSI (Hue – тон, Saturation – насыщенность, Intensity – интенсивность)*. Считается, что характеристики модели *HSI* ближе к человеческому восприятию цвета.

Имея диаграммы цветности, их можно анализировать теми же методами, которые используются для анализа геофизических кривых: по разнице в абсолютных значениях, частоте изменения параметра или характерной форме пиков выделять и коррелировать между собой отдельные слои геологического разреза. Также можно продолжить обработку, проведя статистический анализ этих данных, который может помочь в расчленении разреза. В данной работе, например, используя скользящее окно в 7 пикселей, был построен график хода среднеквадратического отклонения. Данный график дает пик, когда в окно попадают слои с различными цветовыми характеристиками, что позволяет точнее отследить границы слоев.

Отдельно стоит обратить внимание на разрешение такого подхода. Как было сказано выше, фотографии представляют данные о цвете керна с разрешением 1 мм/пк, что существенно выше, чем у традиционных геофизических методов, разрешение которых обычно составляет порядка 0,25 м.

Для выполнения фотограмметрического анализа использовалось приложение *Project1* (рисунок 1), разработанное мною совместно с научным руководителем специально для данного исследования.

Данное приложение позволяет для фотографии длиной в 1000 пикселей, выполнять оцифровку цветности, записывая в текстовый файл цветовые параметры моделей *HSI* и *RGB*. Параметр *I* сразу выводится на экран в виде графика, а остальные можно записать в *txt*-файл (аналог *las*-файлов в геофизике).

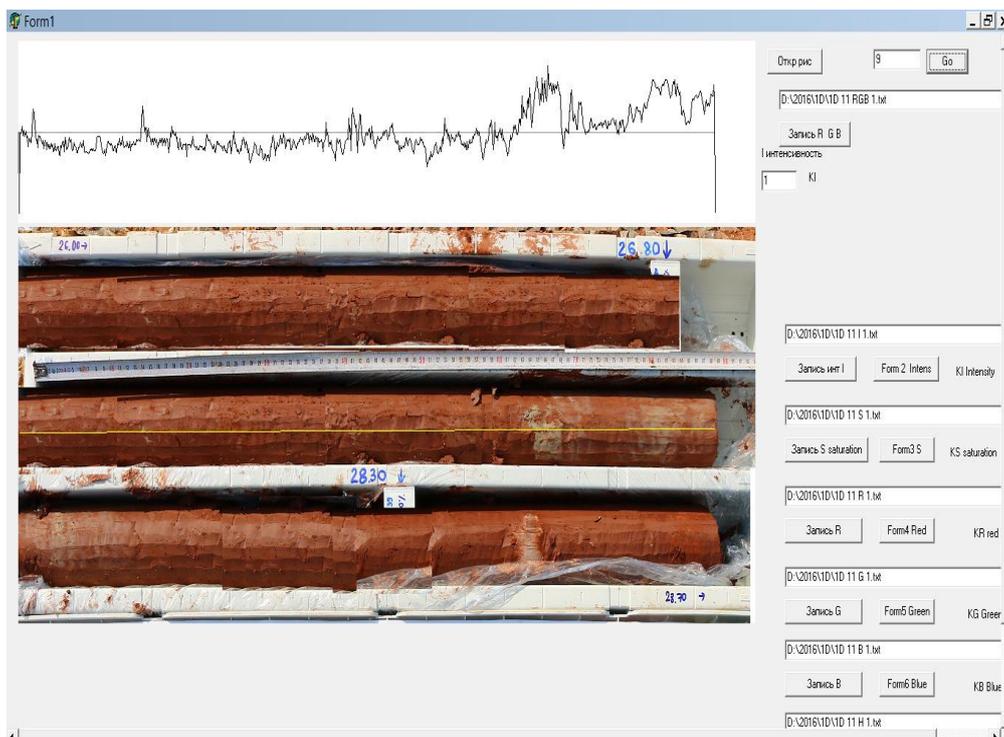


Рисунок 1 – Скриншот приложения для фотограмметрического анализа керна скважин

Для расчета среднеквадратического отклонения было разработано приложение *GraphBuilder*, которое позволяет, загрузив в него текстовый файл со значениями *RGB* и глубинами, визуализировать эту информацию в виде графика интенсивности графика среднеквадратического отклонения.

В качестве примера получаемых диаграмм рассмотрим интервал глубин 26,8 – 27,8 м в разрезе скважины 2е (рисунок 2). На рисунке 2 видно, что породы, отличные от преобладающих красноцветных, хорошо выражены на графиках. Вообще, различия цвета этих пород заметны и невооруженным глазом, однако применяемый подход позволяет получать количественные характеристики цветности, которые могут быть использованы для дальнейших расчетов. Так, на графике видно, что породы, воспринимаемые невооруженным глазом как одноцветные, тоже имеют определенные внутренние неоднородности, которые могут быть выделены и интерпретированы как внутренняя слоистость.

На графиках рисунка 2 проведены 2 линии, равные среднему значению параметра, иллюстрируемого соответствующим графиком. Это позволяет выделять отклонения от среднего, используемые для расчленения и корреляции разрезов. В основном массиве красноцветной породы отмечаются пики интенсивности, которые по модулю значительно выше среднего значения. Поскольку аналогичные пики характеризуют серую породу в нижней части разреза, то можно предположить, что эти пики дают вкрапления той же породы. Эти вкрапления уже малозаметны невооруженным глазом и могут быть пропущены при беглом осмотре фотографий, на графике же они хорошо прослеживаются.

Наряду со структурно-текстурными характеристиками породы, цвет является одним из важнейших геологических признаков диагностики пород в полевых условиях. Методы цифровой литостратиграфии позволяют проводить количественный анализ условий формирования осадочных формаций, в том числе и красноцветных.

Несомненно, данный подход обладает существенными ограничениями, связанными с тем, что в зависимости от примесей минералов-хромофоров одна и та же порода

может иметь существенные различия в цвете на разных месторождениях, однако в пределах данного месторождения цветность пород хорошо выдерживается, что является типоморфным признаком условий формирования данной породы.

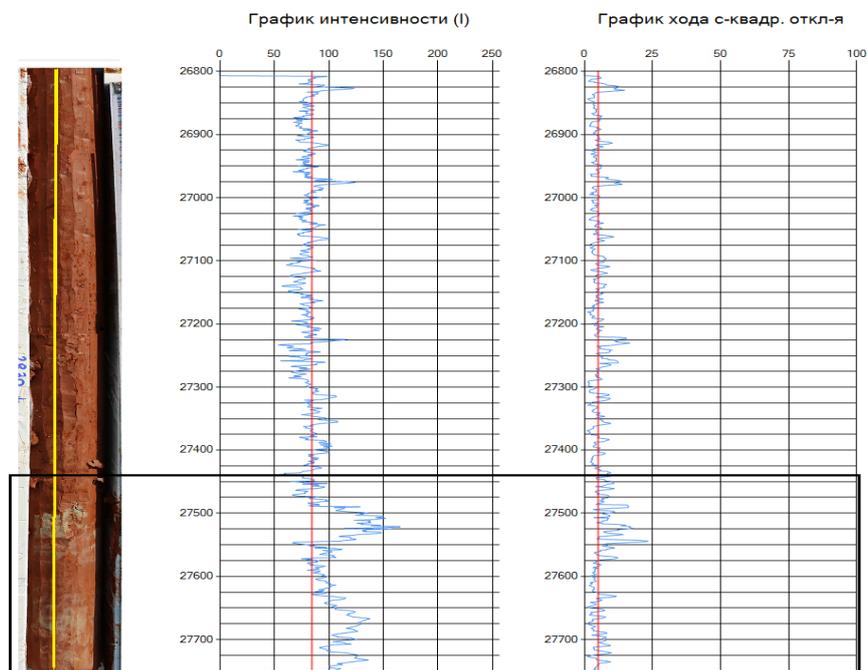


График 1 – цветовая диаграмма интенсивности. График 2 – среднеквадратическое отклонение интенсивности по разрезу для окна 7 пикселей

Рисунок 2 – Участок разреза скважины 2е в интервале глубин 26,8 – 27,8 м. Красноцветные теригенные породы

Предложенная в данной работе методика фотограмметрического анализа позволяет получить новый тип геологических данных – диаграммы цветности. На данных диаграммах хорошо различимы породы разной цветности даже в тонких прослоях, возможно установление ритмичности осадконакопления. Эти особенности метода (составляют основу цифровой литостратиграфии, позволяющей использовать математическую обработку для анализа процессов осадконакопления.

Список литературы

1 Самодуров, В.П. Структура, состав и ритмичность формирования первого калийного горизонта Старобинского месторождения калийных солей по данным цифрового анализа керна скважин / В.П. Самодуров, В.Э. Кутырло, В.А. Витовец //Актуальные вопросы инженерной геологии, гидрогеологии и рационального недропользования: материалы IX ун-в. геол. чтений (Минск, 3 апреля 2015 г.). – С. 130–133.

2 Самодуров, В.П. Ритмичность надсолевой верхнедевонской толщи Петриковского месторождения калийных солей по данным фотограмметрии керна скважин / В.П. Самодуров, В.Э. Кутырло // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2018. – №1. – С.53–63.

3 Elligton Chromastratigraphy Services [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ellingtongeologic.com/chromastratigraphy.html>. – Дата доступа : 22.10.2018.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОМОРФОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ

Ю.А. АБРАМЧУК, В.Н. ЗУЕВ

О НЕКОТОРЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ОЗЕРА СОМИНСКОЕ (ИВАЦЕВИЧСКИЙ РАЙОН)

*УО «Барановичский государственный университет»,
г. Барановичи, Республика Беларусь,
1998yurec@mail.ru, wald_k@rambler.ru*

Озеро Соминское (рисунок 1) находится в Ивацевичском районе Брестской области Республики Беларусь, в бассейне реки Ясельда, в границах Ясельдско-Щарского ландшафтного района плосковолнистых озерно-болотных и плоских озерно-аллювиальных ландшафтов Полесской провинции аллювиальных террасированных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов. На западном берегу озера находится деревня Сомино, в которой проживает около 300 человек.



Рисунок 1 – Вид озера Соминского с западного берега

Уникальность озера заключается в том, что, во-первых, карстового происхождения, во-вторых, оно является самым глубоким (33,5 м) в Брестской области [1].

Площадь озера – 0,46 кв.км (по классификации П.В. Иванова относится к очень малым, по классификации Г.А.Максимовича относится к VI-му классу карстовых озер), длина – 0,92 км, наибольшая ширина – 0,65 км. Максимальная глубина составляет 33,5 м, что позволяет на основании классификации Г.А.Максимовича отнести его к глубоким. Средняя глубина – 6,4 м. Склоны котловины высотой до 2 м, под кустарником. Берега низкие, поросшие тростником, рогозом. Мелководье обширное. Дно до глубины 10 м высланы песком, ниже – сапропелем. Объем воды – 2,94 млн.куб.м [2].

На севере в озеро впадает небольшой ручей, на юге вытекающим канализованным ручьем озеро связано с обширной системой мелиоративных каналов.

Средние высоты рельефа бассейна озера – 151 – 153 м.

На рисунке 2 показано строение котловины озера (по данным Б.Власова), отражающее исследования, проведенные в 1970-1980-х гг [5].

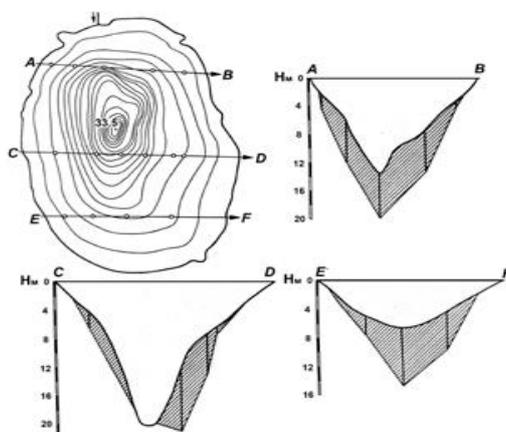


Рисунок 2 – Озеро Соминское: карта глубин и профиль дна

Карстовые озера Беларуси приурочены к низинной территории зоны Полесий Восточно-Европейской равнины и образуют так называемый Полесский озерно-карстовый пояс, протянувшийся от Польши до среднего Поволжья и далее. Возникновение карстовых озер связано с наличием в Полесской низменности, Предполесье и на отдельных частях центральной Беларуси карстующих пород мелового возраста, перекрытых маломощным (менее 50 м) чехлом четвертичных осадочных пород. Формировались котловины современных озер в связи с активизацией движения восходящих потоков подземных вод в конце плейстоцена [3].

Авторами на протяжении 2017 – 2018 гг проводилось изучение уровня воды озера. Для этого на северо-западном берегу озера, на свае деревянного мостика была закреплена мерная линейка, по которой один раз в месяц (в первые числа месяца) проводилась фиксация уровня воды в озере. Результаты измерения уровня воды в озере показаны на рисунке 3. За 0 принимался уровень воды, отмеченный в октябре 2018 года.

Как видно из графика, на протяжении 22 месяцев 2017-2018 гг. наблюдалось отчетливое падение уровня воды в озере.

Для работы использовался многопараметрический прибор *HORIBA U-52*, позволяющий измерять такие параметры, как температуру воды (в °С), *pH*, электропроводность (в мС), мутность (*NTU*), содержание растворенного кислорода (мг/л). Измерения могут производиться на диапазоне глубин до 30 метров, что связано с длиной кабеля, соединяющего измерительный зонд и блок управления.

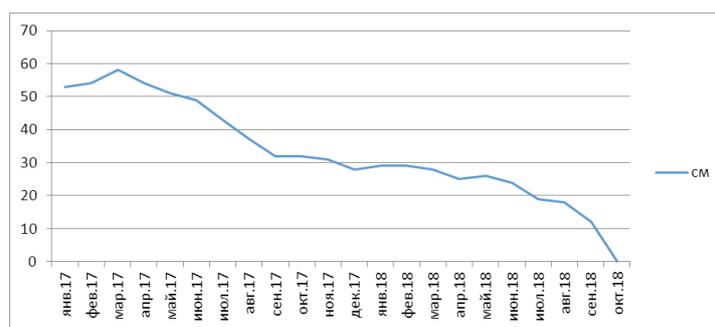


Рисунок 3 – Уровень воды в озере Соминское в 2017–2018 гг.

Измерения проводились в четырех точках озера (рисунок 4).

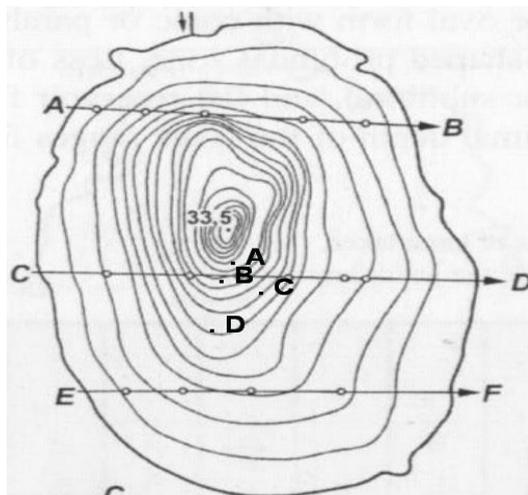


Рисунок 4 – Размещение точек измерения (А – глубина 24 м, В – глубина 18 м, С – глубина 15 м, D – глубина 12 м)

Изучение вертикального распределения температуры в озере Соминское было начато в октябре 2018 года.

Результаты измерений показаны на рисунке 5.

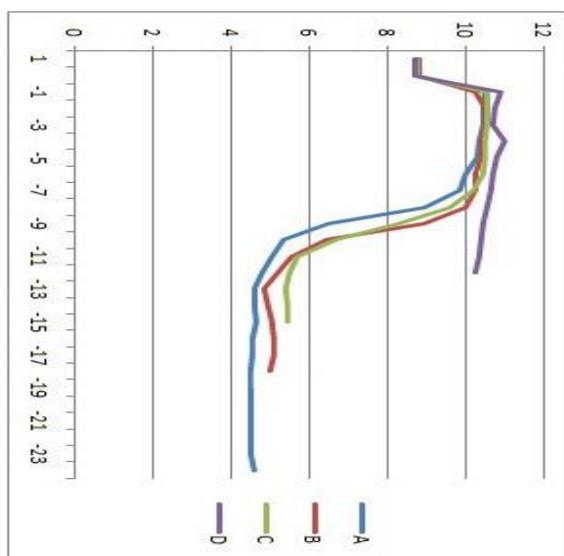


Рисунок 5 – Вертикальное распределение температуры в озере Соминское в точках измерения в октябре 2018 г.

Четко заметен термоклин на глубинах 8 – 9 метров, который не прослеживается в точке D – более мелководной части озера.

Термоклин является эффективным барьером для перемешивания между эпилимнионом и гипolimнионом из-за резких градиентов температур. В итоге озеро представляет собой динамически устойчивую систему.

Показатели рН воды варьируют в разных точках измерения и на разной глубине в диапазоне 6,73 – 8,12. Отмечено уменьшение рН с увеличением глубины в точке А с 8,12 на поверхности до 7,37 в зоне термоклина и до 7,43 на глубине 24 метра, в точке В – с 7,78 на поверхности до 7,05 в зоне термоклина и до 7,26 на глубине 18 метров, в

точке С – с 7,82 на поверхности до 6,92 в зоне термоклина и до 7,30 на глубине 15 метров, в точке D – в диапазоне 7,56 – 7,99.

Показатели электропроводности на разной глубине в точках измерения составили 0,216 – 0,261 *mS*.

Показатели мутности составили от 1,8 – 1,9 *NTU* на глубине 1 м до резкого возрастания мутности в придонном слое (395 на глубине 24 м в точке А, 314 на глубине 18 м в точке В, 471 на глубине 15 м в точке С).

Содержание растворенного кислорода в эпилимнионе составило 5,94 – 15,31 мг/л, в гипolimнионе – 1,20 – 3,23 мг/л. Интерес представляет возрастание содержания кислорода в точке А на глубине с 20 метров – здесь зафиксирована концентрация растворенного кислорода 5,02 – 7,58 мг/л, что требует дальнейшего изучения факта и его объяснения.

Планируется проведение измерений в зимний, весенний и летний периоды 2018 года для получения полной картины термического режима этого озера.

Работа выполнена в рамках проекта ЭКОО «Неруш» «Предотвращение загрязнения природных водоемов через просвещение общественности и специалистов» ССВ16:288.

Список литературы

1 Блакітная кніга Беларусі: энцыклапедыя / рэдкал.: Н.А. Дзісько [і інш.]. – Мн.: БелЭн, 1994. – 415 с.

2 Власов, Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси : геоэкологическое состояние, изменения и прогноз. / Б.П. Власов. – Мн.: БГУ, 2004. – 207 с.

3 Ступишин, А. В. Полесский озерно-карстовый пояс Русской равнины / А. В. Ступишин, Н. Н. Лаптева // Карст Нечерноземья. – Пермь, 1980. – С. 41–42.

4 Якушко, О.Ф. География озер Белоруссии. / О.Ф. Якушко. – Минск: Вышэйш. школа, 1967. – 214 с.

5 Vlasov, B. Natural properties of Karst lakes in Belarus / B. Vlasov // Lakes and artificial water reservoirs – functioning, revitalization and protection. – Cosnowiec, 2005. – Pp. 249–255.

С.В. АНДРУШКО

ЛАНДШАФТНЫЙ ФАКТОР РАЗМЕЩЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА И РАННЕГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ НА ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
Гомельский отдел ОО «Белорусское географическое общество»
г. Гомель, Республика Беларусь
sandrushko@list.ru*

Ландшафтный фактор в значительной степени определяет особенности организации системы расселения. В свою очередь первые существенные преобразования ландшафтов юго-востока Беларуси связаны именно с появлением на изучаемой территории постоянных поселений-городищ в железном веке (1 тысячелетие до н.э.) и раннем средневековье. Для определения особенностей размещения памятников археологических культур на территории юго-востока Беларуси был проведен анализ сети расселения в связи с особенностями ландшафтной структуры территории (на уровне родов и групп родов ландшафтов), абсолютной высотой рельефа и расстоянием до рек в историческом аспекте.

Памятники археологических культур на территории юго-востока Беларуси представлены остатками поселений (городища и селища) и захоронений (грунтовые и курганные). Наибольшую численность археологических памятников на исследуемой территории имеют четыре археологические культуры: Милоградская, Зарубинецкая, Киевская и Колочинская [1, 2, 3]. Особенности размещения археологических

памятников изучались в пределах родов природных ландшафтов на территории юго-востока Республики Беларусь на общей площади 8 871 км². Всего было изучено расположение 130 памятников четырех археологических культур. Средняя плотность памятников на территории – 1,465 на 100 км².

На первом этапе (железный век) характерно распространение племен милоградской археологической культуры (7 в. до н.э. – 1 в. н.э.), оставившей после себя многочисленные следы – городища, селища, курганы. Основным тип поселений первого периода – городища, по условиям расположения выделяются мысовые, расположенные на высоких берегах рек, на высоте 10 – 20 м от уровня поймы, и болотные, располагавшиеся на расстоянии 3-5 км от берегов рек на равнинной местности среди болотных массивов [1, 6]. Площадь большинства поселений составляет 2 – 10 тысяч м². Городища милоградской культуры обнаружены вблизи современных населенных пунктов: Горваль, Милоград, Речица, Борхов (7 – 3 вв. до н.э.), Колочин, Горошков (4-1 вв. до н.э.), Ченки, Хальч, Светиловичи и др.

В I тысячелетии н.э. (2 этап) на территории распространены поселения зарубинецкой, киевской и колочинской археологической культур. Многие из них занимали места милоградской культуры (перекрывают милоградские слои). Городища зарубинецкой культуры (1 в. н.э. – 8 в. н.э.) расположены вблизи современных населенных пунктов Горваль, Глыбов, Лоев, Колочин, Заспа, Хальч, Светиловичи и т.д. Поселения киевской культуры – Колочин, Носовичи, Присно, Шерстин; колочинской культуры – Колочин, Носовичи, Демьянки. В ряде мест прослеживается последовательная смена всех упомянутых культур (Гомель, Колочин).

Памятники *Милоградской археологической культуры* (7 в. до н.э. – 1 в. н.э.) наиболее многочисленны в регионе – 79 из 130. Представлены укрепленными и неукрепленными поселениями, которые располагались на высоких берегах крупных рек (Днепр, Сож) и на равнинных песчаных участках Полесской низменности. Как правило, поселения окружались единичными укреплениями в виде земляного вала и рва с внешней стороны. Сегодня реальные размеры остатков укреплений составляют 10 – 12 м (реже 16 м) – ширина основания, и 1,5 – 2 м в высоту (в отдельных случаях до 3 м). Ров имел ширину 3 – 5 м и глубину около метра. Культурный слой на территории этих памятников составляет 0,4 – 0,6 м, насыщенность предметами материальной культуры невысокая. В целом эта категория памятников является наиболее изученной. Остатки строений и предметов обихода найдены на таких памятниках, как Борхов, Горошков, Милоград, Мохов 1, Мохов 2, Липняки, Любны, Уваровичи, Чаплин. Наибольшая плотность поселений Милоградской культуры в Речицком и Лоевском районах, где они компактно размещены на правом берегу реки Днепр, оставшиеся поселения дисперсно размещаются по территории других районов, так же тяготеют к берегам рек.

Памятники *Зарубинецкой культуры* (3–2 в. до н.э. – 2 в. н.э.) распространены на достаточно большой территории, в пределах верхнего течения Днепра, в исследуемом районе находится только 29 остатков поселений. Размещаются поселения этой культуры на краях речных террас и на природных возвышенностях в поймах рек. Более половины из них размещались на милоградских городищах, которые предшествовали этой культуре. Характерной чертой является концентрация 3-5 памятников вокруг одного центра, что свидетельствует об особенностях социальной организации общества.

Наименьшее распространение на исследуемой территории имеют памятники Киевской и Колочинской археологической культур – по 11 остатков поселений. *Памятники Киевской культуры* (Познезарубинецкая, 2 – 5 в. н.э.) представлены в основном неукрепленными поселениями, которые размещались на невысоких возвышенностях в пойме и на надпойменных террасах на расстоянии 1 – 2 км друг от

друга, образуя скопления. Средняя площадь поселений 1 – 2 га, культурный слой небольшой толщины – 0,3 – 0,4 м, часто распаханый.

Большая часть *памятников Колочинской культуры* (5–7 в. н.э.) размещалась на пониженных участках надпойменных террас, и реже на останцах в речных поймах. Размер поселений небольшой – до 0,7 га, расположенные в нижнем течении Сожа: на реках Уть и Покоть. Небольшие размеры и небогатый культурный слой свидетельствуют о недолговременном характере этих поселений. Вторая группа поселений, значительно меньше по численности и отличается большими размерами (1,5 – 2 га), расположены значительно выше над уровнем воды, мощность культурного слоя составляет 0,5 – 1 м, и распространяется на несколько сотен метров вдоль края береговых террас (Хальч на р. Сож).

Размещение поселений и ландшафтная структура на уровне родов. Всего в модельном районе представлено шесть родов ландшафтов. Наиболее высокую общую плотность имеет моренно-зандровые и вторичные водно-ледниковые ландшафты (таблица 1).

На территории моренно-зандровых ландшафтов находятся 56 % всех исследуемых поселений, в их число входят крупнейшие городища древних археологических культур (Горошков, Горваль, Милоград, Колочин, Городок, Мохов, Новоселки, Железники, Светиловичи и др.). В размещении поселений отмечается локализация населенных пунктов по берегам рек Днепр, Сож, Беседь. Плотность поселений в моренно-зандровом ландшафте выше, чем в других ландшафтах. На 1 этапе она составляла 1,28; на 2 этапе – 1,06 поселения на 100 км².

Таблица 1 – Плотность размещения поселений в родах ландшафтов (поселений на 100 км²)

Рода ландшафтов	1 этап	2 этап	Все объекты
Моренно-зандровые	1,28	1,05	2,3
Вторичные водно-ледниковые	0,59	0,1	0,6
Аллювиальные террасированные	0,46	0,08	0,5
Пойменные	0,25	1,16	1,4
Вторично-моренные	-	-	-
Озерно-болотные	0,17	-	0,1
Весь район	0,61	0,46	1

Примечание: I – поселения I этапа (железный век); II – поселения второго этапа (ранее средневековье).

Для вторичных водно-ледниковых ландшафтов характерна незначительная плотность поселений – 0,6 первый этап и 0,1 2-й этап. Здесь представлены в основном городища милоградской археологической культуры (Липняки, Ястребка, Щитцы, Черетянка, Уть, Рудня-Прибытковская), размещение которых тяготеет к рекам.

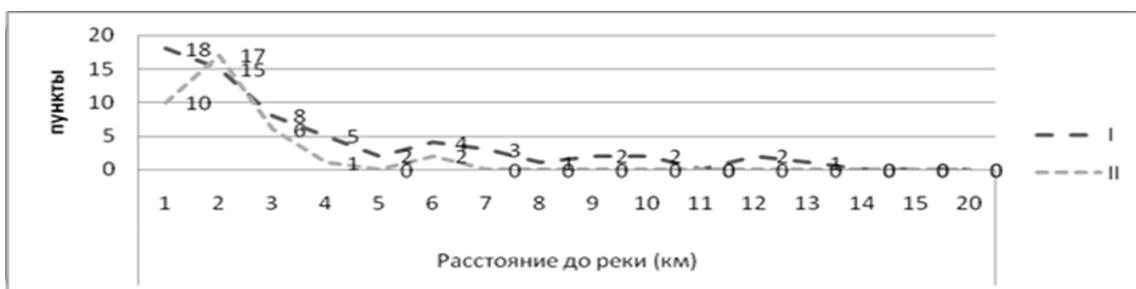
Пойменные ландшафты размещены на территории неравномерно, линейно пересекают весь район исследования. Наибольшая плотность отмечена на 2 этапе (1,1 поселения на 100 км²) и минимальная на первом этапе – 0,3. Здесь размещены городища археологических культур: милоградской – Терешковичи, Скиток, Добруш, Вылево, Прудок-Касельский, Новоселки и др.; и поселения других культур – Любны, Новоселки, Демьянки и др.

На территории вторично-моренного ландшафта поселения появляются на более поздних этапах. Для озерно-болотного ландшафта характерна малая плотность поселений (0,17 поселения на 100 км²).

Размещение поселений и ландшафтная структура на уровне групп родов ландшафтов. На территории модельного района находится 2 группы родов ландшафтов – средневысотные и низменные, занимающие приблизительно одинаковые площади (49,7 % и 50,3 % соответственно). Величины плотности поселений существенно отличаются, так средняя суммарная плотность в средневысотных ландшафтах – 1,42, а в низменных – 0,77 поселений на 100 км².

Для средневысотных ландшафтов характерно незначительное снижение плотности поселений на 2 этапе (до 0,5), после несколько большей величины на первом этапе (0,8). Для низменных ландшафтов так же характерно большее снижение плотности на 2 этапе (до 0,24). В целом для средневысотных ландшафтов характерны большие величины суммарной плотности и плотности по периодам по сравнению с низменными ландшафтами.

Распределение поселений в зависимости от расстояния до реки. Для характеристики особенностей размещения поселений модельного района были определены расстояния местоположений всех населенных пунктов до рек (рисунок 1). В целом 82,2 % всех пунктов находится на расстоянии до 3 км до рек, а 96,6 % в пределах до 10 км от рек.



Примечание: I – поселения I этапа (железный век); II – поселения второго этапа (ранее средневековье)

Рисунок 1- Распределение поселений зависимости от расстояния до реки

Существуют особенности в распределении местоположений пунктов по рассматриваемым этапам. Поселения милоградской культуры располагаются в пределах до 13 км до рек, причем 65 % в пределах 3 км. Больше всего стоянок (18 шт.) размещено на расстоянии до 1 км (Милоград, Глыбов, Прибор, Рудня-Телешовская, Уза, Скиток, Ченки, Гомель, Уть, Добруш, Любны, Ветка, Хальч, Новосеки и др.). На расстоянии до 2 км расположены Горваль, Речица, Колочин, Мохов, Терешковичи, Вылево, Хальч (всего 15 пунктов). На удалении более 3 км от рек располагаются поселения Горошков, Заспа, Луначарск, Брегидов, Копань, Борхов, Иваки, Крупец и др. (всего 22 пункта). На наибольшем удалении (более 10 км от рек) расположены поселения Октябрь, Будка-Шибенка и Храбрый.

Для поселений второго этапа характерно наименьшая удаленность от рек – до 6 км. А 75 % пунктов расположены в пределах до 2 км. Это стоянки Горваль, Милоград,

Глыбов, Колочин, Лоев, Любны, Поколюбичи, Вылево, Ветка, Новоселки, Гомель, Носовичи и др. Далее 2 км расположены поселения Черное, Горошков, Заспа, Луначарск, Чаплин, Мохов, Присно, Колочин (всего 9 пунктов). На наибольшем удалении располагаются городища Горошков, Заспа и Присно (более 3 км).

Таким образом, поселения древних археологических культур тяготеют в своем размещении к крупным рекам, располагаясь на надпойменных террасах и высоких коренных берегах.

Распределение поселений в зависимости от абсолютных высот рельефа. Особенности размещения поселений так же отражает показатель высоты пунктов над уровнем моря. Для поселений первого этапа характерно размещение поселений в пределах высот 121-130 м, это наиболее крупные и изученные городища этого периода: Глыбов, Речица, Горошков, Храбрый, Чаплин, Городок, Рудня-Каменева, Черное, Прибор, Черетянка, Гомель, Добруш, Прудок-Касельский, Любны, Ветка и др (всего 39).

На самом низком уровне (110-120 м) располагаются поселения Заспа, Луначарск, Колочин, Рудня-Маримонова, Копань, Гиров, Уза, Терешковичи, Скиток и Ченки. На наибольших высотах находятся стоянки Будка-Шибенка, Иваки, Крупец и Уть, а самую высокую отметку в представленном периоде занимает городище Ленино (160 м).

Из поселений второго этапа 47,2 % (17 шт.) на высоте 121 – 130 м расположены: Милоград, Глыбов, Черное, Горошков, Мохов, Лоев, Ветка, Юрковичи, Светиловичи, Гомель, Калиновка (Телеши), Новые Громыки. 9 городищ занимают наиболее низкие уровни: Заспа, Луначарск, Колочин, Деражичи (110 м), Поколюбичи, Однополье, Колочин, и только три городища расположены в интервале высот 141-150 – Вылево, Демьянки и Демьянки-2. Таким образом, наиболее предпочтительные высоты для освоения – 121 – 140 м. За ними следуют отметки 110 – 120 м.

Таким образом, в ходе анализа установлено:

1. Имеет место влияние на размещение населенных пунктов ландшафтной структуры на уровне подродов, родов и групп родов. Наибольшая плотность поселений характерна для моренно-зандрового ландшафта;

2. Важным фактором распределения поселений является рельеф (абсолютные отметки). Наибольшее количество поселений приходится на интервал высот 120 – 130 м (61,5 % на 1-м этапе, 47,2 % на 2-м этапе);

3. Значительную роль в размещении поселений играет расстояние до реки. Во всех рассматриваемых периодах большая часть поселений размещается на расстоянии до 2 км от реки (1 этап – 52,3 %; 2 этап – 74,9 %). Лишь незначительная часть поселений удалена от реки на расстояние более 10 км (1 этап – 4,6%; 2 этап – 0 %).

Список литературы

1 Археалогія Беларусі. У 4-х тамах. Т. 2. Жалезны век і раньне сярэдневечча / А.А. Егарэйчанка [і інш]. Пад рэд. В.І. Шадыры, В.С. Вяргей. – Мн.: Беларуская навука. 1999. – 502 с.

2 Гарады і вескі Беларусі: Энцыклапедыя. Т. 1 кн. 1 Гомельская вобласць / С.В. Марцэлеу; Рэдкал.: Г.П. Пашкоу (гал. рэд.) і інш. – Мн. : БелЭн, 2004. – 632 с.

3 Гарады і вескі Беларусі: Энцыклапедыя. Т. 2 кн. 2 Гомельская вобласць / С.В. Марцэлеу; Рэдкал.: Г.П. Пашкоу (гал. рэд.) і інш. – Мн.:БелЭн, 2004. – 520 с.

4 Загоркульский, Э.М. Археология Белоруссии / Э.М. Загоркульский. – Мн.: Высшая школа, 1962. – 225 с.

5 Калечиц, Е.Г. Первоначальное заселение территории Белоруссии / Е.Г. Калечиц, под ред. Б.Н. Гурского. – Мн.: Наука и техника, 1984. – 159 с.

6 Очерки по археологии Белоруссии Ч. 1 Под ред . В.Ф. Исаенко [и др.] – Мн. Наука и техника, 1970. – 272 с.

7 Очерки по археологии Белоруссии Ч. 2 Под ред . В.Ф. Исаенко [и др.] – Мн. Наука и техника, 1972. – 248 с.

А.В. БОВКУНОВИЧ

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА БЕЛАРУСИ ЗА 1980–2016 ГОДЫ

*УО «Брестский государственный университет им.А. С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь
banka252550@gmail.com*

Климатические условия всегда определяли направления сельскохозяйственного освоения территории, они влияют на направления развития промышленного производства, причем не только отраслей, связанных напрямую с обеспечением потребностей человека в пище (пищевая промышленность), одежде (легкая), жилье (строительство), отдыхе (рекреация), но и энергетики, добывающей, тяжелой промышленности.

Климат претерпевал и претерпевает эволюцию, обусловленную эволюцией Земли. Он подвержен многолетним колебаниям – ритмичности, связанной с внешними по отношению к Земле факторами. Ритмичность климата проявляется в постоянном похолодании или потеплении, иссушении или увлажнении, которые, сменяя друг друга, повторяются через определенный момент времени. Сейчас говорят о глобальном потеплении климата. Основанием для подобных утверждений являются многолетние регулярные наблюдения, которые проводятся на метеорологических станциях, расположенных во всех уголках земного шара.

Быстрое развитие технического оснащения в настоящее время снижает степень зависимости человека от климата. Одновременно, само человеческое общество, активизируя свою производственную деятельность, выступает как климатообразующий фактор. Таким образом, можно считать, что климат сегодня стимулирует развитие новых направлений в науке и технике, т.е. способствует научному и техническому прогрессу.

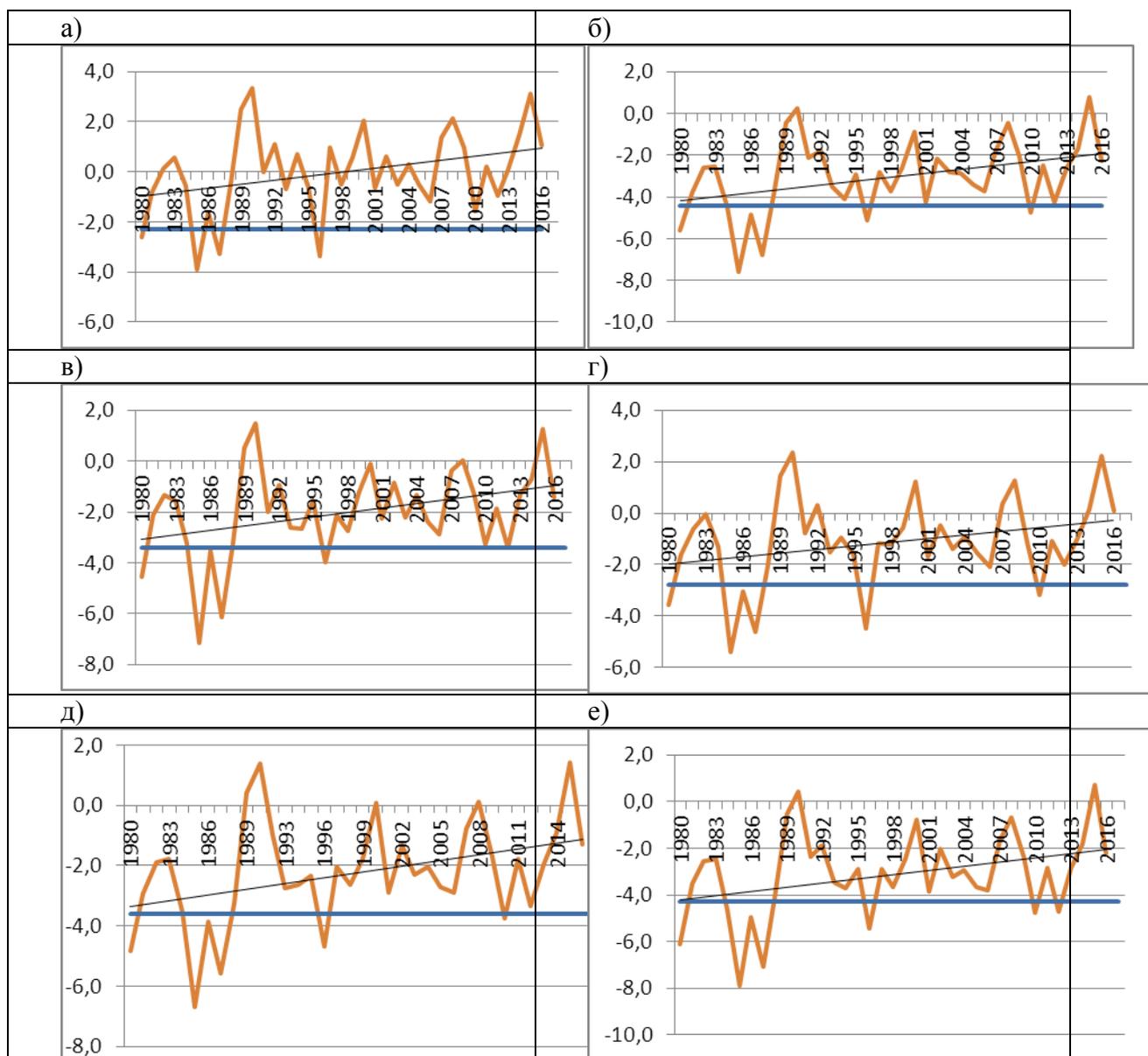
Целью исследования является выявление пространственно-временных изменений атмосферных осадков и температуры воздуха холодного периода на территории Беларуси за последние 30 лет.

Исходными данными послужили материалы Государственного учреждения «Брестский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»: среднемесячные температуры воздуха и среднемесячные осадки за 1980–2016 гг. по шести метеостанциям Беларуси (Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Минск и Могилев).

Зима в климатологии – период с отрицательными средними суточными температурами воздуха [1]. Она начинается со второй декады ноября и продолжается в среднем до последней декады марта, поэтому в исследовании анализируются среднемесячные температуры воздуха и суммы осадков с ноября по март, включительно.

Анализ температурного режима холодного периода показал, что температура в последние 36 лет увеличивается по всей территории Беларуси (рисунок 1). Потепление, не имеющее себе равных по продолжительности и интенсивности, началось теплым 1988 г. и последовавшим резким повышением температуры зимой 1989 г. Средняя температура января и февраля этого года превысила норму на 7 – 7,5 °С, а марта на 3 – 5 °С. В целом этот год оказался самым теплым за столетний период, превысив норму почти на 2,0 °С [2]. Самые «теплые» зимы были зарегистрированы в 1989 – 1990, 1992 – 1993, 1994 – 1995, 1997 – 1998, 1999 – 2000, 2000 – 2001, 2006 – 2007, 2007 – 2008 гг. В 1990 г. в январе–марте средняя по республике температура воздуха была на 6 – 8,5 °С выше обычного. Самые «холодные» годы регистрировались в 1984 – 1985, 1986 – 1987, 1995 – 1996, 2009 – 2010, 2011 – 2012 гг. В 1996 г. среднегодовая температура воздуха по Беларуси была на 0,4 °С ниже нормы.

В среднем для осадков на территории республики в период исследования не наблюдалось длительных серий положительных или отрицательных аномалий. По данным академика Н.Ф. Логинова [2, 3] потепление мало отразилось на средней годовой сумме выпадающих осадков в Беларуси, близкими к норме оказались и средние суммы осадков как теплого, так и холодного периодов. В холодный период ниже нормы оказались осадки в Брестской, Могилевской области.



**Рисунок 1 – Динамика средней температуры холодного периода в 1980–2016 гг.:
а– Брест, б – Витебск, в – Гомель, г – Гродно, д– Минск, е – Могилев**

Анализ динамики сумм осадков показал, что за период 1980 – 2016 гг. количество осадков холодного периода увеличиваются, кроме Гродно и Минска (рисунок 2). Сравнение разности осадков на метеостанциях, расположенных в западной и восточной части страны, показало, что больше осадков выпало в западной части. Таким образом, изменение количества осадков на территории Беларуси отличается большей пространственно-временной изменчивостью по сравнению с температурой.

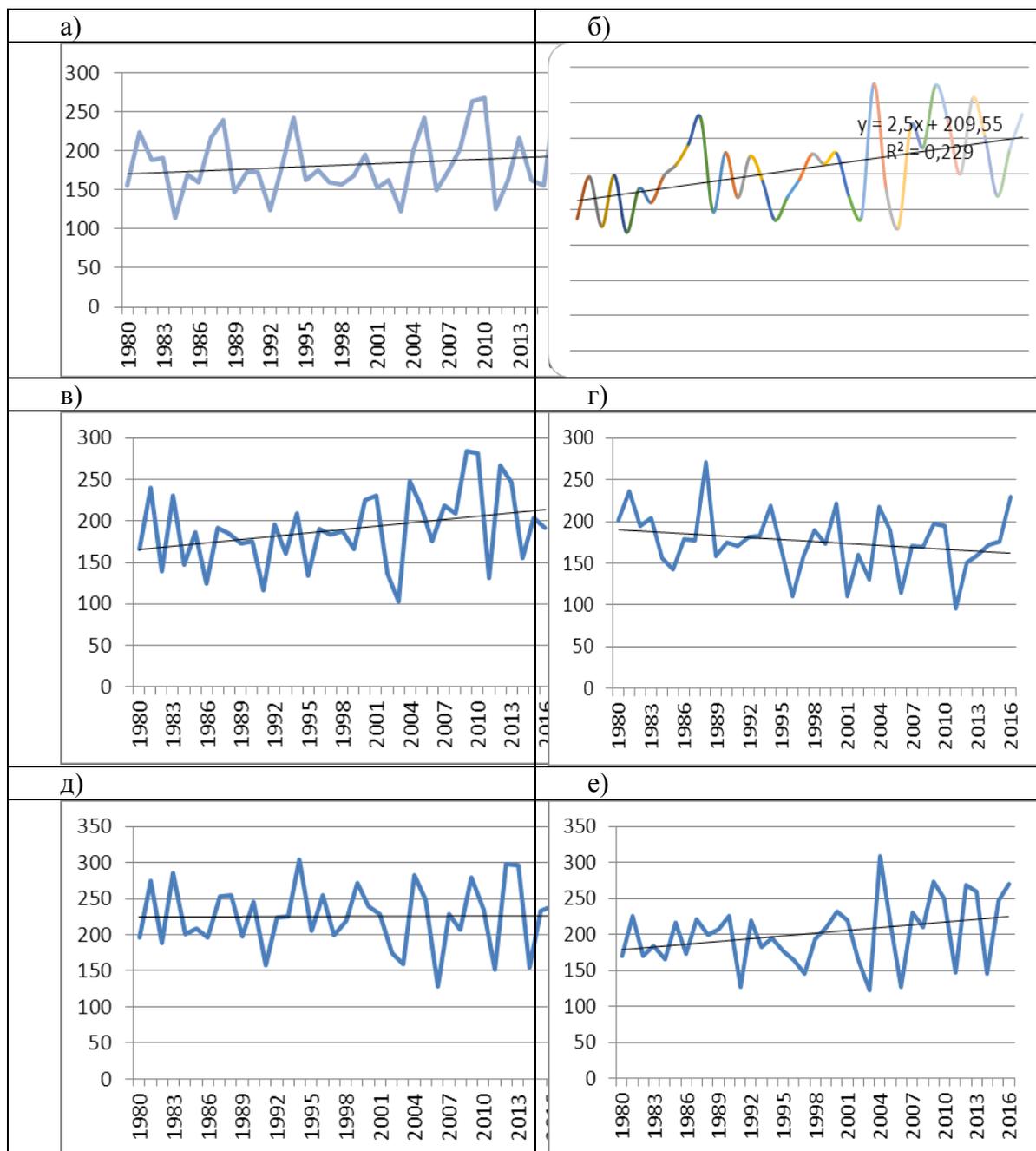


Рисунок 2 – Динамика выпадения осадков холодного периода в 1980–2016 гг.:
а – Брест, б – Витебск, в – Гомель, г – Гродно, д – Минск, е – Могилев

Таким образом, отмеченные выше изменения температурного режима и режима осадков требуют дальнейшего исследования и разработки мер для успешного развития сельского хозяйства, рекреации, санаторно-курортного дела и др.

Список литературы

1. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф.Логинова. – Мн.: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
2. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
3. Логинов, В.Ф. Климатические условия Беларуси за период инструментальных наблюдений / В.Ф. Логинов // Наука и инновации. – 2016. – №9 (163). – С. 25–29.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОШАГОВОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ ОТКРЫТОГО РУСЛА

*УО «Белорусский государственный университет транспорта»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
vostrova@tut.by, alesyashubert@yandex.by, hon_tatyana@mail.ru*

В рамках исследования рассматривается инженерный метод построения кривой свободной поверхности методом Б. А. Бахметева в сравнении с возможностями, использования программы *MathCAD*.

Не сложно заметить, что на современном этапе, сложно найти водный объект, в котором нет следов воздействия человека. Почти в каждом из водоемов имеют место гидротехнические сооружения. Они весьма различны по своему виду, а также и по назначению. Но вместе с тем, очень важно понимать, что, преследуя определенные цели, при возведении данного гидротехнического сооружения (ГТС), нельзя забывать о том, что после изменения естественного состояния водного объекта, можно нанести непоправимый ущерб. По этой и по многим другим причинам гидравлический расчет приобретает важное значение.

Гидравлический расчет открытого русла позволяет определить основные характеристики потоков, рассчитать величину расходов и уровней воды, прогнозировать форму и производить построение линии свободной поверхности, что является необходимым условием расчета параметров для проектирования искусственных каналов, малых мостов и очистных сооружений природных и сточных вод в зависимости от их назначения. Умение произвести расчет линии свободной поверхности потока при помощи методов пошагового интегрирования позволит сократить время при необходимости многовариантного расчета.

Для начала определим некоторые теоритические аспекты инженерного расчета. Гидравлически наивыгоднейшее сечение часто не является экономически наивыгоднейшим. Например, полукруглое отверстие гидравлически выгоднее прямоугольного, но благодаря большей своей стоимости оно не используется при строительстве каналов. На практике наиболее употребительны каналы *трапецидального сечения*. Так и в нашем случае. Расчет будет проводиться в *русле такого типа*. Тип движения в открытом русле неравномерное установившееся.

Неравномерное установившееся движении воды в каналах характеризуется изменением вдоль потока основных его характеристик. Уклоны дна – i_d , свободной поверхности – i_n и гидравлический уклон – i не равны между собой ($i_d \neq i_n \neq i$). Сечение призматического русла не изменяется по длине ($\partial\omega/\partial l = 0$), поэтому площадь живого сечения потока зависит только от глубины – $\omega = f(h)$.

Основной задачей неравномерного установившегося движения воды в каналах является определение глубины в конкретном его сечении или построение линии свободной поверхности на протяжении некоторого участка потока.

Постоянной гидравлической характеристикой потока при неравномерном установившемся движении остается величина расхода Q , м³/с.

Построение кривой свободной поверхности потока, т.е. кривой пересечения вертикальной продольной плоскости со свободной поверхностью потока, представляет большой практический интерес. Построив кривую можно найти глубины воды в канале в различных его сечениях. Зная глубины воды, в зависимости от длины потока, можно

решить вопрос об определении площади вертикального сечения потока и пропускной способности русла.

Неравномерное установившееся движение потока описывается дифференциальным уравнением [2]:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i - \frac{Q^2}{(\omega \cdot C \cdot \sqrt{R})^2}}{1 - \frac{\alpha \cdot Q^2}{g} \cdot \frac{B}{\omega^3}}, \quad (1)$$

где R , м – гидравлический радиус,
 B , м – ширина русла,
 C , м^{1/2}/с – коэффициент Шези.

При решении задачи о построении кривой свободной поверхности методом Б. А. Бахметева расчет удобно разбить на отдельные пункты и пояснить их выполнение.

Для этого необходимо определить нормальную и критическую глубину; критический уклон; относительные глубины; гидравлический показатель русла; относительные глубины; коэффициент пропорциональности; функции Бахметева. Затем рассчитать зависимость между длиной участка и глубинами его ограничивающими, согласно уравнению (1) и построить линию свободной поверхности.

Опишем кратко методику данного расчета:

Определение нормальной глубины наполнения

Нормальная глубина – это глубина, которая при заданном расходе установилась бы в призматическом русле, в случае равномерного движения. Сложность расчета заключается в том, что в правой части уравнения все множители зависят от величины h , поэтому удобно производить расчет нормальной глубины h_0 , м, графоаналитическим способом.

Для этого задаваясь рядом значений h , м (не менее пяти), для каждого из которых определяется расходная характеристика K_i , м³/с, по формуле

$$K_i = \omega_i C_i \sqrt{R_i}. \quad (2)$$

После построения по этим данным графика, легко можно определить величину нормальной глубины. Но нельзя забывать и про контроль правильности вычислений.

Определение критической глубины потока

Критическая глубина зависит от расхода и формы поперечного сечения канала и не зависит от уклона дна. Расчет производится также графоаналитическим способом. После получения ряда значений для различных глубин, подобранных в приемлемом диапазоне строится график по которому и определяется критическая глубина. После чего вновь выполняется проверка правильности расчета.

Определение критического уклона

$h_{кр}$ зависит только от геометрической формы поперечного сечения русла и расхода, но не зависит от уклона дна i и, кроме того, в призматическом русле $h_{кр} = \text{const}$ по всей его длине.

При изучении равномерного движения было установлено, что нормальная глубина зависит от уклона. Тогда, для любого призматического русла при заданном расходе Q можно подобрать такое значение i , при котором нормальная глубина h_0 станет равной $h_{кр}$. Уклон, при котором глубина в канале при равномерном движении становится равной критической, носит название критического уклона.

Величину критического уклона i_k можно определить из формулы Шези:

$$i_k = \frac{Q^2}{\omega_k \cdot C_k^2 \cdot R_k} \quad (3)$$

Если канал имеет уклон дна меньше критического ($i < i_k$), то глубина при равномерном движении (нормальная глубина $-h_0$) $h_0 > h_k$ – имеет место спокойное состояние потока.

Когда уклон больше критического ($i > i_k$), тогда $h_0 < h_k$ – бурное состояние потока. В случае бурного состояния потока существует опасность разрушения канала. В связи с этим, часто проектируют русла с критическим уклоном дна, при этом поток обладает минимальной удельной энергией.

Когда уклон дна меньше критического, поток имеет определенный запас потенциальной энергии (в сравнении с минимальным значением при h_k), которая при определенных условиях может перейти в кинетическую.

Прогнозирование формы свободной поверхности потока. При неравномерном движении формы кривых свободной поверхности отличаются большим разнообразием. Их можно систематизировать по ряду признаков.

В зависимости от изменения глубины вдоль потока наблюдается два вида кривых свободной поверхности: кривые подпора, когда при движении потока происходит увеличение глубины; кривые спада, характеризующиеся уменьшением глубины потока вниз по течению.

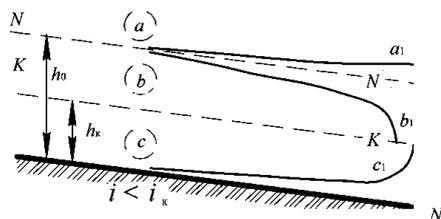


Рисунок 1 – Кривые свободной поверхности при $i < i_k$

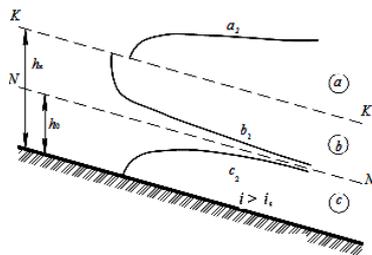


Рисунок 2 – Кривые свободной поверхности при $i > i_k$

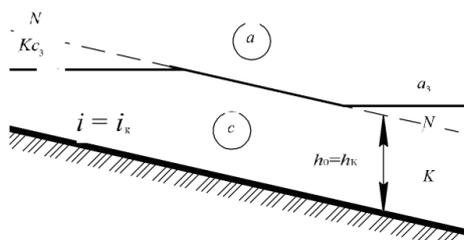


Рисунок 3 – Кривые свободной поверхности при $i = i_k$

Далее произведем расчет гидравлического показателя русла и коэффициента пропорциональности. Гидравлический показатель русла это величина, учитывающая форму, размеры русла, шероховатость дна и стенок.

Как говорилось ранее, неравномерное установившееся движение потока описывается дифференциальным уравнением. Существует много способов интегрирования данного ДУ. Наиболее распространен метод Б.А.Бахметева. После неоднократного интегрирования ДУ им был получен неберущийся интеграл, который разложен в ряд, полученная функция, названа в честь автора. Значения этой функции приведены в [2], где, и не прилагая особых усилий, можно определить ее значения в зависимости от относительных глубин и гидравлического показателя русла. Относительная глубина это отношение глубины в данном сечении к нормальной глубине. Для построения линии свободной поверхности необходимо разбить русло на участки от начальной до конечной глубины. Далее строится кривая свободной поверхности, согласно уравнению

$$l = \frac{h_0}{i} \left(\eta_2 - \eta_1 - (1 - j_{cp}) [B(\eta_2) - B(\eta_1)] \right), \quad (4)$$

где h_0 – нормальная глубина, м;
 i – уклон;
 η_1, η_2 – относительные глубины соответственно в первом и во втором сечениях, м;
 $B(\eta_1), B(\eta_2)$ – функции Бахметева, находится в зависимости от относительных глубин η_1, η_2 и гидравлического показателя русла x [2].

Как видно, данный расчет весьма трудоемкий и требует обширных и знаний и значительного времени для решения. Производя данный расчет необходимо очень точно и грамотно определять основные характеристики потока. В общем случае расчет идентичен для русел с различными ГТС.

Но современные информационные технологии позволяют построить данную кривую за довольно короткий промежуток времени. Построение линии свободной поверхности можно осуществить, используя пакет прикладных программ *MathCAD* с применением метода численного интегрирования (метода Рунге – Кутта).

Методом Рунге – Кутта можно решить основное дифференциальное уравнение неравномерного установившегося движения, используя только заданные характеристики русла водотока и расход воды.

Метод Рунге – Кутта имеет несколько достоинств. Поскольку для вычисления y_{i+1} -го значения функции нужно лишь одно начальное значение y_i , то метод является самостартующим. Выбор величины шага в программе осуществляется автоматически.

Данный метод реализуется в среде *MathCAD* функцией

$$Z = rkfixed(y_0, x_0, x_{end}, N, D), \quad (5)$$

Где $y_0 = y(x_0)$ – начальное значение функции в точке x_0 ;
 x_0 и x_{end} – соответственно значения начала и конца отрезка интегрирования;
 N – количество итераций.

Таким образом, задав начальное значение функции y_0 границы отрезка x_0 и x_{end} число итераций N , получаем координаты точек кривой свободной поверхности. Задавая программе *rkfixed* лишь исходные данные, можно достаточно быстро получить расчет

зависимости глубины от длины русла и кривую указанной зависимости на графике, что позволяет значительно сократить время гидравлического расчета. Но в то же время нельзя производить расчет, не имея представления о сущности поставленной задачи и методов ее решения. Поэтому выполнение расчета вручную необходимо для получения практических инженерных навыков будущего специалиста. В ходе расчетов получены ценные практические знания, изучен принцип и закономерности неравномерного движения воды в открытом призматическом русле, после чего можно осуществлять многовариантные расчеты с применением ЭВМ.

Список литературы

1 Построение линии свободной поверхности при неравномерном установившемся движении воды: учеб.-метод. пособие / Р. Н. Вострова, О. К. Новикова, А.М.Ратникова ; М-во транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 43 с.

2 Киселев, П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П.Г. Киселев. – Л.: 1961. – 352 с.

Г.А. ГЕБЕРТ, М.Б. КАТКОВ

КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ ОРЕНБУРЖЬЯ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ МЕСТА ЗИМОВОК РУКОКРЫЛЫХ

ОГПУ,

г. Оренбург, Российская Федерация

lina.skorlupova@mail.ru, maykl58@mail.ru

Пещеры являются особыми объектами, являющиеся источниками минералогической, палеонтологической, микроклиматической информации для ученых, экстремальными турами для спелеологов, просто привлекательными для посещения местами для краеведов и местных жителей. Пещеры – подземные пространства, доступные для проникновения человека, заполненные газообразными, жидкими или твердыми веществами и представляющие собой особый природный комплекс [2]. Пещеры бывают разных типов по происхождению: тектонические, эрозионные, ледовые, вулканические, карстовые.

В Оренбуржье известны пещеры только карстового происхождения (если не учитывать искусственные горные выработки), которые расположены в пределах многих карстовых полей. Для описываемой территории характерны, в основном, два литологических типа карста – сульфатный и карбонатный (в местах проявления солевого карста пещер не обнаружено), подземным формам которых присущи свои морфологические особенности. Климатические особенности (высокая аридность) Оренбуржья не позволяют развиваться карбонатному карсту по известнякам различного возраста на современном этапе, однако, здесь выделяется несколько эпох палеокарста, приведших к образованию небольших полостей в горно-складчатой (восточной) части области – это Юмагузинская, Альянкина, Таналькская и другие пещеры. Сульфатный же карст развит весьма широко, в основном в пределах Предуралья, где породы кунгурской гидрохимической свиты вынесены солевыми штоками и антиклиналями к дневной поверхности. Здесь мы выделяем более тридцати карстовых полей и в их пределах обнаружено более сорока пещер (протяженностью свыше 20 м).

Морфологически пещеры относятся к двум главным типам. Пещеры первого типа представляют собой крупные изометрические полости (или серии полостей), которые в результате обрушения блоков гипса со свода разделяются на лабиринт узких ходов.

Пещеры второго типа – это узкие, длинные галереи, заложенные по трещинам или по простирацию гипсовых пачек в зоне сезонной циркуляции подземных вод. Последние часто вскрываются в понижениях пещер этого типа в виде маленьких озер и луж.

Самыми известными и хорошо изученными, а так же часто посещаемыми пещерами являются пещера Подарок на Дубенском участке Алабайтальского карстового поля (рисунок 1) и п. Конфетка Кызыладырского карстового поля (рисунок 2).

Пещера Подарок является крупнейшей естественной полостью, ее протяженность составляет 660 м. Этот объект активно посещается спелеологами, школьниками и студентами. Так же это пещера является памятником природы регионального значения. Имеет достаточно широкую привходовую часть, оборудованную металлическими лестницами, далее следует череда обвальных залов и галерей, образующих сложный лабиринт. Популярность пещеры объясняется ее доступностью – она находится недалеко от автотрассы Р 336 и описание подъезда к ней доступно в любой ГИС. В 80-е годы Оренбургское бюро путешествий и экскурсий предлагало тур выходного дня в эту пещеру. В настоящее время организованных маршрутов сюда никто не проводит, однако антропогенная нагрузка на полость составляет несколько сотен человек за сезон.

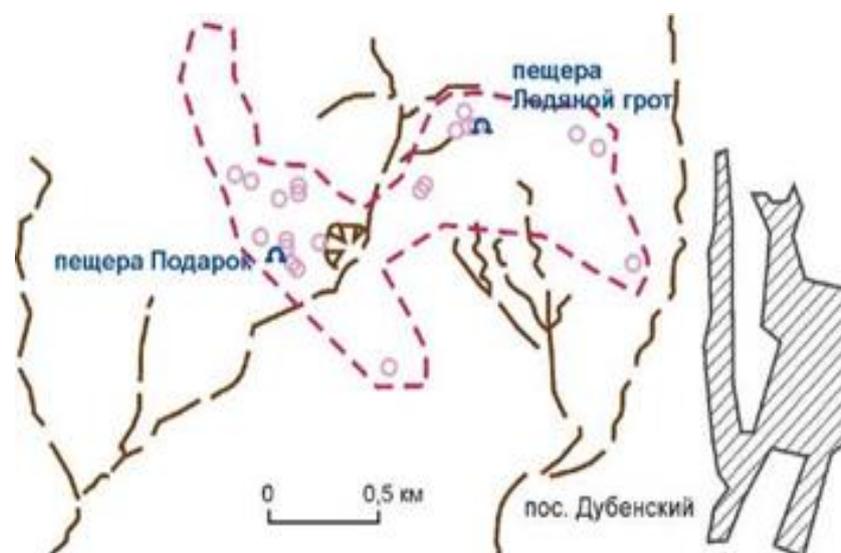


Рисунок 1 – Алабайтальское карстовое поле

Пещера Конфетка крупнейшая (по объему) на территории Кызыладырского карстового поля, ее протяженность составляет 328 м. Посещается из-за удаленности и труднодоступности очень редко.

Также в пределах Кызыладырского карстового поля (крупнейшего в Оренбуржье) расположены такие пещеры как: Ястребиная, Мозаика, Лисья, Волчья, Красная Голубиный Грот.

Данные объекты являются не только памятниками природы, но и естественными убежищами для некоторых видов животных, главным образом, для летучих мышей. Микроклимат рассматриваемых пещер соответствует условиям зимовки рукокрылых, что является главной причиной их гибернации в этих местах.

Оптимальным температурным режимом для большинства зимующих в условиях умеренного климата летучих мышей является температура не выходящая за пределы $+1,5^{\circ}\text{C}$ – $+4,4^{\circ}\text{C}$, малая суточная и сезонная амплитуда, относительная влажность 77 – 94 %, отсутствие движения воздуха. В таких условиях зимуют от 70 до 90 % всех

летучих мышей. В убежищах со средней температурой выше $+5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $+6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ количество зимующих особей резко падает [1].

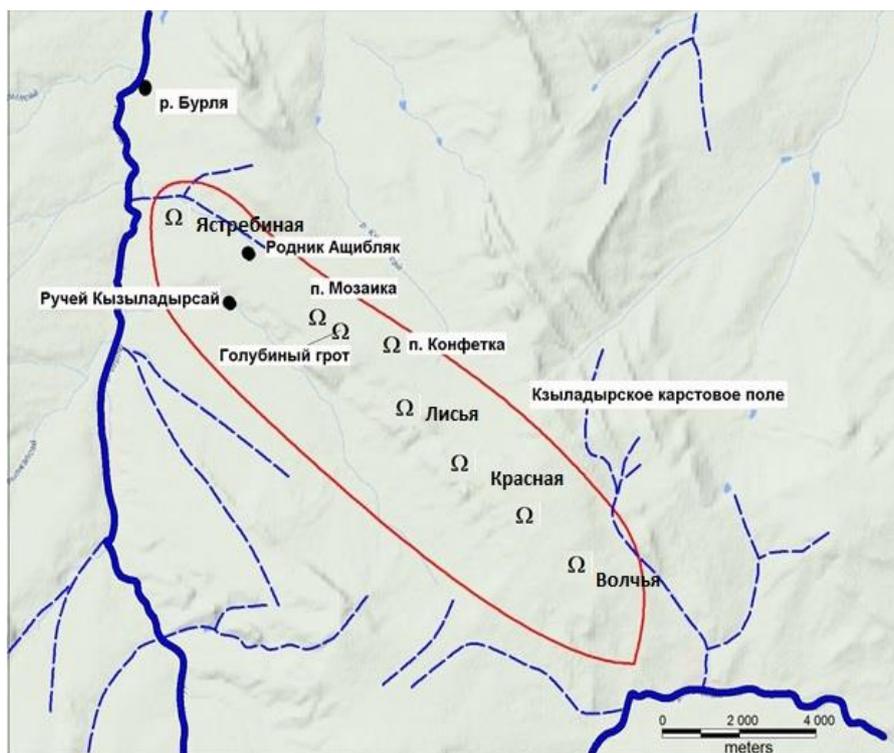


Рисунок 2 – Кзыладырское карстовое поле (красный цвет) и его пещеры



Рисунок 3 – Динамика температуры в п. Подарок с 18.09.14 по 10.10.15 (лабиринтовая часть)

В удаленной от входа части пещеры Подарок разница между температурными максимумом и минимумом в течение года не превышает $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, от $+5,35$ в декабре, до $+5,05$ в начале апреля (рисунок 3), что приблизительно соответствует среднегодовой температуре в этой местности ($+5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ по метеостанции г. Оренбурга) [1].

Аналогичен годовой ход температуры (рисунок 4) и в Конфетке – от $+4,55$ до $+4,85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Более высокая температура в Подарке объясняется, очевидно большей протяженностью пещеры и невозможностью проникновения холодного воздуха с поверхности в зимние месяцы после установления снежного покрова (главный вход всю зиму забит снегом на протяжении 7 – 8 метров) [1].

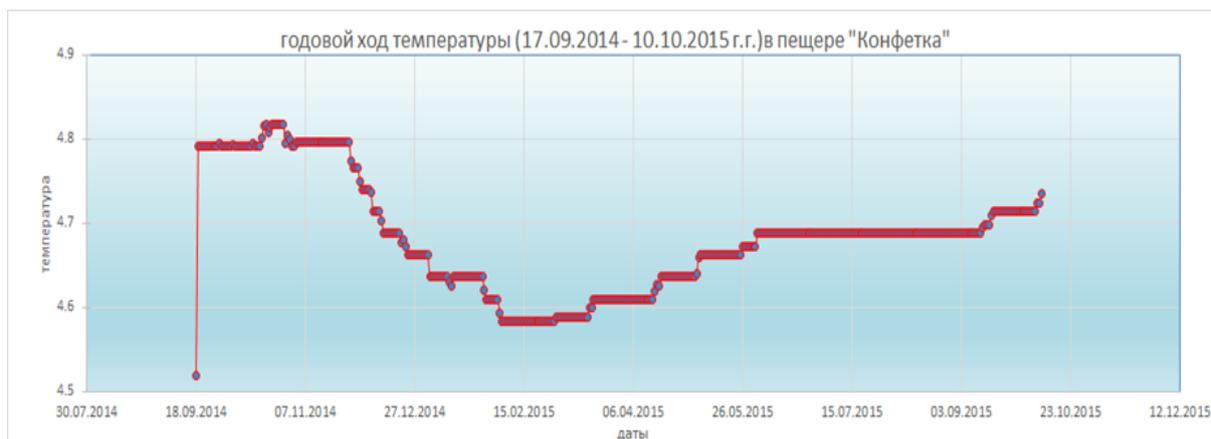
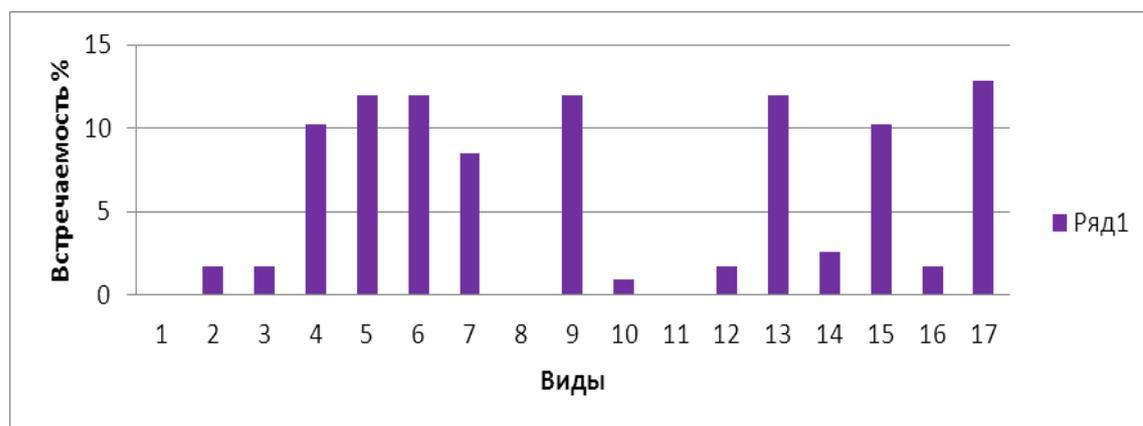


Рисунок 4 – Годовой ход температуры (17.09.14 – 10.10.15) в п. Конфетка

За последние 20 лет находки рукокрылых в пещерах Подарок и Конфетка являются материалом исследования отряда *Chiroptera* для Оренбургской области.

На территории Оренбуржья встречается 17 видов летучих мышей, относящихся к семейству Гладконосых (*Vespertilionidae*) [1], 10 из которых являются оседлыми. Вероятно, зимующих видов больше, но из-за недостаточно хорошо изученной биологии современных данных нет. Было установлено 3 вида, которые для зимовки используют п. Подарок и п. Конфетка – *Myotis daubentonii*, *M. dasycneme*, *Plecotus auritus*. Находки приурочены к 1994 – 2018 годам, это говорит о том, что данные пещеры являются постоянными местами зимней спячки рукокрылых Оренбуржья.



1 - *Myotis nattereri*, 2 - *M. mystacinus*, 3 – *M. aurascens*, 4 – *M. brandti*, 5 – *M. daubentonii*, 6 – *M. dasycneme*, 7 - *Plecotus auritus*, 8 - *Nyctalus lasiopterus*, 9 – *N. noctula*, 10 – *N. leisleri*, 11 – *Pipistrellus pipistrellus*, 12 – *P. pygmaeus*, 13 – *P. nathusii*, 14 – *P. kuhlii*, 15 - *Eptesicus nilssonii*, 16 – *E. serotinus turcomanus*, 17 – *Vespertilio murinus*

Рисунок 5 – Частота встречаемости рукокрылых Оренбуржья на 2017 г.

В. П. Снитько [3] на исследуемой территории – центральной, северо-восточная, юго-восточная и западно-восточная части Оренбургской области, было обнаружено 14 видов рукокрылых (Рис. 5). Такие виды как Гигантская вечерница (*Nyctalus lasiopterus*) и Нетопырь-карлик (*Pipistrellus pipistrellus*) не были зарегистрированы, так как они приурочены к западной части области. Ночница Наттерера (*Myotis nattereri*) не была обнаружена, так как является редким видом для области.

Таким образом, все пещеры, принадлежащие Алабайтальскому и Кзыладырскому карстовым полям, имеют сходную геологию, вероятно, в них приблизительно одинаковые микроклиматические условия. Следовательно, можно предположить, что некоторые, в частности редкие виды рукокрылых Оренбуржья, могут зимовать не только в исследуемых пещерах Подарок и Конфетка, но и в остальных, которые были малоизучены и где не проводился мониторинг рукокрылых.

Список литературы

1 Катков, М.Б. Микроклимат карстовых пещер Оренбургского Приуралья, как фактор распространения рукокрылых / М.Б. Катков, Г.А. Скорлупова. – XIII большой географический фестиваль. Теория и практика современных географических исследований. СПб, 2017. – С. 183–186.

2 Павлейчик, В.М. Карстовые ландшафты Южного Предуралья / В.М. Павлейчик // Екатеринбург : УрО РАН, 2011. – 299 с.

3 Снитько, В.П. Новые данные о распространении рукокрылых (*Chiroptera, Vespertilionidae*) в Оренбургской области / В.П. Снитько, Л.В. Снитько // Зоологический журнал. 2017. – Т. 96. – № 1. – С. 83–89.

К.Г. GERMAN, И.О. ВИНОКУРОВ

ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА РЕКИ ВЕЛИКАЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Российский государственный гидрометеорологический университет,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
kristinagerman95@gmail.com*

Изменение климата и хозяйственная деятельность человека – основные факторы, влияющие на изменение гидрологического режима рек. Изменение климата всегда имело большое значение в изучении гидрологии, метеорологии и других наук. Глобальное потепление климата – одна из самых важных проблем в современном мире. Очень важно постоянно наблюдать и выделять колебания, отслеживать тенденции изменения климата [1]. Большое количество работ по обобщению гидрологических данных выпускались лишь до 1980-х годов. Следовательно, по данным, когда не было изучено изменение климата и его влияние на гидрологический режим.

Целью данной работы является изучение внутригодового распределения стока реки Великая в современных условиях. Для решения данной задачи использовались данные наблюдений над расходами воды реки Великая с 1945 по 2014 год.

Река Великая находится в Псковской области. Исток реки находится на Бежаницкой возвышенности, впадает в Псковско-Чудское озеро. Для достижения поставленной задачи использовались данные по трем станциям, которые охватывают весь бассейн реки Великая: ряды данных по среднемесячным расходам воды реки Великая по г. Опочка, д. Гуйтово и д. Пятоново. Так же ряды метеорологических данных: среднемесячные температуры и месячные суммы осадков по станциям Пушкинские горы и Великие Луки.

Глобальное потепление и ожидаемые в связи с ним негативные последствия требует регулярной оценки наблюдаемых глобальных и региональных изменений в климатической системе. Изменение климата ведет к росту неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений. На хронологическом графике среднегодовой температуры воздуха за весь период наблюдений, можно увидеть общую тенденцию увеличения температуры на рассматриваемой территории примерно на 0,4 – 0,5 °С в 10 лет (рисунки 1).

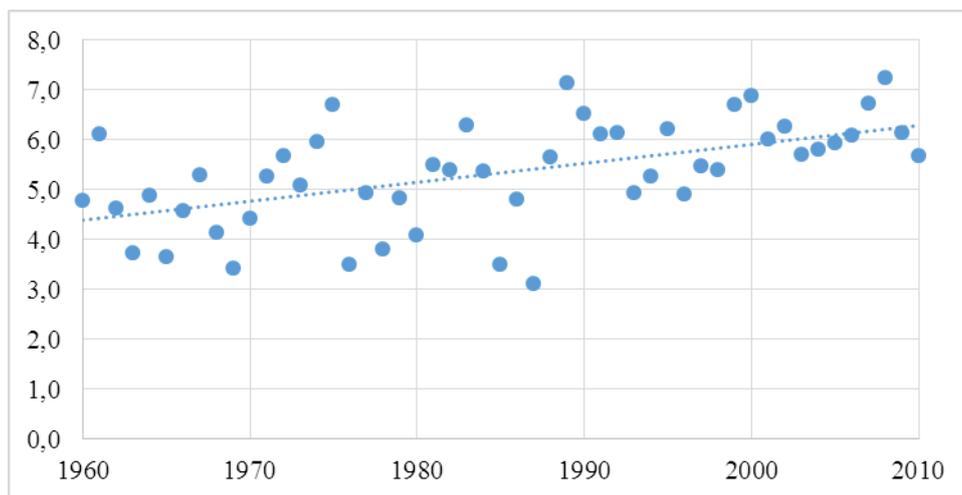


Рисунок 1 - Хронологический график среднегодовой температуры воздуха за весь период наблюдений, осредненный по двум метеостанциям

Некоторые исследователи [2] предлагают рассматривать не только сами графики температур и изменения тренда, но и отклонения температуры от нормы с 1960 по 2010 год. За норму принималось среднегодовое значение за весь период наблюдений. На рисунке 2 представлен график годовых отклонений от нормы, в среднем на рассматриваемой территории, среднегодовая температура воздуха за период до 2010 года превысила «норму» на 0,8 °С. Самым теплым был 2008 год (аномалия температуры плюс 1,9 °С), за ним – 1989 год (аномалия плюс 1,8 °С) и 2000 год (аномалия + 1,6 °С).

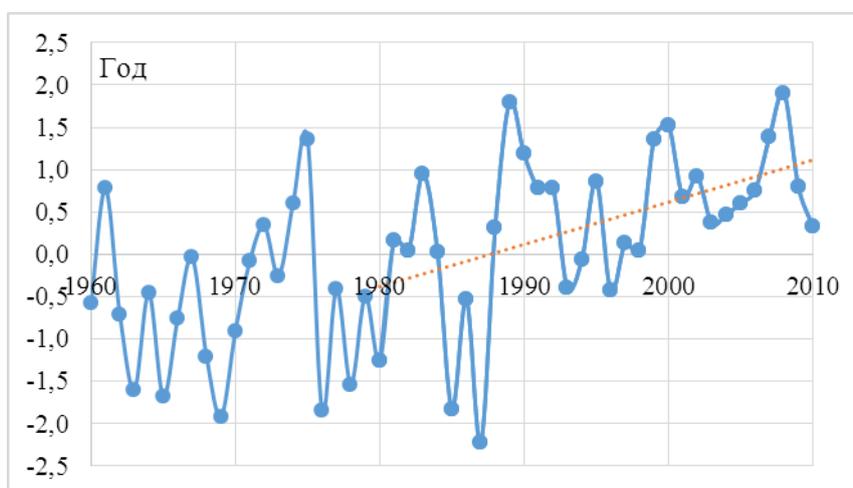


Рисунок 2 - Средние годовые аномалии температуры воздуха за 1960–2010 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1960 - 2010 гг. Линейный тренд показан по данным за 1980 - 2010 гг.

Региональные изменения температуры на рассматриваемой территории согласуются с общими тенденциями этих изменений в глобальном масштабе. Анализ линейных трендов аномалий годовой температуры и распределение температуры по сезонам за период с 1960 до 2010 года, показывает устойчивое повышение значения температуры. Среднее значение годовой температуры по двум станциям составило 5,3°С. В 1987 году наблюдалось максимальное отрицательное отклонение от принятой нормы и составило – 2,2 °С, а в 1989 году наблюдалось максимальное положительное отклонение от нормы – 1,8 °С. С 1960 года наблюдалось понижение среднегодовой

температуры на 0,2 – 0,3 °С/10 лет, а в последние 30 лет наблюдалось повышение температуры на 0,8 – 1,0 °С на рассматриваемой территории.

Определение внутригодового распределения стока является одной из самых важных задач в гидрологии, как в практическом, так и в научном отношении. Распределение стока по месяцам и сезонам меняется из года в год. Это происходит вследствие различия в расходах воды в одинаковые фазы водного режима, а также из-за сдвига времени наступления фаз водного режима в разные годы. Определение расчетного календарного внутригодового распределения стока в створе проектирования при длительности рядов наблюдений, равной 15 годам и более, производится, согласно Своду правил [3], следующими тремя методами: 1) компоновки; 2) реального года; 3) среднего распределения стока за годы характерной градации водности.

Расчеты внутригодового распределения стока рек указанными методами обычно производятся по водохозяйственным годам, начинающимся с первого месяца многоводного сезона. В зависимости от типа водного режима исследуемой реки, от объекта проектирования и характера использования стока конкретной реки водохозяйственный год делится на два различающихся по длительности в разных условиях периода – лимитирующий и не лимитирующий, а лимитирующий период соответственно на два сезона – лимитирующий и не лимитирующий сезон. Границы сезонов назначаются едиными для всех лет с округлением до месяца.

В годовом водном режиме можно выделить три основных сезона формирования стока: 1) период преобладания талых вод 2) период преобладания дождевого питания 3) период наличия ледовых явлений. Исходя из этого, за начало водохозяйственного года был принят апрель (наиболее раннее начало половодья), за лимитирующий период – период с июля по март, лимитирующим сезоном – с декабря по март.

В данной работе проведено исследование методом компоновки и методом реального года. Расчеты внутригодового распределения стока проводились отдельно для периода с начала наблюдений до 1980 год и для периода с 1980 по 2014 год в соответствии с выявленными климатическими изменениями.

Для рядов сумм расходов за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон был произведен анализ параметров аналитической кривой и оценка точности расчета числовых характеристик ряда [4]. В качестве аналитической кривой выбрана кривая Крицкого-Менкеля, которая во всех случаях хорошо соответствует эмпирическим точкам. Расчетные обеспеченности принимались равными 5 % (очень многоводный год), 25 % (многоводный год), 50 % (средний по водности), 75 % (маловодный), 95 % (очень маловодный год).

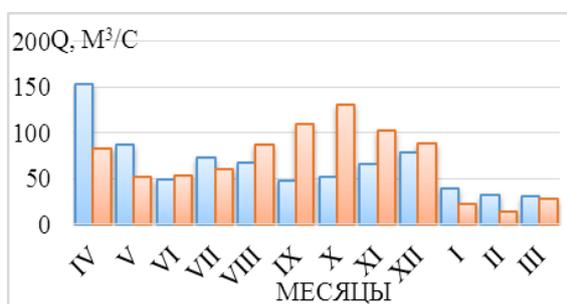


Рисунок 3 - Расчетный гидрограф стока р. Великая – г. Опочка 5 %-ой обеспеченности

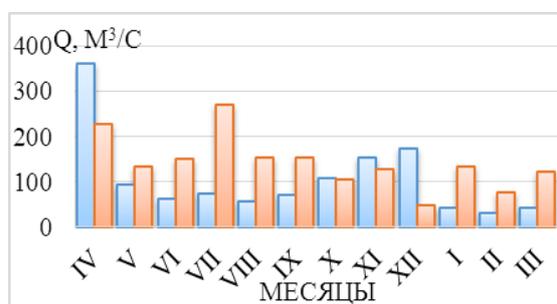


Рисунок 4 - Расчетный гидрограф стока р. Великая – д. Гуйтово 25 %-ой обеспеченности

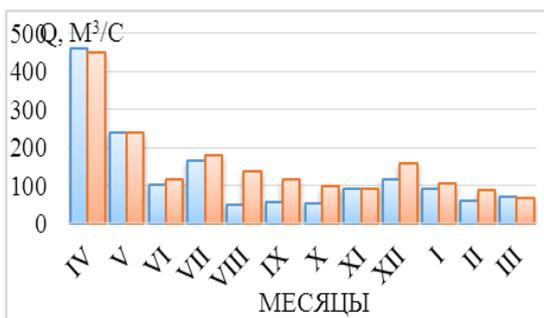


Рисунок 5 - Расчетный гидрограф стока р. Великая – д. Пятоново 50%-ой обеспеченности

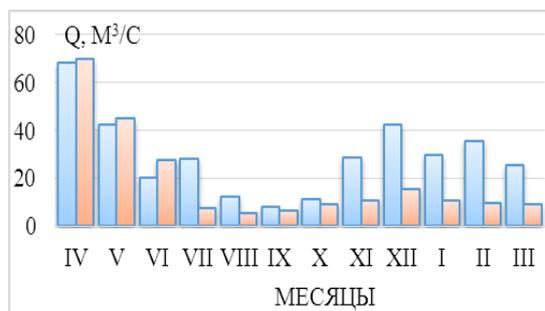
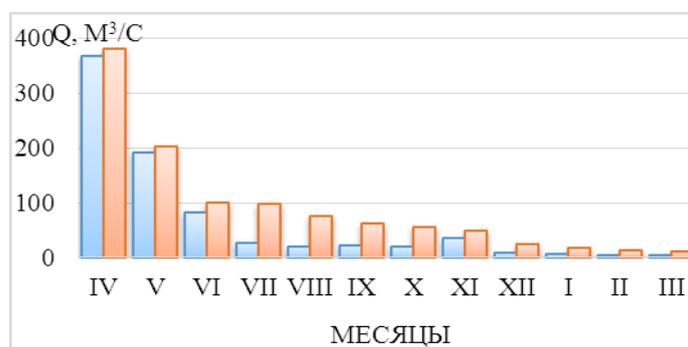


Рисунок 6 - Расчетный гидрограф стока р. Великая – г. Опочка 75%-ой обеспеченности



р. Великая – д. Пятоново 95%-ой обеспеченности

Рисунок 7 - Расчетный гидрограф стока

При анализе полученных графиков (на рисунках 5 – 9 представлено по одному примеру для каждой группы водности, синим цветом обозначен начальный период наблюдений, красным – современный) по расчетным методам были выявлены следующие изменения внутригодового распределения стока. В очень многоводные годы наблюдается понижение стока в весенний период на всех трех постах, в летне-осенний период происходит перераспределение стока, а в зимний период данные по двум станциям показывают перераспределение стока и его незначительное увеличение на третьем посту. В многоводные годы, в основном, происходит перераспределение стока между месяцами и наблюдается значительное увеличение зимних расходов. В годы средней водности наблюдается аналогичная картина, но увеличение зимних расходов гораздо более меньшее. В маловодные годы происходит увеличение весенних расходов и перераспределение стока в остальные месяцы года. В очень маловодные годы в весенний период происходит перераспределение стока, при этом в летне-осенний и зимний периоды в основном на постах наблюдается увеличение расходов в современный период.

Список литературы

1 Бокучава, Д.Д. Анализ аномалий приземной температуры воздуха в Северном полушарии в течение XX века по данным наблюдений и реанализов / Д.Д. Бокучава, В.А. Семенов //

Фундаментальная и прикладная климатология. – 2018.– Т. 1. – С. 28-51.

2 Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. – М. : Росгидромет, 2015. – 70 с.

3 СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 73 с.

4 Сикан, А.В. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации / А.В.Сикан [и др.]. – СПб. : РГГМУ, 2014. – 75 с.

А.Н. ГЛИНСКАЯ, Л.Н. ГЕРТМАН, А.П. ШАРИКОВ

ИЗ ОПЫТА КОРРЕКТИРОВКИ ПРОЕКТОВ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ПРИБРЕЖНЫХ ПОЛОС В ЛОЕВСКОМ РАЙОНЕ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

РУП «ЦНИИКИВР»,

г. Минск, Республика Беларусь,

aleksandra_h7@mail.ru, lubov.hertman@yandex.ru, sharikovap@tut.by

В современном водопользовании для обеспечения защиты поверхностных водных объектов от негативного воздействия применяется ряд природоохранных мероприятий, одним из которых является установление специального режима хозяйственной деятельности на территориях, экологическое состояние которых оказывает прямое или косвенное воздействие на водный объект. К таким территориям относятся водоохранные зоны (далее ВЗ) и прибрежные полосы (далее ПП). Они устанавливаются на землях, непосредственно примыкающих к акватории поверхностного водного объекта.

Установление границ ВЗ и ПП позволяет регулировать качество и количество водных ресурсов, предотвращать загрязнение, засорение, заиление, истощение и другие экологически неблагоприятные процессы и явления, сохранять водную и околотоводную среду обитания.

Правовое регулирование ведения хозяйственной деятельности в границах водоохранных зон осуществляется в соответствии с положениями главы 11 Водного кодекса Республики Беларусь от 30.04.2014 № 149- З [1].

В соответствии с внесенными изменениями в нормативно правовые документы в области охраны вод, условий ведения хозяйственной деятельности на прилегающей к поверхностным водным объектам территории, а также изменениями административно-территориального деления и природных условий, была проведена корректировка границ водоохранных зон и прибрежных полос Лоевского района Гомельской области.

Лоевский район расположен на юго-востоке Гомельской области и занимает площадь в 1045 км², административным центром является городской поселок Лоев.

Природные условия Лоевского района весьма разнообразны. В геоморфологическом отношении район исследований расположен в пределах Гомельского Полесья. Данная территория характеризуется плоской поверхностью с участками террасовых равнин Днепра и понижений р. Сож. 90 % территории находится на высоте 120 м – 140 м и только 10 % ниже 120 м. Наивысшая точка 148,5 м находится юге района (4 км на юго-запад от н. п. Бывальки), а низшая 105 м – урез воды р. Днепр. Для этой категории рельефа свойственна пологоволнистая и мелкоувалистая поверхность с колебаниями высот до 2 – 3 м. Уклоны поверхности на большей части территории составляют 3,0 – 5,0 % со сбросом по мелиоративным каналам и ложбинам стока в р. Днепр и р. Витач. К современным геоморфологическим процессам, наблюдающимся на территории Лоевского района, относятся подтопление, затопление пойменных участков, заболачивание. На склонах р. Днепр идет развитие процессов плоскостной и линейной эрозии, что привело к образованию овражно-балочной сети. Для наиболее застроенных

территорий характерен техногенный морфогенез. В результате применения различных технологий преобразования местности, распространение получили пониженные участки рельефа, представленные мелиоративными каналами.

В результате хозяйственной деятельности и эрозионно-денудационных процессов ледниковый рельеф в значительной степени переработан. Антропогенные формы рельефа характерные для Лоевского района – это насыпи автомобильных и железных дорог, выемки карьеров, насыпи дамб, комплексы промышленной и гражданской застройки.

Источником водоснабжения населенных пунктов являются напорные воды водоносного горизонта палеогеновых отложений. Водовмещающие породы – пески разномеристые [2]. В Лоевском районе этот водоносный горизонт является основным источником водоснабжения и перекрыт толщей днепровских моренных отложений, следовательно, защищен от проникновения загрязнения с поверхности земли.

Ранее по вопросу установления водоохранных зон были разработаны Проект «Границы водоохранных зон и прибрежных полос Лоевского района Гомельской области» (1988 г.) и «Проект водоохранных зон и прибрежных полос рек Днепр и Сож на территории Лоевского района Гомельской области» (2004 г.).

При корректировке ВЗ в 2018 г. в результате детального изучения гидрографической сети были выявлены очевидные изменения в показателях количества водоемов и водотоков для которых требуется установление ВЗ и ПП.

В результате рекогносцировочного обследования изучаемой гидрографической сети выявлено следующее: на территории Лоевского района насчитывается 8 рек, 4 ручья, ряд пойменных озер, 1 водохранилище и 20 прудов, для которых требуется установление или корректировка ВЗ и ПП.

Ниже приведена классификация поверхностных водотоков и водоемов Лоевского района в соответствии с Водным кодексом Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. № 149-З (таблица 1).

Таблица 1- Классификация водных объектов Лоевского района

№ п/п	Название водного объекта	Длина, км/ площадь, га	Классификация по водному кодексу
1	2	3	4
Реки, км			
1	Днепр	2145	Большая река
2	Сож	648	Большая река
3	Брагинка	179	Малая река
4	Песочанка	36	Малая река
5	Витач	13	Малая река
6	Без названия № 1	6,7	Малая река
7	Без названия № 2	11	Малая река
8	Без названия № 3	6,9	Малая река
Водоохранилища, га			
9	Днепро- Брагинское	863,1	Водоохранилище
Озера, га			
10	Крушевка	20,52	Озеро
11	Глушец	25,3	Озеро
12	Близны	7,21	Озеро
13	Домашнее	7,58	Озеро
14	Гостивица	1,25	Озеро
15	Ольхово	0,26	Озеро
16	Круговод	18,53	Озеро

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
17	Лутавское	19,88	Озеро
18	Поповское	0,98	Озеро
19	Мохово	40,1	Озеро
20	Озеро	3,64	Озеро
21	Нижнее	4,72	Озеро
22	Свирежское	5,16	Озеро
23	Большое Боровое	2,63	Озеро
24	Хоминское	16,7	Озеро
25	Остров	20,84	Озеро
26	Вилы	6,52	Озеро
27	Вира	12,69	Озеро
28	Колтоб	15,67	Озеро
29	Малый Дрыбушин	1,94	Озеро
30	Перевал	1,42	Озеро
31	Устье	4,24	Озеро
32	Запесок	3,03	Озеро
33	Витацкое	3,66	Озеро
34	Козероги	2,94	Озеро
35	Старик	21,1	Озеро
36	Без названия № 1	9,23	Озеро
Ручьи, км			
37	Без названия № 1	1,5	Ручей
38	Без названия № 2	2,2	Ручей
39	Без названия № 3	1,0	Ручей
40	Без названия № 4	1,77	Ручей
Пруды, га			
41	Без названия № 1	9,61	Пруд
42	Без названия № 2	7,5	Пруд
43	Без названия № 3	10,86	Пруд
44	Без названия № 4	5,72	Пруд
45	Без названия № 5	14,81	Пруд
46	Без названия № 6	1,93	Пруд
47	Без названия № 7	1,16	Пруд
48	Без названия № 8	2	Пруд
49	Без названия № 9	2,44	Пруд
50	Без названия № 10	2,31	Пруд
51	Без названия № 11	1,15	Пруд
52	Без названия № 12	0,84	Пруд
53	Без названия № 13	26,7	Пруд
54	Без названия № 14	0,51	Пруд
55	Без названия № 15	0,52	Пруд
56	Без названия № 16	0,34	Пруд
57	Без названия № 17	0,79	Пруд
58	Без названия № 18	0,33	Пруд
59	Без названия № 19	0,81	Пруд
60	Без названия № 20	1,11	Пруд

При выполнении корректировки, на основании требований главы 11 статьи 52 Водного кодекса Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г., количество водоемов, для которых устанавливаются границы ВЗ и ПП, увеличилось. В большей степени количество возросло за счет прудов, на которые оказывается повышенное антропогенное воздействие. Факторами влияния являются увеличение комплексов промышленной и гражданской застройки (не имеющие прямого отношения к эксплуатации водоемов), прокладка трубопроводов различного назначения, размещение жилых и хозяйственно- бытовых зданий, проживание людей, применение ядохимикатов, внесение удобрений в почву и т.д.

В то же время, самый большой искусственный водоем района – Днепро-Брагинское водохранилище – потеряло свое хозяйственное значение и использование его на перспективу не просматривается. Ранее оно было предназначено для поддержания водного баланса существующей мелиоративной сети. В настоящее время оно не пополняется и, по существу, представляет собой заболоченную территорию с отдельными быстро зарастающими водоемами. В этой связи принято решение не устанавливать для него границы ВЗ, т.к. территория стремительно заболачивается и зарастает древесно-кустарниковой растительностью.

Так же величина водоохранной зоны сократилась за счет мелиоративных каналов, для которых, в соответствии с современным законодательством, не требуется устанавливать ВЗ и ПП.

Рекогносцировочное обследование территории проводится с целью анализа состояния гидрографической сети, а также для уточнения перечня точечных и диффузных источников загрязнения поверхностного водного объекта для проведения анализа уровня антропогенного воздействия и характера землепользования исследуемой территории. Юридическим лицам и гражданам, в том числе индивидуальным предпринимателям, земельные участки которых расположены в границах водоохранных зон и прибрежных полос, необходимо на основании разработанного проекта обеспечить специальный режим ведения хозяйственной деятельности в них и реализацию предусмотренных проектом водоохранных мероприятий.

В результате проведенной корректировки изменилась структура землепользования ВЗ и ПП. Поэту был проведен анализ перспективной территории застройки в г.п. Лоев. Корректировка границ прибрежных полос поверхностных водных объектов Лоевского района Гомельской области с учетом современной структуры землепользования территории позволит отрегулировать вопросы использования земель и организации хозяйственной деятельности в прибрежной части водоемов и водотоков (таблица 2).

Обоснование размеров границ ВЗ и ПП базируется на оценке возможной степени антропогенного воздействия с учетом соотношения природных условий и существующей антропогенной нагрузки.

Для оценки экологического состояния водоохранной зоны используется ряд показателей, характеризующих, с одной стороны, уровень антропогенной преобразованности ее территории, а с другой - способностью территории противостоять антропогенному воздействию.

Антропогенная преобразованность территории оценивается соотношением площадей видов земель, используемых в тех или иных целях. Показатель антропогенной нагрузки зависит от группы угодий.

Территории водоохранных зон Лоевского района подразделяется на две основные группы:

– территории, формирующие загрязнение: животноводческие фермы и комплексы, механические мастерские и гаражи, склады минеральных удобрений и ядохимикатов, пески, карьеры, свалки мусора и промышленных отходов, дороги, пашни, жилые территории с приусадебными участками, коллективные садоводческие товарищества, летние лагеря скота и т.д.;

– территории, выполняющие определенные saniрующие и водозащитные функции: водоемы, водотоки, лес, кустарник, луга, пастбища, болота и заболоченные земли [3].

Таблица 2 - Функциональное использование водоохраннх территорий г.п. Лоев

№ п/п	Номер функциональной зоны на планово-картографическом материале	Наименование функциональной зоны	Площадь, га	
			в границах водоохранной зоны	в границах прибрежной полосы
1	1	Многоквартирная жилая застройка	48,32	-
2	2	Усадебная жилая застройка, дачи	104,69	-
3	3	Общественные территории (застройка общественных центров, учебных, лечебно-оздоровительных объектов и другое)	40,01	-
4	4	Производственная территория (промышленная и коммунально-складская застройка)	61,92	-
5	5	Территории транспортной инфраструктуры (улицы, железные дороги, объекты внутреннего водного транспорта, гаражи, автостоянки)	36,19	16,98
6	6	Территории инженерной инфраструктуры (объекты и коммуникации различных инженерно-технических систем)	16,76	8,89
7	7	Ландшафтно-рекреационные территории, в том числе: озелененные территории общего пользования (парки, скверы, бульвары, набережные, лесопарки и другое); озелененные территории ограниченного пользования и специального назначения (кладбища, питомники, берегоукрепительные полосы и другое); природные озелененные территории (луга, сенокосы, пастбища, сады, болота и другое)	83,11	48,13
8	8	Территории под поверхностными водными объектами	1,31	-

На основании полученных данных об антропогенной нагрузке была выполнена классификация территории водоохранных зон (таблица 3).

Таблица 3 - Классификация территории водоохранной зоны Лоевского района

№ п/п	Наименование территории	Площадь, га	Балл	Степень АН
1. Территории, оказывающие наибольшее антропогенное воздействие, в т.ч				
1	Земли под дорогами и другими транспортными путями	149,37	5,0	Оптимальная
2	Земли под застройками	35,89	5,0	Оптимальная
3	Неиспользуемые	331,13	5,0	Оптимальная
4	Нарушенные	3,22	5,0	Оптимальная
5	Другие	30,39	5,0	Оптимальная
6	Сельскохозяйственные	3121,12	4,0	Оптимальная
2. Территории, выполняющие преимущественно saniрующие и водозащитные функции, в т.ч.				
3	Земли под естественными лугово-пастбищными угодьями	4831,27	2,0	Оптимальная
4	Древесно-кустарниковая растительность	1130,04	2,0	Оптимальная
5	Болота	1072,18	1,0	Оптимальная
6	Государственный лесной фонд	4093,82	1,0	Оптимальная
7	Под водными объектами	155,90	1,0	Оптимальная
	Всего	14954,33		

Также в соответствии с откорректированной ВЗ Лоевский район определяется высоким коэффициентом естественной защищенности ($K_{ес.з.} = 0,8$) и характеризует территорию водоохранной зоны, с одной стороны, разнообразием природно-антропогенного ландшафта (чем разнообразнее ландшафт, тем он более устойчив), а с другой стороны – взаимным влиянием различных земельных угодий друг на друга, причем, чем ближе состояние земельных угодий к естественному, тем благоприятнее его воздействие на окружающую среду (таблица 4).

Таблица 4 - Оценка экологического состояния водоохранной зоны Лоевского района

Общая площадь водоохранных зон, га	В т.ч.		Оценка естественной защищенности территории, $K_{ест.защ}$	Оценка антропогенной нагрузки, A_n	Оценка уровня антропогенной преобразо-ванности территории, $У_{ап.}$
	природных и мало преобразованных ландшафтов, га/%	сильно преобразованных ландшафтов, га/%			
14954,3 3	11614,25 77,66	3340,08 22,34	0,8 высокая	оптимальная	0,22 оптимальный

Выполненная в соответствии с вышеприведенной методикой экологическая оценка современного состояния территории водоохранных зон исследуемых водных объектов позволяет сделать вывод о том, что территория откорректированной ВЗ характеризуется большой естественной защищенностью, имеет оптимальную степень антропогенной нагрузки и оптимальный уровень антропогенной преобразованности территории.

Для поддержания аккумулярующей способности водосбора и снижения поступления загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты наиболее оптимальным является установление в пределах ПП соотношения площади леса, пашни и луговых угодий в соотношении 30:30:30.

Таким образом, разработка проектов корректировки ВЗ и ПП и обоснование установленных границ необходимо строить на научном подходе, т.е. должны учитываться не только действующие нормативные акты и методические рекомендации, но и взаимосвязь гидрологических и ландшафтных и антропогенных процессов. В целом выполнение проекта по корректировке границ ВЗ и ПП позволило их несколько уменьшить для поверхностных водных объектов и ввести часть территорий в хозяйственный оборот. Ведение хозяйственной деятельности должно осуществляться в строгом соответствии с требованиями ст.52-53 Водного кодекса Республики Беларусь от 30.04.2014 № 149- З с использованием современных технологий.

Список литературы

1 Водный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 30. апреля.2014 № 149- З: принят Палатой представителей 2 апреля 2014 г.: одобр. Советом Респ. 11 апреля 2014 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2018.

2 Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность / Под ред. Н.Д. Шека ; Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР – Ленинград : Гидрометеиздат, 1963. – 304 с.

3 Разработать каталог водоохранных территорий водных объектов в разрезе административных районов и бассейнов основных рек Республики Беларусь: отчет о НИР(заключ.) / РУП ЦНИИКИВР; рук. Л.Н. Гертман. – Минск, 2017 г. – 45 с.

А.В. ГРЕЧАНИК, Д.А. БОНК

ДИНАМИКА ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*УО «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь
Hrachanika@tut.by*

Изменение климата – это не академическая проблема, а суровая реальность, столкнуться с которой суждено каждому человеку. Многие считают, что угроза изменения климата – это чисто теоретическая возможность, предсказанная по достаточно ненадежным компьютерным моделям. К сожалению, это не так. Наиболее существенные представления ученых об изменении климата основаны на данных измерений и знании фундаментальных физических законов.

Региональные проявления глобального изменения климата в значительной мере зависят от атмосферной и океанической циркуляции. Изменения этой циркуляции могут сдвинуть пути следования циклонов или преобладающее направление ветров,

что, в свою очередь, может привести к резким перепадам температур и количества осадков [6]. В связи с этим изучение многолетних изменений ветрового режима имеет важное теоретическое и практическое значение.

Целью данной работы является оценка современных изменений ветрового потока на территории Гомельской области путем анализа временных рядов скорости и направления ветра за период инструментальных наблюдений.

Информационную базу для проведения исследования составили данные многолетних инструментальных наблюдений за скоростью ветра на метеорологических станциях Брагин, Василевичи, Гомель, Житковичи, Жлобин, Лельчицы, Мозырь, Октябрь, Чечерск Гомельского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период 1951 – 2015 гг.

Для оценки различий в статистических параметрах использовался критерий Стьюдент и критерий Фишера:

$$t = \frac{\bar{V}_1 - \bar{V}_2}{\sqrt{n_{V_1} \cdot \hat{\sigma}_{V_1}^2 + n_{V_2} \cdot \hat{\sigma}_{V_2}^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_{V_1} \cdot n_{V_2} \cdot (n_{V_1} + n_{V_2} - 2)}{n_{V_1} + n_{V_2}}}; \quad (1)$$

$$F = \frac{\hat{\sigma}_{V_1}^2}{\hat{\sigma}_{V_2}^2}, \quad (2)$$

где \bar{V}_1, \bar{V}_2 – выборочные средние; $\hat{\sigma}_{V_1}^2$ и $\hat{\sigma}_{V_2}^2$ – выборочные дисперсии; n_{V_1} и n_{V_2} – объемы выборок.

Полученное значение t критерия Стьюдента и F -критерия Фишера сравнивалось с их критическими значениями при заданном уровне значимости $\alpha=5\%$. Если $t > t_{\alpha}$, принимается гипотеза статистического различия двух выборочных средних, а при $F > F_{\alpha}$ принимается гипотеза статистического различия в колебаниях рассматриваемых рядов [1].

В работе [2] представлен анализ среднегодовых скоростей ветра, который свидетельствует о наличии в многолетнем ходе этих значений статистически значимых трендов. Для более полной характеристики тренда снижения скорости ветра в этой работе нами проанализированы среднемесячные и среднесезонные скорости ветра. Для всех исследуемых станций было взято два периода наблюдений: с 1986 по 2015 гг. и более ранние наблюдения, представленные в [7,8] 1951 – 1985 гг. Согласно определению Всемирной метеорологической организации, период в 30 лет является классическим периодом для усреднения климатических характеристик [3].

В результате анализа выборочных средних среднемесячных скоростей ветра за рассматриваемые интервалы статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha=5\%$ были установлены для всех месяцев по метеостанциям Брагин, Василевичи, Гомель, Житковичи, Жлобин, Лельчицы, Мозырь, Чечерск и для метеостанции Октябрь в январе, феврале, марте, мае, июне, июле, августе, октябре, ноябре, декабре (таблица 1). При анализе выборочных средних скоростей ветра по сезонам года статистически значимые различия выявлены на всех метеорологических станциях во все сезоны года.

Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для метеостанции Брагин в январе; для метеостанции Василевичи в мае и июне; для метеостанции Гомель в январе, феврале, октябре и декабре; для метеостанции Жлобин в феврале, мае, июне, июле, сентябре, октябре, ноябре, декабре, зимой, летом и осенью; для метеостанции Лельчицы в марте, мае, июне, ноябре и декабре; для метеостанции Мозырь в январе, марте, апреле, августе, ноябре и весной; для метеостанции Октябрь в марте, апреле и мае; для метеостанции Чечерск в июне и октябре. Для метеостанции Житковичи статистически значимых различий коэффициентов вариации не выявлено.

В рамках выделенных интервалов наблюдений для сезонных значений скорости ветра для всех исследуемых станций построены линейные тренды и определены

основные статистические характеристики (средняя скорость (V_{cp}), коэффициент вариации (C_v), автокорреляции ($r(1)$), корреляции линейных трендов (r) и средний градиент скорости ветра (ΔV)) (таблица 2).

Таблица 1 - Эмпирические значения t -критериев Стьюдента и F -критериев Фишера для скорости ветра (период 1951–1965 и 1986–2015)

Период осреднения	Брагин	Василевичи	Гомель	Житковичи	Жлобин	Лельчицы	Мозырь	Октябрь	Чечерск
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Январь	t=3,85, F=2,48	t=6,94, F=1,03	t=8,59, F=2,11	t=6,96, F=1,53	t=8,50, F=1,95	t=5,69, F=1,58	t=4,97, F=3,02	t=2,13, F=2,18	t=8,18, F=1,50
Февраль	t=3,91, F=1,38	t=6,00, F=1,42	t=6,28, F=2,92	t=6,64, F=1,12	t=6,96, F=3,71	t=6,32, F=1,94	t=8,83, F=1,03	t=3,39, F=1,15	t=7,69, F=1,03
Март	t=4,71, F=1,42	t=8,02, F=1,59	t=10,15, F=1,29	t=8,50, F=1,09	t=8,35, F=2,02	t=6,46, F=2,44	t=3,82, F=6,82	t=3,05, F=2,51	t=6,85, F=1,26
Апрель	t=3,75, F=1,63	t=7,34, F=1,73	t=8,73, F=1,53	t=6,75, F=1,17	t=8,02, F=1,96	t=6,62, F=1,22	t=3,81, F=4,73	t=2,12, F=2,84	t=6,50, F=1,45
Май	t=5,60, F=1,22	t=10,69, F=2,48	t=9,93, F=1,47	t=7,77, F=1,06	t=10,07, F=2,61	t=6,32, F=2,98	t=15,36, F=1,91	t=2,12, F=2,74	t=7,33, F=1,03
Июнь	t=4,15, F=1,71	t=10,24, F=2,80	t=8,24, F=1,95	t=8,27, F=1,23	t=7,07, F=5,35	t=6,29, F=2,93	t=14,03, F=1,02	t=2,88, F=1,03	t=6,50, F=3,63
Июль	t=3,87, F=1,07	t=10,47, F=1,81	t=7,68, F=1,39	t=7,78, F=1,10	t=8,53, F=2,78	t=8,10, F=1,31	t=7,76, F=1,74	t=2,34, F=1,85	t=6,11, F=1,18
Август	t=3,27, F=1,77	t=10,44, F=1,94	t=8,33, F=2,05	t=7,15, F=1,95	t=8,67, F=1,79	t=6,76, F=1,50	t=6,46, F=3,56	t=3,67, F=1,24	t=5,16, F=1,47
Сентябрь	t=2,06, F=1,06	t=8,46, F=1,13	t=7,27, F=1,73	t=6,24, F=1,79	t=6,55, F=3,37	t=5,12, F=1,77	t=7,40, F=1,31	t=1,49, F=1,29	t=5,50, F=1,14
Октябрь	t=2,31, F=1,33	t=7,36, F=2,63	t=5,05, F=4,20	t=6,36, F=1,64	t=5,42, F=5,27	t=5,11, F=2,04	t=8,89, F=1,91	t=3,66, F=1,85	t=5,46, F=4,66
Ноябрь	t=6,29, F=1,44	t=9,01, F=3,17	t=12,32, F=1,27	t=10,49, F=1,14	t=7,99, F=4,16	t=6,66, F=4,19	t=6,63, F=3,91	t=5,68, F=1,54	t=10,88, F=1,63
Декабрь	t=3,72, F=1,27	t=6,40, F=1,69	t=7,19, F=2,54	t=8,31, F=1,77	t=7,14, F=3,54	t=6,36, F=2,73	t=6,91, F=1,97	t=4,52, F=1,01	t=6,69, F=2,06
Зима	t=4,77, F=1,91	t=9,09, F=1,15	t=9,91, F=1,80	t=9,97, F=1,04	t=11,08, F=2,57	t=7,59, F=1,68	t=9,31, F=1,67	t=4,19, F=1,19	t=10,17, F=1,35
Весна	t=6,19, F=1,92	t=11,83, F=1,62	t=12,76, F=1,06	t=10,68, F=1,32	t=13,12, F=1,54	t=8,37, F=1,88	t=6,79, F=3,83	t=3,83, F=1,48	t=8,59, F=1,47
Лето	t=4,57, F=1,50	t=13,67, F=1,94	t=10,34, F=1,09	t=10,74, F=1,22	t=10,30, F=3,27	t=9,60, F=1,00	t=10,12, F=2,03	t=4,37, F=2,47	t=7,08, F=1,92
Осень	t=4,46, F=1,19	t=12,33, F=1,19	t=9,55, F=1,73	t=11,12, F=1,38	t=9,73, F=3,53	t=9,64, F=1,07	t=10,40, F=1,78	t=5,25, F=1,96	t=9,59, F=1,02

Примечание. Выделены эмпирические критерии выше критических.

В период 1986 – 2015 годы наибольшее снижение скорости ветра отмечается в зимне-осенний период, в летний период снижение скорости ветра уменьшается. При этом сохраняется многолетний внутригодовой ход скорости ветра, обусловленный распределением полей атмосферного давления.

Для определения коэффициента асимметрии (C_s) требуется большой ряд наблюдений (более 150 лет), поэтому для его расчета используем метод

пространственно-временного объединения и для территории Гомельской области в зимний период принимаем $C_s=0,62$; в весенний период $C_s=0,59$; в летний период $C_s=0,55$; и осенний период $C_s=0,57$.

Таблица 2 – Основные статистические параметры скоростей ветра в различные сезоны года за периоды осреднения 1951–1965 и 1986–2015

Метеостанция	Период осреднения	Коэффициенты				
		V_{cp} , м/с	C_v	$r(1)$	r	ΔV -м/ 10 лет
Брагин	зима	3,99/3,02	0,07/0,19	0,40/ 0,70	0,01/ 0,80	-0,02/-0,74
	весна	3,52/2,68	0,04/0,09	0,40/ 0,54	0,42/ 0,78	0,35/-0,48
	лето	2,58/1,97	0,07/0,06	0,28/ 0,63	0,39/ 0,78	0,39/-0,34
	осень	3,25/2,52	0,07/0,11	0,39/ 0,76	0,22/ 0,79	0,25/-0,53
Василевичи	зима	3,50/2,34	0,05/0,06	0,27/ 0,55	0,43/ 0,62	-0,39/-0,27
	весна	3,22/2,10	0,03/0,03	0,27/ 0,39	0,15/ 0,61	-0,11/-0,18
	лето	2,70/1,55	0,03/0,03	0,46/ 0,56	0,07/ 0,75	0,05/-0,18
	осень	3,12/1,90	0,03/0,04	0,30/ 0,67	0,29/ 0,76	-0,21/-0,25
Гомель	зима	4,60/2,67	0,09/0,09	0,41/ 0,78	0,0/ 0,88	0,0/-0,50
	весна	4,15/2,43	0,04/0,07	0,49/ 0,59	0,01/ 0,83	0,01/-0,41
	лето	3,35/1,97	0,05/0,08	0,23/ 0,48	0,06/ 0,75	0,06/-0,35
	осень	3,86/2,24	0,08/0,08	0,29/ 0,83	0,12/ 0,92	-0,15/-0,46
Житковичи	зима	3,58/2,47	0,03/0,05	0,31/ 0,65	0,53/0,83	-0,41/-0,34
	весна	3,24/2,30	0,02/0,04	-0,17/ 0,61	0,26/ 0,70	-0,15/-0,24
	лето	2,67/1,90	0,02/0,03	0,06/ 0,65	0,46/ 0,73	-0,22/-0,20
	осень	3,05/2,02	0,02/0,05	-0,02/ 0,73	0,26/ 0,83	-0,16/-0,31
Жлобин	зима	4,14/2,47	0,06/0,04	0,25/ 0,52	0,19/0,23	-0,23/-0,08
	весна	3,65/2,33	0,03/0,03	0,38/0,34	0,02/0,03	-0,02/-0,01
	лето	2,96/1,85	0,05/0,02	0,30/ 0,39	0,07/0,05	0,06/0,01
	осень	3,49/2,14	0,07/0,03	0,32/ 0,43	0,08/0,22	-0,09/-0,07
Лельчицы	зима	4,11/2,62	0,09/0,09	0,36/ 0,73	0,68/0,78	-0,97/-0,48
	весна	3,64/2,43	0,06/0,05	0,38/ 0,54	0,74/0,78	-0,80/-0,33
	лето	3,07/2,04	0,03/0,05	-0,12/ 0,69	0,43/ 0,81	-0,32/-0,33
	осень	3,50/2,26	0,04/0,07	0,14/ 0,80	0,58/0,87	-0,51/-0,43
Мозырь	зима	3,93/2,43	0,04/0,05	0,34/ 0,52	0,59/0,38	0,98/-0,15
	весна	3,50/2,24	0,07/0,03	0,41/ 0,59	0,73/0,48	1,42/-0,15
	лето	3,19/1,80	0,04/0,04	0,17/ 0,53	0,50/ 0,42	0,71/-0,12
	осень	3,63/2,05	0,04/0,05	0,66/0,45	0,59/ 0,42	0,91/-0,15
Октябрь	зима	4,21/3,27	0,06/0,08	-0,20/ 0,65	0,04/ 0,76	-0,08/-0,44
	весна	3,74/3,02	0,06/0,05	-0,26/ 0,61	0,27/ 0,70	0,54/-0,31
	лето	2,93/2,53	0,01/0,04	-0,41/ 0,50	0,05/ 0,72	0,04/-0,27
	осень	3,63/2,89	0,03/0,07	-0,57/ 0,73	0,04/ 0,77	-0,06/-0,41
Чечерск	зима	4,46/2,47	0,05/0,13	0,31/ 0,71	0,48/ 0,78	-0,54/-0,96
	весна	3,77/2,26	0,05/0,12	0,36/ 0,59	0,40/ 0,80	-0,40/-0,90
	лето	2,90/1,77	0,08/0,07	0,0/ 0,77	0,20/ 0,77	-0,23/-0,59
	осень	3,83/2,11	0,06/0,11	0,11/ 0,80	0,50/ 0,72	-0,56/-0,76

Примечание. Выделены статистически значимые коэффициенты корреляции.

Относительная среднеквадратическая ошибка коэффициента вариации (C_v) $\pm 18,3/13,0$ %.

В связи с особенностями циркуляции атмосферы и под влиянием местных условий на территории Гомельской области в течение года преобладают ветра юго-западной четверти. Для этих направлений характерны наибольшие средние скорости ветра [2]. В зимний период четко выражено преобладание ветров юго-западной четверти. Такие

данные соответствуют ветровому режиму, характерному для территории всей Беларуси, когда более высокое давление устанавливается на юге и юго-востоке республики, понижаясь к северу и северо-западу [4]. В летний период также преобладают западные ветра, но юго-западное направление сменяется северо-западным.

Для определения изменений в повторяемости основных направлений ветра произошедших за период потепления климата нами для всех исследуемых метеорологических станций был проведен анализ выборочных средних по критерию Стьюдента и определены коэффициенты вариации по критерию Фишера (таблица 3).

Таблица 3 – Эмпирические значения t-критериев Стьюдента и F-критериев Фишера для направления ветра (период 1951 – 1965 и 1986 – 2015)

Метеостанция	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Брагин	t=2,04 F=1,06	t=2,52 F=1,30	t=2,57 F=2,23	t=2,65 F=1,08	t=4,64 F=1,28	t=0,71 F=1,76	t=3,02 F=2,60	t=3,14 F=1,75
Василевичи	t=1,91 F=1,56	t=2,08 F=1,38	t=0,34 F=1,26	t=0,32 F=1,09	t=3,09 F=2,25	t=1,28 F=1,68	t=0,79 F=1,10	t=1,57 F=1,49
Гомель	t=1,56 F=1,99	t=4,26 F=1,23	t=5,71 F=3,32	t=2,48 F=2,28	t=2,64 F=2,08	t=0,79 F=1,22	t=2,99 F=1,07	t=0,43 F=1,62
Житковичи	t=0,88 F=1,16	t=1,25 F=1,24	t=0,96 F=1,18	t=2,18 F=1,67	t=6,32 F=1,92	t=1,48 F=1,70	t=3,29 F=1,02	t=0,30 F=1,16
Жлобин	t=1,75 F=1,88	t=5,47 F=1,16	t=0,83 F=1,35	t=2,84 F=1,73	t=5,18 F=2,21	t=1,90 F=1,23	t=0,92 F=3,14	t=0,09 F=1,55
Лельчицы	t=0,32 F=10,2	t=2,63 F=1,17	t=1,22 F=1,42	t=1,29 F=2,08	t=3,98 F=1,95	t=0,03 F=1,54	t=1,37 F=1,80	t=3,26 F=1,04
Мозырь	t=0,15 F=2,43	t=2,23 F=1,63	t=1,52 F=1,13	t=0,40 F=1,01	t=1,03 F=2,03	t=0,06 F=1,25	t=1,46 F=1,81	t=0,84 F=1,08
Октябрь	t=0,87 F=1,84	t=0,002 F=1,03	t=1,12 F=1,08	t=3,87 F=1,60	t=3,95 F=1,60	t=0,49 F=1,02	t=0,34 F=1,24	t=2,09 F=3,11
Чечерск	t=1,11 F=3,23	t=1,46 F=2,21	t=0,40 F=1,91	t=2,06 F=1,03	t=0,93 F=1,08	t=1,77 F=1,35	t=2,59 F=1,04	t=0,36 F=1,04

Примечание. Выделены эмпирические критерии выше критических.

В результате анализа выборочных средних среднегодовых направлений ветра за рассматриваемые интервалы отрицательные статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha=5\%$ были установлены для 6 метеостанций по северо-восточному направлению (кроме метеостанции Мозырь); для 6 метеостанций по юго-восточному направлению и для 2 метеостанций по северо-западному направлению. Положительные статистически значимые различия были установлены для 7 метеостанций по южному направлению и для 2 метеостанций по восточному направлению. Западное направление ветра характеризуется неустойчивой тенденцией изменения, т.к. на 2 метеорологических станциях отмечено увеличение, а на 2 других уменьшение доли этого направления ветра.

При анализе выборочных средних скоростей ветра по северному и юго-западному направлению статистически значимые различия не выявлены.

Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для метеостанции Гомель по восточному, юго-восточному и южному направлениям; для метеостанции Октябрь по северо-западному направлению; для метеостанции Чечерск по северному направлению ветра. Это свидетельствует о большой временной устойчивости годовых колебаний основных направлений ветров.

В работе проанализирована динамика изменения среднемесячных и среднесезонных скоростей ветра для метеорологических станций Гомельской области. Определены основные статистические характеристики сезонных скоростей ветра. Проведенный сравнительный анализ периодов 1951 – 1985 и 1986 – 2015 гг. выявил устойчивую статистически значимую тенденцию снижения скорости ветра во все месяцы года, при этом наибольшие изменения отмечаются в осенне-зимний период.

Сравнительный анализ изменения направлений ветра по 8 румбам показал тенденцию к увеличению доли южных ветров, при уменьшении юго-восточных и северо-восточных направлений. Увеличение доли южных ветров связано с резким увеличением числа дней с меридиональной южной циркуляцией атмосферы в 1981 – 1997 гг. [5].

Список литературы

- 1 Бурлибаев, М.Ж. Колебания уровня воды озера Балкаш в условиях изменяющегося климата / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, Д.М. Бурлибаева // Гидрометеорология и экология. – 2017. – № 2. – С. 46–65.
- 2 Волчек, А.А. Оценка изменения ветрового режима Гомельской области / А.А. Волчек, А.В. Гречаник // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. № 1, 2018 – БрГУ имени А.С. Пушкина, 2018. – С. 70–77.
- 3 Изменения климата: последствия, смягчение, адаптация : учеб.-метод. Комплекс / М. Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2015. – 424 с.
- 4 Климат Беларуси / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
- 5 Кононова, Н.К. Особенности циркуляции атмосферы северного полушария в конце XX – начале XXI века и их отражение в климате / Н.К. Кононова // Сложные системы, 2014. – № 2 (11). – С. 11–35.
- 6 Рамсторф, Ш. Глобальное изменение климата: диагноз, прогноз, терапия / Ш. Рамсторф, Х.Й. Шельнхубер; пер. с нем. Д.К. Трубочнинова. – М.: ОГИ, 2009 – 158 с.
- 7 Справочник по климату СССР : Белорусская ССР : Метеорологические данные за отдельные годы. – Обнинск : ВНИИГМИ – МИД, 1975. – Ч. III. – Т. II. : Скорость ветра. – 1975. – 473 с.
- 8 Справочник по климату СССР : Белорусская ССР : Метеорологические данные за отдельные годы. – Обнинск : ВНИИГМИ – МИД, 1975. – Ч. III. – Т. I. : Направление ветра. – 1975. – 593 с.

О.О. ДОРОЖКО

ЗАБОЛЕВАНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ: ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

*УО «Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь,
dorozhko070996@mail.ru*

Среди людей с болезнями органов дыхания, на метеорологические факторы особенно чутко реагируют больные бронхиальной астмой. Медицинские исследования дали основания полагать, что эта болезнь предопределяется генетически, в основном

является аллергическим заболеванием и зависит от специфики аллергенов. При этом не исключается, что климатические условия способны определять тяжесть болезни, частоту повторения ее симптомов. Для всех форм заболеваний органов дыхания вредны сильный ветер и высокая влажность. Число больных астмой во влажных районах гораздо выше, чем в сухих. Сочетание высокой влажности воздуха с высокой или низкой температурой увеличивает число приступов. Неблагоприятны и резкие колебания температуры воздуха и атмосферного давления. Высокий уровень загрязнения воздуха промышленных городов и поселков при наличии сильного ветра определенного направления способен усиливать патологические изменения у больных, страдающих болезнями органов дыхания [1].

Структура общей заболеваемости на 100 тысяч взрослого населения Брестской области за период с 2001 по 2015 гг. практически не изменялась. Самые высокие уровни заболеваемости за исследуемый период формируют одни и те же виды заболеваний – болезни системы кровообращения, болезни органов дыхания (БОД) и костно-мышечной системы и соединительной ткани (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структура общей заболеваемости взрослого населения Брестской области за период с 2001 – 2015 гг. (на 100 тыс. взрослого населения)

Одним из основных видов заболеваний на протяжении 15 лет являются болезни органов дыхания. Абсолютные темпы прироста данной патологии менялись как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Самыми высокими темпами прироста характеризовался 2009 год (35,7 %), а самыми низкими 2010, 2012 и 2014 гг., где среднегодовые значения уменьшились более, чем на 17 %. Абсолютный прирост за исследуемый период по Брестской области составляет 1 %.

Анализ карты заболеваемости БОД показывает, что самые высокие показатели регистрируются в Брестском районе, а самые низкие в Ляховичском, Ивацевичском, Пинском, Лунинецком и Столинском районах (рисунок 2). Как правило, большая часть (более 65 %) из общей суммы случаев заболеваний данной группы приходится на острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей.

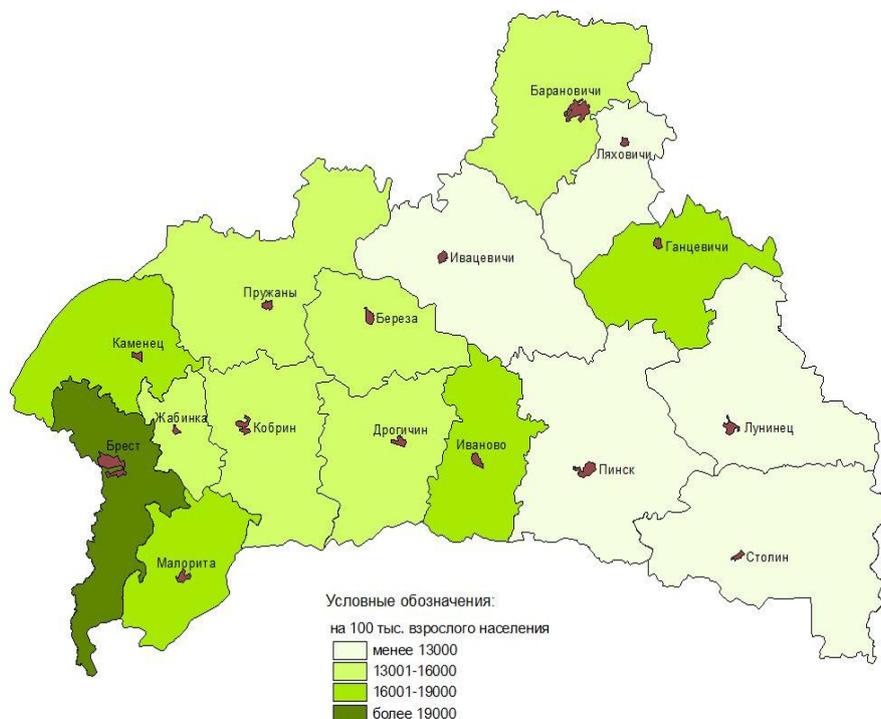


Рисунок 2 – Общая заболеваемость болезнями органов дыхания за период с 2001 по 2017 гг.

В качестве показателей, способных оказывать негативное воздействие на людей, страдающих заболеваниями органов дыхания, выбраны климатические характеристики, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Диапазон изменения специализированных показателей лечебно-профилактических климатических ресурсов для заболеваний органов дыхания

Показатель	Минимум	Максимум
Число дней с междусуточной изменчивостью температуры воздуха $\geq 8^{\circ}\text{C}$	0	12 (Ганцевичи, 2003 г.)
Повторяемость сочетаний температуры $\geq 20^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $\geq 80\%$.	6 (Брест, Высокое, 2015 г.)	33 (Полесская, 2007 и 2010 г.)
Повторяемость сочетаний температуры воздуха $\leq 0^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $\geq 80\%$.	27 (Высокое, 2008 г.)	99 (Полесская, 2001 г.)
Повторяемость скорости ветра $\geq 7\text{м/с}$	0 (Ивацевичи)	21 (Полесская, 2012 г.)
Число дней со средней суточной температурой воздуха $\leq -25^{\circ}\text{C}$	–	–

Число дней с междусуточной изменчивостью температуры воздуха $\geq 8^{\circ}\text{C}$. Число дней с междусуточной изменчивостью температуры воздуха более 8°C колеблется по территории Брестской области от 7 до 58 дней. В среднем за год по

Брестской области насчитывается от 1 до 7 дней. Максимальные значения отмечаются в Ганцевичах (73) и Пружанах, где за весь период исследования число дней с данным показателем составляет более 65 дней. К «неблагоприятным» по этому показателю также относятся Ивацевичи и метеостанция Полесская. Относительно благоприятными являются Барановичи и Пинск, а минимальные значения отмечаются в Бресте (37) и Высоком, где за исследуемый период количество дней не превысило 40.

Наибольшее количество дней с перепадами температуры в 8 °С наблюдаются в 2015 г. и составляет 58 дней, а наименьшее в 2013 г. (7 дней) и 2007 г. (9 дней), (рисунок 3). Полученные результаты междусуточного изменения температуры воздуха в 2001–2015 гг. показали, что наибольшее количество дней с перепадами температуры в 8 °С наблюдается в холодный сезон, в то время как в теплый период такие перепады встречаются редко.

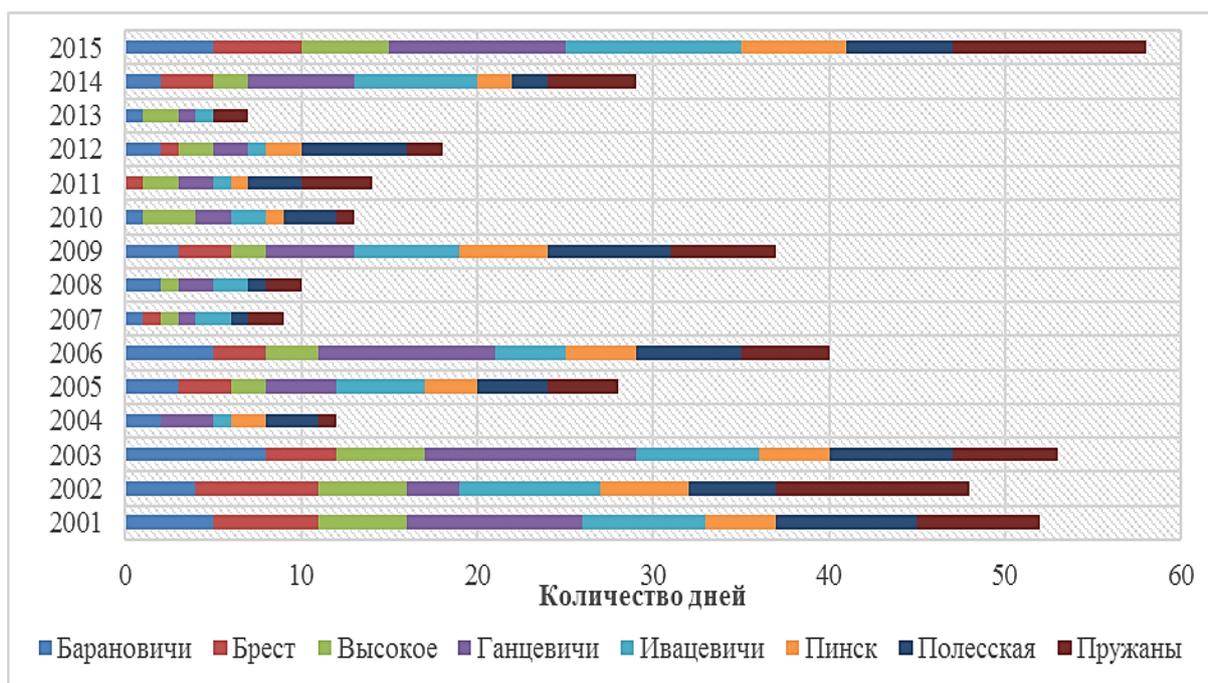


Рисунок 3 – Количество дней с перепадами температуры более 8 °С за сутки за период исследования по метеостанциям Брестской области

Повторяемость сочетаний температуры ≥ 20 °С и относительной влажности ≥ 80 %. Многие медицинские исследования свидетельствуют об увеличении частоты некоторых заболеваний в зависимости от определенного уровня температурно-влажностного режима, который формируется в различные сезоны года на конкретной территории. С абсолютной влажностью связано такое дискомфортное явление, как *духота*, которое формируется при относительной влажности более 80 % и среднесуточной температуре выше +20 °С. Оно наблюдается в теплый период года. Повторяемость душных дней за теплый период по Брестской области составляет 8 – 11 % за период исследования, что свидетельствует о щадящем режиме воздействия.

Наибольшее значение повторяемости духоты характерно для метеостанции Полесская (11 %), а наименьшее для метеостанции Брест (8 %). Душных дней больше всего регистрируется на метеостанциях Барановичи и Полесская (33 дня), а меньше всего на метеостанциях Брест и Высокое (6 дней). Больше всего душных дней фиксируется в июле месяце, а меньше всего в апреле и мае. В 2001 г. на метеостанции Пружаны душные дни наблюдались и в октябре.

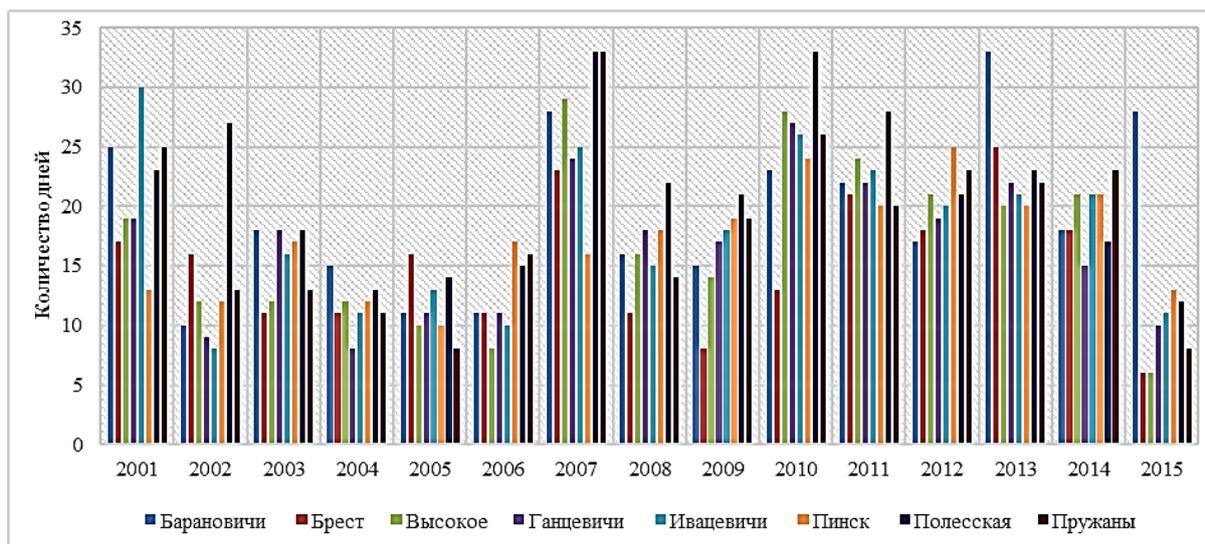


Рисунок 4 – Количество душных дней за период исследования по метеостанциям Брестской области

Среднегодовые значения душных дней изменяются от 12 дней (2015 г.) до 26 дней (2007 г.). Максимальное количество душных дней наблюдалось в 2007 г., чуть меньше было в 2010 г., а минимальное в 2004, 2005, 2006 и 2015 гг. (рисунок 4).

Повторяемость сочетаний температуры воздуха $\leq 0^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $\geq 80\%$. В холодный период года сочетание отрицательной температуры и относительной влажности $\geq 80\%$. Усиливает ощущение холодного дискомфорта, что приводит к частым переохлаждениям и как следствие к простудным и ревматическим заболеваниям. Среднегодовые значения изменяются от 62 дней (метеостанция Брест) до 75 дней (Барановичи и метеостанция Полесская). В среднем за холодный период количество дней с температурой меньше 0 и влажностью более 80 % за исследуемый период изменяется от 17 до 150. Больше всего дней фиксируется в январе месяце, а меньше всего в октябре (таблица 2).

Таблица 2 – Среднее количество дней с температурой меньше 0°C и относительной влажностью более 80 % за исследуемый период (2001 – 2015 гг.)

	Температура меньше 0, влажность более 80						
	январь	февраль	март	апрель	октябрь	ноябрь	декабрь
Барановичи	20	17	8	2	2	8	17
Брест	17	14	6	2	2	6	14
Высокое	18	16	8	2	2	6	15
Ганцевичи	18	16	8	2	2	7	16
Ивацевичи	19	15	7	3	2	7	15
Пинск	19	14	8	3	2	7	16
Полесская	19	16	10	3	2	7	17
Пружаны	20	16	8	3	2	6	16

На большей части территории Брестской области повторяемость данного комплекса находится в пределах 10 – 24 %, наибольшее количество дней приходится на Барановичи и составляет 72 дня, чуть меньше наблюдается на метеостанции Полесская,

а наименьшее количество дней отмечается в Бресте (58 дней), немного выше этот показатель в Ивацевичах, Высоком и Пинске.

Повторяемость скорости ветра ≥ 7 м/с. При большой скорости ветра человек, прежде всего, испытывает динамическую нагрузку, для преодоления которой необходимы физиологические затраты организма. В зимний период ветер существенно увеличивает холодовой дискомфорт, вызывая дополнительное напряжение терморегуляторной системы организма человека.

Ветра со скоростью ветра более 7 м/с чаще всего регистрируются на метеостанции Полесская (11) и Пружаны (7), (рисунок 5). Среднегодовые значения этого типа ветра изменяются от 3 дней (2006 г. и 2010 г.) до 13 дней (2002 г.). На метеостанции Ивацевичи за 2001–2015 гг. ветра со скоростью более 7 м/с не наблюдались.

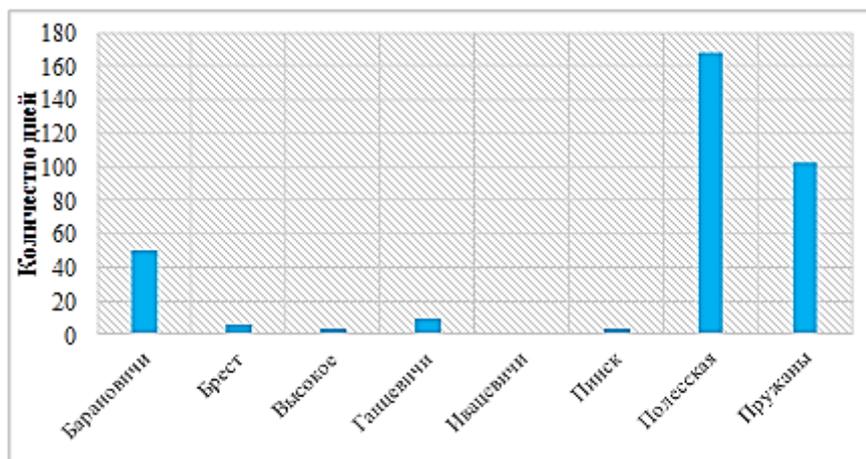


Рисунок 5 – Повторяемость ветров со скоростью более 7 м/с

Максимальная повторяемость (более 40 % за период исследования) скорости ветра ≥ 7 м/с характерна для метеостанции Полесская. Несколько меньшие значения (от 10 до 30 %) отмечаются в Барановичах и Пружанах. Крайне редко (повторяемость не более 5 %) сильный ветер наблюдается в Ганцевичах, Бресте, Высоком и Пинске, а в Ивацевичах за 2001–2015 гг. ветра с такой скоростью не фиксировалось. Среднегодовые значения этого типа ветра изменяются от 6 дней (2006 г.) до 37 дней (2002 г.).

Таким образом неблагоприятные условия для людей страдающих болезнями органов дыхания формируются в Пружанском, Ганцевичском, Барановичском и в Лунинецком районе (метеостанция Полесская), из-за значительного количества дней с междусуточными колебаниями температуры воздуха ≥ 8 °С за сутки, повторяемости душных дней, скорости ветра более 7 м/с, а также повторяемости сочетаний температуры воздуха ≤ 0 °С и относительной влажности ≥ 80 %. Средние условия складываются в Ивацевичах и Пинске, где отмечается незначительная изменчивость показателей. Самые оптимальные климатические условия по всем показателям формируются в Бресте и Высоком, где изменчивость специализированных метеорологических элементов для заболеваемости БОД фактически не меняется.

Список литературы

1. Хайруллин, К. Ш. Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под ред. К. Ш. Хайруллина, Н. В. Кобышевой. – СПб. : Гидрометеиздат, 2005. – 319 с.

ДИНАМИКА ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ В СУБЪЕКТАХ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
г. Томск, Российская Федерация
anna_tomsktsu@mail.ru*

Территория Сибирского федерального округа включает 12 субъектов [5]. В каждом субъекте имеется определенная специфика в распространении опасных природных явлений различного генезиса.

Согласно МЧС РФ [4], чрезвычайная ситуация природного характера – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате стихийного природного бедствия, которое может повлечь или повлекло за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Различают природные чрезвычайные ситуации по характеру источника и масштабам.

Опасное природное явление [4] – событие природного происхождения или состояние элементов природной среды как результат деятельности природных процессов, которые по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности могут вызвать поражающее воздействие на людей, объекты экономики и окружающую среду. ОПЯ подразделяются: *по характеру проявления* – на прямые и косвенные; *по масштабу* – на объектные, локальные, региональные, национальные и глобальные; *по типу проявления* – на постоянные, периодические, эпизодические и мгновенные; *по направленности развития* – на нарастающие и убывающие и т.д.

Ежегодно МЧС РФ публикует Доклад [1] о произошедших ЧС различного генезиса и их последствиях. После анализа обстановки с опасными природными явлениями в субъектах Сибирского федерального округа за период с 2000 по 2016 гг. были получены следующие результаты, объединенные в таблицу по каждому субъекту в отдельности:

Таблица 1 – Наиболее часто зарегистрированные опасные природные явления в субъектах Сибирского федерального округа

№ п/п	Название субъекта Сибирского федерального округа	Наиболее часто зарегистрированные опасные природные явления различного генезиса в субъекте за период с 2000 по 2016 гг.
1	2	3
1	Алтайский край	Затопление; сильные продолжительные дожди; Сильные ливни с грозами.
2	Республика Алтай	Опасные экзогенные геологические процессы; аномально низкие температуры.
3	Республика Бурятия	Крупные лесные пожары; снежные лавины; атмосферные, почвенные засухи.
4	Республика Тыва	Землетрясения.
5	Республика Хакасия	Сильные снегопады и метели.

Окончание таблицы 1

1	2	3
6	Новосибирская область	Заторы; ветер ураганной силы; сильные продолжительные дожди; сильные ливни с грозами.
7	Омская область	Крупные лесные пожары.
8	Томская область	Подъем воды выше критического уровня; сильные ветры и осадки.
9	Кемеровская область	Затопление; сильные ливни с грозами.
10	Забайкальский край	Стихийные гидрометеорологические явления; крупные лесные пожары; снежные лавины; атмосферные, почвенные засухи.
11	Красноярский край	Крупные лесные пожары; аномально холодная погода.
12	Иркутская область	Землетрясения; подъем воды выше критического уровня.

Наиболее часто опасные природные явления связаны с погодными условиями. Это объясняется тем, что одна часть Сибирского федерального округа расположена в области континентального климата умеренного климатического пояса, а другая часть – в области резко континентального климата. Именно Восточная Сибирь, где наиболее часто встречаются опасные гидрометеорологические явления, расположена в области резкоконтинентального климата. По оценке Всемирного банка реконструкции и развития, ежегодный ущерб от воздействия опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) на территории России составляет 30 – 60 млрд. руб. [6].

В статье [3] представлено исследование, направленное на анализ отклонений температуры воздуха на территории Республики Алтай. Вероятной причиной множественных аномалий температуры в регионе приводится общая глобальная нестабильность температурного режима и техногенные причины. Также работа [3] дала возможность сделать предположение о том, что в дальнейшем будет происходить дестабилизация температурного и ветрового режима в холодную часть года.

В работе [2] представлено исследование юга Томской области на предмет влияния опасных природных явлений, таких как сильные ветры и осадки. Сильные (бурные) ветры – одно из наиболее часто повторяющегося опасного явления на юго-востоке Западной Сибири. Количество исследований, связанных с сильными ветрами увеличилось ввиду того, что такие ветры вызывают дефляцию почв, вплоть до пыльных бурь, приводят к обрывам ЛЭП и повреждению зданий, мешают работе авиации. Согласно данному исследованию, сильные ветры случаются ежегодно на территории области, а их количество увеличилось за последние 30 – 35 лет примерно на 30 % [2]. Сильные осадки могут приводить к опасным последствиям. Среди ливней теплого периода наибольшей эрозионной опасностью обладают ливни, следующие за продолжительными дождями, успевшими хорошо промочить почву с поверхности. Авторами [2] установлено, что подобная ситуация происходит во влажные и очень влажные по режиму увлажнения сезоны. Частота таких совпадений составила 50 % случаев за период 1967 – 1997 гг. В целом на юге Томской области в отдельные дни может выпадать почти месячная норма осадков, а крупные и выдающиеся ливни фиксируются ежегодно.

Многие природные явления взаимосвязаны, а одно может спровоцировать за собой другое. Так, в результате землетрясения в горах происходят обвалы, осыпи. Последние могут засыпать русло реки, образовать озеро, которое, накопив большое количество воды, прорывает завал – образуется селевой поток или катастрофическое наводнение. В

результате этих процессов может происходить целая череда катастрофических явлений или чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Определенная доля опасных природных явлений может перейти в категорию ЧС природного характера, принося экономический ущерб и человеческие жертвы. На рисунке 1, согласно данным МЧС РФ [4], представлены графики динамики ЧС природного характера и опасных природных явлений на территории Сибирского федерального округа с 2000 по 2016 гг.

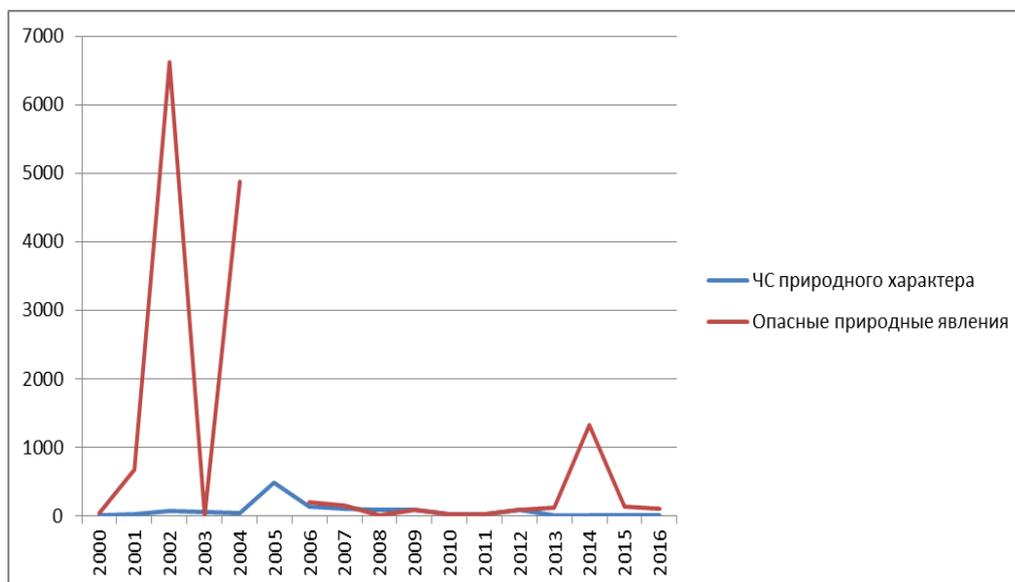


Рисунок 1 – Динамика ЧС природного характера и опасных природных явлений на территории Сибирского федерального округа с 2000 по 2016 гг.

Согласно этому графику можно отметить следующее. С 2006 по 2013 гг., с 2015 по 2016 гг. разрыв между количеством ЧС природного характера и опасными природными явлениями минимальный, что означает практически постоянный материальный ущерб и человеческие жертвы от опасных природных явлений, что переводило их в категорию ЧС. С 2000 по 2002 и в 2014 году произошло большое количество опасных природных явлений, но лишь небольшая их часть перешла в ЧС природного характера.

Количество опасных природных процессов (явлений) в субъектах СФО почти всегда достигает высокого уровня, при этом наиболее часто в субъектах СФО отмечаются стихийные гидрометеорологические явления, ветер ураганной силы, подъем воды в реках выше критического уровня, крупные лесные пожары и т.д.

Согласно таблице 2 в субъектах Сибирского федерального округа процент перехода опасных природных явлений в категорию ЧС природного характера варьирует от 0 % до 100 %. Среднее значение по субъектам следующее: в Забайкальском крае – 49,5 %; Красноярском крае – 57 %; Иркутской области – 70,6 %; Новосибирской области – 53,2 %; Омской области – 67,7 %; Томской области – 39,3 %; Кемеровской области – 60,2 %; Республике Бурятия – 46,8 %; Алтайском крае – 46 %; Республике Тыва – 53,4 %; Республике Хакасия – 55,6 %; Республике Алтай – 30,8 %.

Диаграмма, приведенная выше, построена с использованием данных МЧС РФ [4]. Количество ЧС природного характера также сильно варьируется в регионах СФО, как и количество ЧС техногенного характера. За рассматриваемый период с 2000 по 2016 гг. наибольшее количество ЧС природного характера было зафиксировано в Забайкальском крае, Республике Бурятия, Иркутской области, Красноярском крае.

Наименьшее количество ЧС природного характера было отмечено в Новосибирской области, Кемеровской области.

Таблица 2 – Процент ЧС природного характера, произошедших в субъектах Сибирского федерального округа, от количества опасных природных явлений, %

Субъект	Год																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Забайкальский край	53	9,5	75	100	2	100	93	8,8	100	40	100	0	93	16,6	0	50	0
Красноярский край	98	42	79,1	100	0,4	100	94,1	89,2	100	83,3	45,4	92,8	42,8	0	0	0	0
Иркутская область	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0
Новосибирская область	75	81,8	63,6	100	3,5	100	95,1	97,7	100	50	37,5	0	0	0	100	0	0
Омская область	75	75	100	100	3,8	100	98,2	100	100	100	100	0	0	0	0	100	100
Томская область	83,3	60	28,6	100	1,2	100	91,6	95,6	33,3	0	25	0	50	0	0	0	0
Кемеровская область	94,7	83,3	77,2	100	96	100	92,3	87,1	100	71,4	71,4	0	0	50	0	0	0
Республика Бурятия	80	27,2	1	100	98,4	100	98	90,6	98,6	0	50	26,6	25	0	0,2	0	0
Алтайский край	71,4	4	20	100	96,4	100	94,5	75,8	100	20	0	0	0	0	100	0	0
Республика Тыва	75	0	1	100	90	100	71,4	80	50	75	66,6	14,3	70	14,3	100	0	0
Республика Хакасия	0	0	40	100	75	100	100	80	100	50	100	0	0	0	100	100	0
Республика Алтай	0	4	100	0	50	100	62,5	7,7	0	100	0	0	0	0	0	0	0

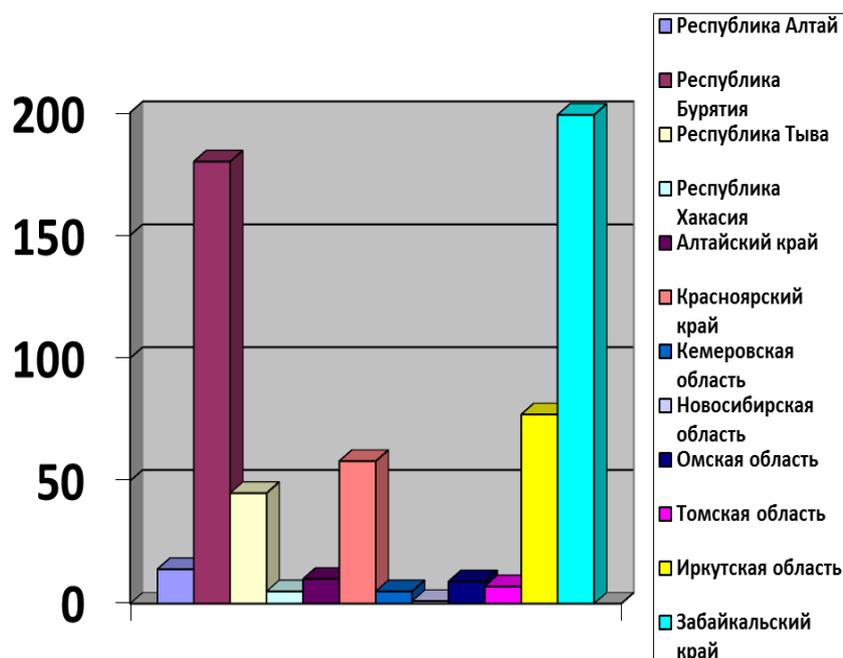


Рисунок 2 – Распределение ЧС природного характера среди субъектов Сибирского федерального округа за период с 2000 по 2016 гг., событий в год

Также важно отметить, что за рассматриваемый период во всех регионах СФО ЧС природного характера по количеству достаточно сильно превышают количество ЧС техногенного характера.

В результате проведенного исследования были получены следующие результаты:

1. Из-за разнообразия природных условий, большой территории округа, различий в рельефе, разнообразия климатических условий в Сибирском федеральном округе отмечаются различия в географии распространения опасных природных явлений в субъектах СФО.

2. За период с 2000 по 2016 гг. отмечаются периоды с различиями в произошедших на территории СФО ЧС природного характера и опасными природными явлениями. С 2006 по 2013 гг., с 2015 по 2016 гг. разрыв между количеством ЧС природного характера и опасными природными явлениями минимальный, что означает практически постоянный материальный ущерб и человеческие жертвы от опасных природных явлений, что переводило их в категорию ЧС. С 2000 по 2002 и в 2014 году произошло большое количество опасных природных явлений, но лишь небольшая их часть перешла в ЧС природного характера.

3. Количество ЧС природного характера также сильно варьируется в регионах СФО, как и количество ЧС техногенного характера. За рассматриваемый период с 2000 по 2016 гг. наибольшее количество ЧС природного характера было зафиксировано в Забайкальском крае, Республике Бурятия, Иркутской области, Красноярском крае. Наименьшее количество ЧС природного характера было отмечено в Новосибирской области, Кемеровской области.

Список литературы

1 Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2000-2016 году» / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2000 - 2017. — 360 с.

2 Евсеева, Н.С. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска (на примере юга Томской области) / Н.С. Евсеева, Т.В. Ромашова // Вестник Томского государственного университета, издательство НИ ТГУ, № 353. – 2011. – С. 199–204.

3 Кочеева, Н.А. К вопросу о распространении опасных природных явлений на территории Республики Алтай / Н.А. Кочеева [и др.] // Научный журнал «Мир науки, культуры, образования» – 2008. – №2 (9). – С. 26–29.

4 Сайт МЧС России [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.mchs.gov.ru. - Дата доступа: 15.12.2017.

5 Сибирский федеральный округ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sfo.gov.ru/okrug/>. – Дата доступа: 06.11.2017.

6 Стратегический прогноз изменений климата РФ на период 2010–2015 гг. и их влияние на отрасли экономики / под ред. А.И. Бедрицкого. – М. : Росгидромет, 2005. – 30 с.

К.А. КУЗЬМИН, М.А. ЧЕРНОВА, М.Е. БУКОВСКИЙ

АНАЛИЗ ПРОДОЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ И УКЛОНОВ РУСЕЛ В БАССЕЙНЕ РЕКИ БИТЮГ

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина»,
г. Тамбов, Российская Федерация
ka_kuzmin@mail.ru, chernovamarusya@mail.ru, mikezzz@mail.ru*

Многие вопросы охраны природы и рационального природопользования связаны с водными объектами и происходящими на них гидрологическими явлениями. Жизнь современных людей крайне зависима от наличия качественных водных ресурсов [1].

Для снижения отрицательного воздействия водопользования на природную среду, учета водных ресурсов, проведения расчетов обеспеченности водными ресурсами из поверхностных водотоков населения, сельского хозяйства и промышленности, необходимо комплексное изучение и мониторинг водных объектов, что является актуальной задачей [6].

Помимо основных характеристик: длины водотока и площади водосбора [2], важное место в изучении речных бассейнов занимает построение продольного профиля русла реки и вычисление ее продольных уклонов.

Продольный профиль реки – это кривая, проведенная от истока к устью и показывающая изменение высоты дна или водной поверхности реки. Высоту дна или поверхности реки рассматривают над какой-либо плоскостью сравнения, как правило, над уровнем моря [3].

Продольный профиль реки характеризует изменение ее уклонов поверхности вдоль по течению. Разность отметок поверхности на каком-либо участке реки называется падением, а разность отметок истока и устья показывает полное падение реки [3].

Уклон речного участка (i) это есть отношение падения этого участка (Δh) к его длине (L), что можно записать формулой [3]:

$$i = \frac{h_1 - h_2}{L} = \frac{\Delta h}{L} \quad (1)$$

Продольный уклон обычно выражают в виде десятичной дроби или в промилле (‰) – тысячных долях от длины участка [3].

Объектами нашего исследования стали наиболее крупные водотоки в бассейне реки Битюг: сама река Битюг, ее притоки: Пласкуша, Чамлык, Эртиль, Курлак, Тойда, Чигла и ее приток – Сухая Чигла. С помощью графического редактора *CorelDRAW* мы отрисовали продольные профили русел данных рек в горизонтальном масштабе 1:500000 и вертикальном –1:400. Измерили их полное падение и вычислили средний уклон. На профиле, помимо высотных отметок истока и устья реки, отмечались высотные отметки устья значимых притоков.

Что бы дать более детальную характеристику уклонов исследуемых речных долин, каждая изучаемая река была поделена на участки длиной 10 км, после чего были посчитаны их уклоны и получено процентное распределение этих участков по величине продольного уклона. При этом, когда вблизи устья остаток составлял меньше 5 км, он причислялся к последнему десятикилометровому участку, если же больше 5 км, то брался как отдельный участок. Так же были определены типы продольного профиля для каждой из рек (по А.И. Чеботареву) [5].

Результаты подсчетов, вычислений и анализа продольных профилей приведены на рисунке 1 и в таблице 1.

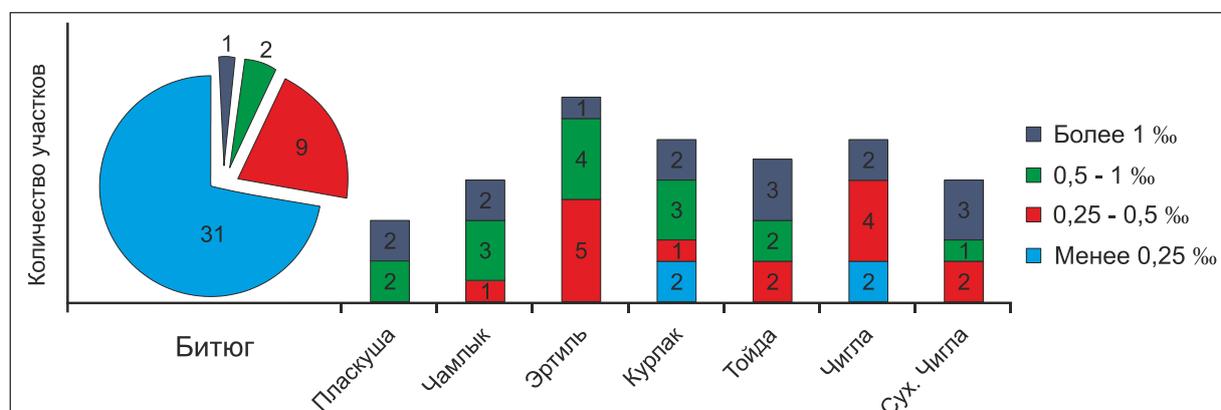


Рисунок 1 – Распределение десятикилометровых участков р. Битюг и ее притоков по величине продольного уклона

Таблица 1 – Результаты вычисления среднего уклона рек и анализ профилей

Название реки	Полное падение реки (м)	Ср. уклон реки (‰)	Ср. уклон реки (см/км)	Тип профиля
Битюг	96	0,224	22,4	плавновогнутый
Пласкуша	46	1,122	112,2	прямолинейный
Чамлык	54	0,967	96,7	прямолинейный
Эртиль	66	0,656	65,6	плавновогнутый
Курлак	62	0,756	75,6	плавновогнутый
Тойда	70	1,045	104,5	плавновогнутый
Чигла	90	1,104	110,4	плавновогнутый
Сухая Чигла	65	1,108	110,8	плавновогнутый

Анализируя уклоны всех 92 десятикилометровых участков исследованных рек, получилось следующее распределение. Уклон менее 0,25 ‰ имеют 38% участков, что стало наибольшей долей. Уклоны 0,25 – 0,5 ‰ характерны для 26% участков. Доли участков 10 км с уклонами в категориях 0,5 – 1 ‰ и более 1 ‰ составили 19 % и 17 % соответственно.

Продольный профиль реки Битюг (рисунок 2) для удобства изображен в горизонтальном масштабе 1:1000000. Являясь средней рекой [4], Битюг обладает наиболее распространенным плавновогнутым профилем. Такой же тип профиля характерен для наиболее крупных притоков реки Битюг: Эртиля, Курлака, Тойды, Чиглы и Сухой Чиглы (рисунки 3,4,5).

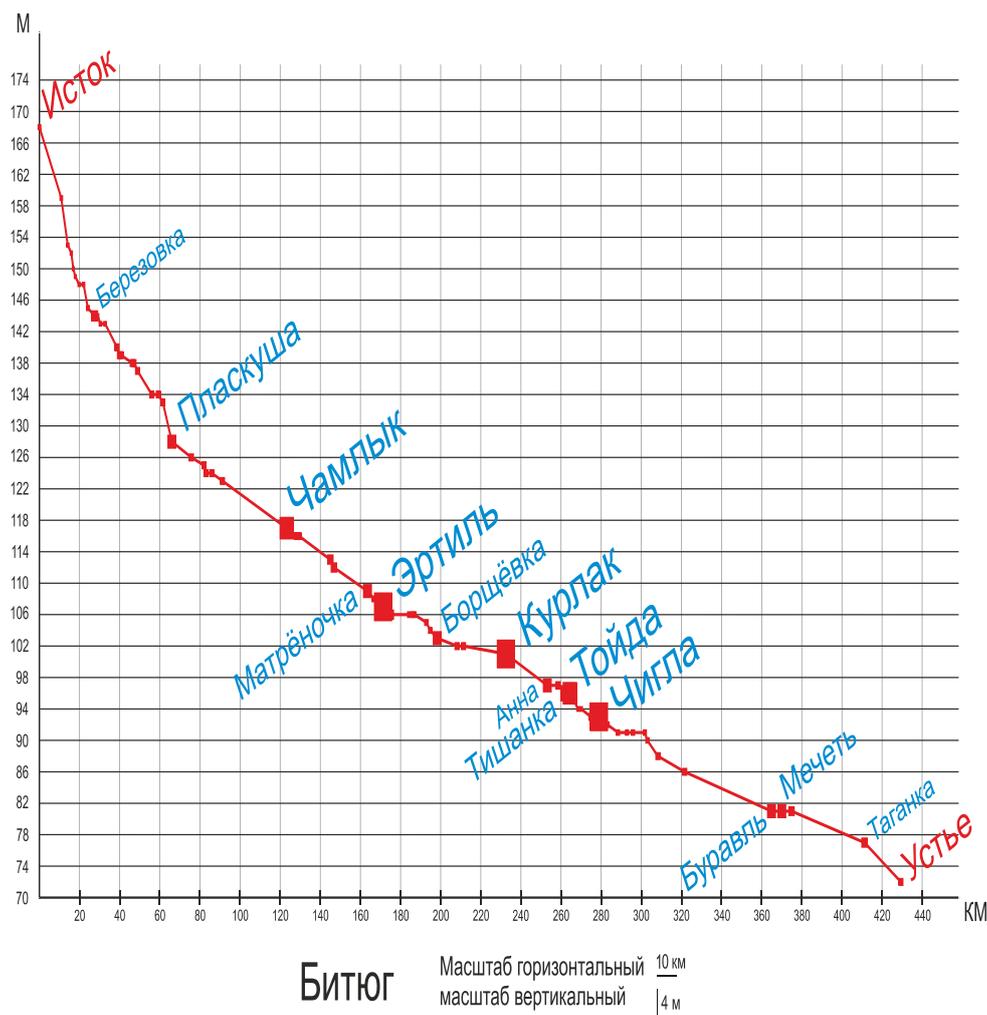


Рисунок 2 – Продольный профиль русла р. Битюг

Плавновогнутый продольный профиль по-другому называют профилем равновесия, который вырабатывается под влиянием базиса эрозии – уровня, на котором водный поток теряет свою энергию. Для реки Битюг базисом эрозии является уровень реки Дон.

У рек Пласкуша и Чамлык (рисунок 3) продольные профили русел более близки к прямолинейному типу. Такой профиль характеризуется примерно равными уклонами на всем протяжении реки и свойственен малым рекам.

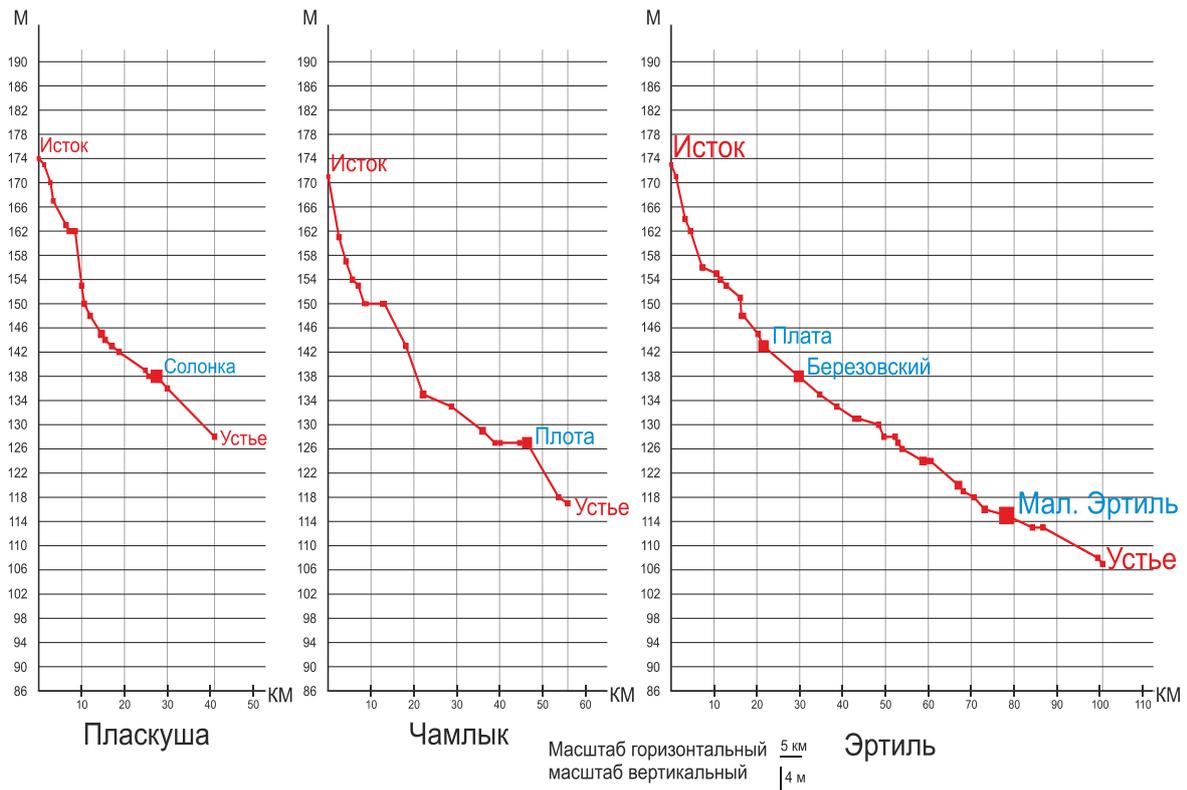


Рисунок 3 – Продольные профили русел р. Пласкуша, Чамлык и Эртиль

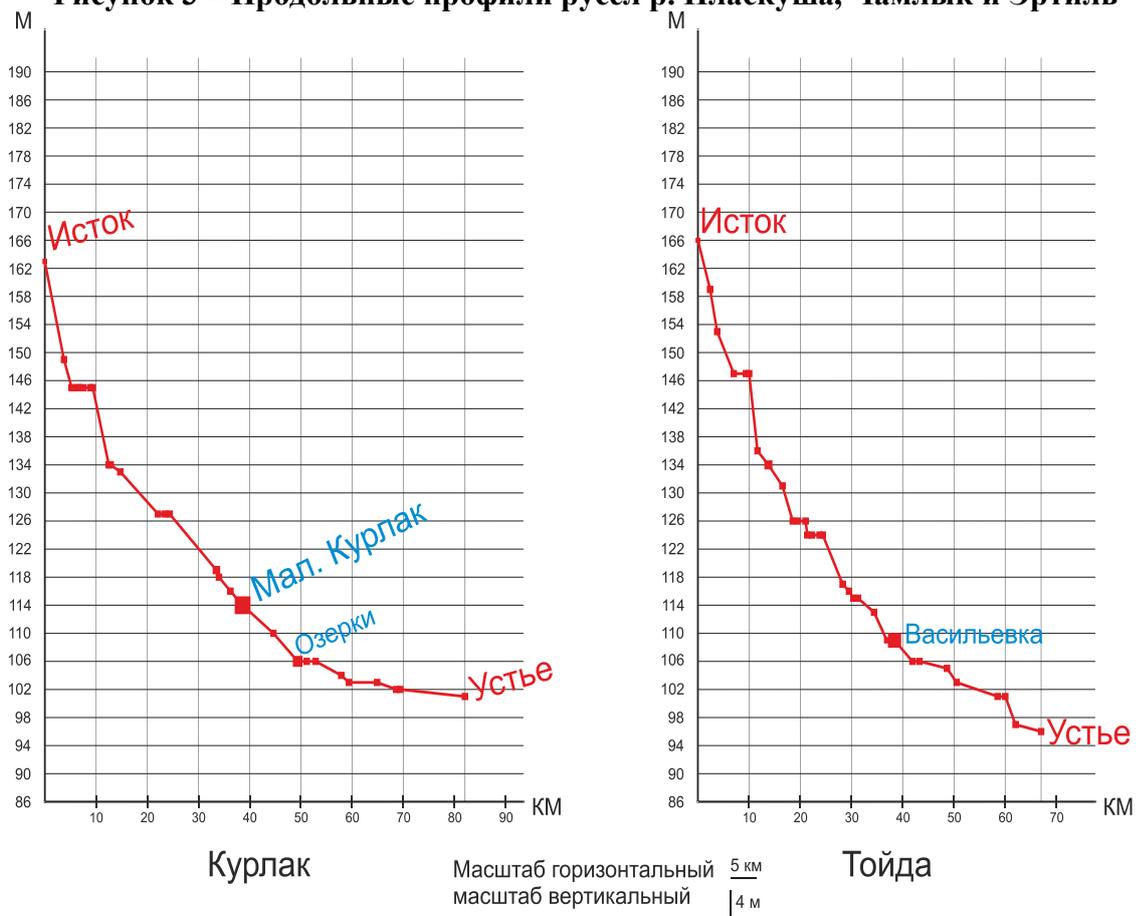


Рисунок 4 – Продольные профили русел р. Курлак и Тойда

5 Чеботарев, А.И. Общая гидрология (воды суши). Учебное пособие / А.И. Чеботарев. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1975. – 530 с.

6 Чернова, М.А. Каталог рек Тамбовской области как инструмент учета водных ресурсов / М.А. Чернова, М.Е. Буковский // Социально-экономическая география в XXI веке: региональное развитие (к 125-летию со дня рождения А.А. Смолыча): Межвуз. респ. семинара, Минск, 17–18 нояб. 2016 г. – Минск : Изд. центр БГУ, 2016. – С. 168–170.

А.Н. ПОЛЮХОВИЧ

ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ПИНСКОГО РАЙОНА)

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

Почвы Беларуси используются человеком в земледелии уже на протяжении пяти тысяч лет. За это время они претерпели существенные изменения своих свойств. В результате многовекового их использования, несоблюдения норм и правил рационального использования и охраны земельных ресурсов наблюдается проявление различных форм деградации почв и почвенного покрова.

На формирование современных почв Пинского района Брестской области оказали влияние следующие факторы: материнская или почвообразующая порода, рельеф, климатические особенности (сочетание тепла и влаги), характер растительности и животные организмы, хозяйственная деятельность человека.

Важную роль в формировании почв играют почвообразующие породы. Они являются частью твердой фазы почвы и определяют ее исходные минеральные, химические, физико-химические и др. параметры. Почвообразующие породы также обуславливают состав почв (гранулометрический, минералогический и химический), свойства (общие физические, физико-механические, водно-воздушные, тепловые) и режимы почв, влияют на структуру почвенного покрова [2].

Цель работы – выявить взаимосвязь почвообразующих пород и сформированных на них почв в пределах Пинского района. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: описать почвообразующие породы Пинского района, изучить современный почвенный покров района, выявить взаимосвязь почвообразующих пород и сформированных над них почв.

Современный почвенный покров Пинского района начал формироваться во время последнего поозерского оледенения. Территория района не покрывалась ледником, но испытала на себе его влияние. Это обусловило состав материнской породы, которая в процессе почвообразования превратилась в почву, определила ее механический состав и структуру.

Почвообразующие породы Пинского района представлены главным образом отложениями плейстоцена:

1) аллювиальные отложения первой надпойменной террасы. Представлены песками, песчано-гравийными отложениями. Занимают южную и юго-восточную часть района;

2) аллювиальные отложения второй надпойменной террасы. Представлены песками, песчано-гравийными отложениями. Занимают небольшие площади на юго-западе, юге и юго-востоке района;

3) конечно-моренные отложения днепровской стадии припятского ледника. Представлены песками, супесями, суглинками, часто дислоцированные. Расположены

севернее Пинска и занимают западную часть района, небольшими участками встречаются на севере района;

4) надморенные флювиогляциальные отложения днепровской стадии припятского ледника. Представлены песками, песчано-гравийными отложениями. Занимают небольшие территории на западе и севере района;

5) озерные и аллювиальные отложения. Представлены песками, алевритами, супесями, суглинками. Встречаются в северной части района;

6) эоловые отложения. Представлены песками. Занимают небольшие территории на юге и севере района [1, 2].

Соответственно на этих отложениях сформировались следующие типы почв [1]:

1) дерново-подзолистые, которые образовались на разных породах: на супесях (занимают центральную и западную часть, небольшие участки на севере), на песках (небольшие территории на севере района);

2) дерново-подзолистые глеевые на песках (небольшие территории на юго-западе);

3) дерновые заболоченные (занимают южную часть района);

4) торфяно-болотные низинные (встречаются на севере района);

5) аллювиальные (пойменные) дерновые и дерновые заболоченные (на юге и юго-востоке района);

6) аллювиальные болотные (в центральной и восточной частях района).

Моренные отложения характеризуются достаточно неоднородным механическим составом: сложены обломками различной величины. На территории Пинского района морена представлена конечно-моренными образованиями, в основном перекрыта водно-ледниковыми наносами и в почвенном профиле обнаруживается в подстилании. Обычно моренные отложения окрашены в бурый, красно-бурый цвет разных оттенков. По гранулометрическому составу почвообразующая толща морены чаще является суглинистой или супесчаной; реже встречаются пески и глины. С глубиной механический состав обычно утяжеляется. На моренных отложениях сформировались дерново-подзолистые почвы на супесях. Эти почвы характеризуются наличием осветленного подзолистого горизонта с желтым оттенком, обедненного подвижными формами железа и алюминия, основаниями, что свидетельствует о протекании подзолообразовательного процесса. Содержание гумуса в таких почвах незначительное, реакция в естественных условиях кислая, при использовании под пашню нуждаются в известковании. Эти почвы отличает низкое содержание обменных оснований, элементов питания и малая емкость катионного обмена.

Флювиогляциальные (водно-ледниковые) отложения представлены разнообразными образованиями, накопившимися в различных условиях при таянии ледника. К ним относятся отложения камов, озов, зандровых полей и др. Среди водно-ледниковых наносов наиболее распространены зандровые отложения, которые образуют выровненные территории, сложенные преимущественно песками и супесями. На надморенных водно-ледниковых отложениях сформировались дерново-подзолистые почвы на песках, для которых характерны кислая реакция среды, незначительное содержание ила и даже физической глины, что обуславливает низкую емкость поглощения. Они слабо обеспечены калием и фосфором, обладают низкой порозностью и гигроскопичностью.

Аллювиальные отложения слагают пойменные и низкие надпойменные террасы. Они отличаются выраженной слоистостью, сортировкой материала по крупности. В их толще нередко имеют место гумусовые и торфяные горизонты. В строении отложений участвует русловой, пойменный и старичный аллювий. На аллювиальных отложениях образовались дерновые заболоченные, аллювиальные дерновые и аллювиальные болотные почвы. Аллювиальные дерновые и аллювиальные болотные почвы формируются под воздействием дернового и болотного процессов почвообразования и их сочетаний. Своеобразие этих почв заключается в том, что процессы

почвообразования и породообразования протекают одновременно, причем отлагающиеся осадки уже подвергались почвообразованию, поэтому процесс формирования аллювиальных почв происходит очень быстро. С водоразделов в поймы сносятся органическое вещество почвы, химизм речных и грунтовых вод в поймах определяет характерные черты почвенного профиля (карбонатность, охристость или оруденелость). Это предопределяет развитие в поймах преимущественно дерновых заболоченных почв, сходных с почвами междуречий. В районах интенсивной распашки и осушительной мелиорации во время весенних половодий происходит обеднение почв питательными элементами, создаются условия для формирования преимущественно грубого, обедненного органическими веществами аллювия.

Аллювиальные болотные почвы формируются на наиболее пониженных участках притеррасной и, реже, центральной поймы (на месте заросших стариц). Они отличаются от торфяно-болотных почв значительным приносом илистых частиц тальными водами, поэтому их иногда называют иловато-болотными. Аллювиальные торфяно-болотные почвы имеют более высокую степень зольности, богаче азотом, фосфором и некоторыми др. питательными веществами. В отличие от низинных торфяно-болотных почв, в торфе аллювиальных торфяно-болотных почв выше показатели степени разложения и зольности. Потенциальное плодородие аллювиальных болотных почв высокое.

С аллювиальными отложениями связано и формирование дерновых заболоченных почв, которые занимают значительные площади на юге Пинского района. Эти почвы образуются под воздействием дернового и болотного процессов почвообразования. На таких почвах произрастают лучшие по продуктивности луга, использование которых возможно и без осушительных мелиораций. По условиям рельефа почвы, в основном, приурочены к нижним частям склонов, ложбинам стока, окраинам крупных низинных болот или, наоборот, плоским приподнятым участкам среди болотных массивов. Очень важным условием развития дерновых заболоченных почв является наличие хотя бы слабого уклона поверхности, обеспечивающего поступление насыщенных кислородом вод, способствующих активной гумификации органики, и отток излишней влаги.

Эоловые отложения представлены в районах распространения водно-ледниковых, древнеаллювиальных и озерно-ледниковых песков. Эти отложения образовались в результате переработки ветром песчаных наносов. Они отличаются выраженной косою слоистостью и хорошей сортированностью; слагают разнообразные по форме холмы и дюны. На эоловых отложениях сформировались дерново-подзолистые почвы на песках.

На озерных и аллювиальных отложениях сформировались торфяно-болотные почвы низинного типа, которые приурочены к плоским понижениям водоразделов, понижениям речных долин и озерных котловин с близким залеганием грунтовых вод. По химическому составу эти почвы отличаются, прежде всего, богатством органическим веществом и азотом, однако они бедны калием и фосфором, а также микроэлементами. Имеют обычно благоприятную для растений реакцию среды. Для их физических свойств почв характерны низкая плотность сложения, очень высокая влагоемкость и малая теплопроводность.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить приуроченность разных типов почв к почвообразующим породам, состав и характер распределения которых, в свою очередь, предопределены геологическим строением и историей формирования территории района.

Список литературы

1 Географический атлас учителя: пособие для учителей учреждений общего среднего образования / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск : Белкартография, 2016. – 392 с.

В.С. РУДЬКО

ПРОДОЛЬНЫЕ ПРОФИЛИ РЕК КАК ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИНДИКАТОРЫ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть,
г. Гомель, Беларусь
vyacheslavrudko@yandex.ru*

Развитие представлений о формировании продольных профилей русловых потоков обстоятельно изложены в ряде научных работ, а именно: в работах Боли и К.К. Маркова, О.П. Чижова и Н.П. Чебаторева, в которых сделаны интересные попытки математического выражения некоторых закономерностей развития продольных профилей.

Именно продольный профиль реки является наиболее общей формой проявления русловых процессов как совокупности явлений, связанных с взаимодействием потока и подстилающих их горных пород. Его форма зависит от распределения частных уклонов свободной поверхности потока между местными базисами эрозии по длине реки. При этом он состоит из многочисленных перегибов, формирующих ступенчатый продольный профиль реки в целом, причем ступени его имеют различные размеры в зависимости от генезиса местных базисов эрозии. Осреднение перегибов в мелком масштабе приводит к сглаживанию конфигурации продольного профиля, в которой могут проявляться только крупные ступени, обусловленные геолого-геоморфологическим строением территории, по которой протекает река.

С другой стороны, форма продольного профиля реки зависит от изменений живой силы потока и его транспортирующей способности по длине реки (рисунок 1). Непрерывное стремление потока реки от ее истока к устью, к образованию такой формы продольного профиля, при которой по длине реки наблюдается соответствие транспортирующей способности потока стоку наносов обусловлено законом автоматического выравнивания транспортирующей способности потока. Продольный профиль, имеющий сравнительно стабильную форму, соответствующую выровненной транспортирующей способности потока и установившимся определенным соотношением между ней и уклоном называется выработанным. Иными словами, выработанный продольный профиль или профиль равновесия характеризует стадию развития русла с установившимися определенными соотношениями между уклоном и транспортирующей способностью потока.

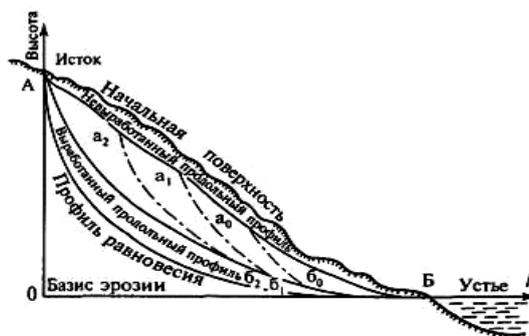


Рисунок 1 – Выработка продольного профиля реки на различных стадиях регрессивной эрозии

Продольные профили рек представляют собой одну из наиболее информативных характеристик позволяющую оценить особенности развития речного потока в разных физико-географических условиях, определить направленность русловых деформаций и тип руслового процесса в зависимости от геолого-геоморфологических условий водосборного бассейна.

В результате исследования были изучены продольные профили 14 рек Беларуси (Бася, Бобр, Бобрик, Дрисса, Друть, Оресса, Ошмянка, Проня, Уборть, Усвейка, Щара, Ясельда, Свислочь, Словечна) построенные по общепринятым методикам [1].

Трендовый анализ позволил выделить три группы рек по соотношению продольных профилей и линий трендов. В качестве тренда была выбрана полиномиальная линия, которая рассчитывает средний показатель, то есть в нашем случае усредненное значение параметров уклона реки на протяжении всей ее длины. Как известно, полиномиальная линия тренда определяется количеством максимумов и минимумов, которые иначе называются экстремумами. Данная линия наиболее четко описывает предполагаемые величины уклонов реки, тем самым строится вероятный профиль равновесия, при котором процессы эрозии и аккумуляции уравновешены.

Формула данной линии тренда выглядит так:

$$y = Cx^6 + \dots + Cx^3 + Cx^2 + Cx + b,$$

где – b максимальная абсолютная отметка;

C – константы

Группа 1. Линия тренда близка к реальному продольному профилю реки. К данной группе относятся реки: Бася, Ошмянка, Проня, Оресса, Щара (рисунок 2). Для них характерна сбалансированность эрозии, аккумуляции и транспорта наносов и преобладание плановых деформаций русла. Бассейны рек Щара, Бася, Проня приурочены к площадям устойчивого опускания земной коры, со скоростями современных вертикальных движений – $-1 - -2$ мм/год. Изменение продольного профиля в основном связано с локальной дифференциацией четвертичной толщи в приповерхностной части и рельефа. Для бассейнов рек Ошмянка и Оресса характерен устойчивый неотектонический режим.

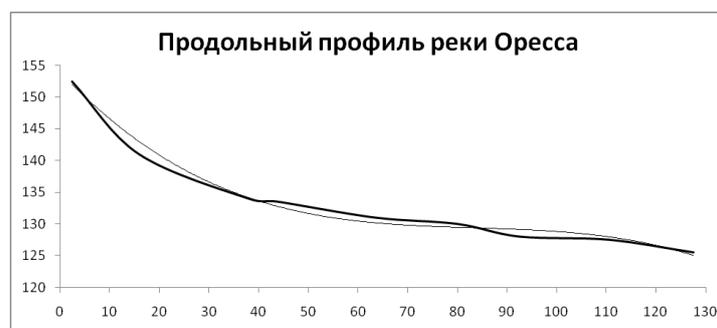


Рисунок 2 – Соотношение продольного профиля и тренда, характерное для группы 1

Группа 2. Линия тренда в верховьях расположена ниже продольного профиля, а в низовьях выше. К данной группе относятся реки: Усвейка, Дрисса, Свислочь (Неманская), Бобрик (рисунок 3). Для верховий этих рек характерны вертикальные русловые деформации, с преобладанием глубинной эрозии, а для низовий горизонтальные русловые деформации с преобладанием процессов аккумуляции. Бассейны этих рек так же приурочены к площадям относительных опусканий со скоростями $0 - -1$ мм/год. Продольные профили рек активно развиваются, процессы взаимодействия водного потока и русла находятся в активной фазе с ярко выраженной

«пятящейся» эрозией в русле. Формирование этих водных потоков началось в период отступления поозерского оледенения (14 – 10 тыс. лет назад).

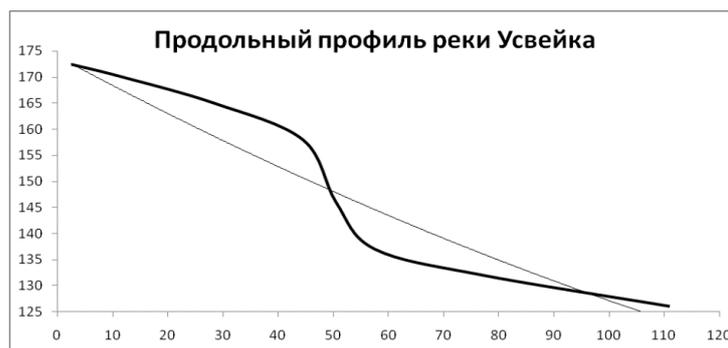


Рисунок 3 – Соотношение продольного профиля и тренда, характерное для группы 2

Группа 3. Линия тренда в верховьях расположена выше продольного профиля, а в низовьях ниже. К данной группе относятся реки: Уборть, Бобр, Друть, Словечна, Ясельда (рисунок – 4). В верховьях наблюдается плановые русловые деформации, а в низовьях вертикальные. Для данных рек такое распределение русловых деформация по продольному профилю объясняется наличием в пределах их бассейнов зон высоких градиентов скоростей современных вертикальных движений земной коры.

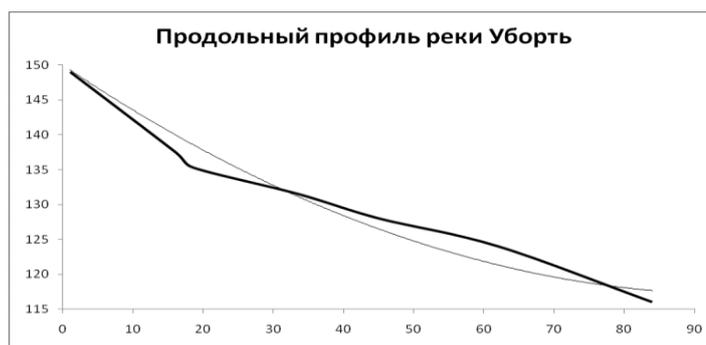


Рисунок 4 – Соотношение продольного профиля и тренда, характерное для группы 3

Трендовый анализ продольных профилей малых и средних рек Беларуси значительно расширяет возможности прогнозирования и планирования развития гидрографических систем. Позволяет оценивать возможные процессы, происходящие с течением времени в русле реки и выявить закономерности развития речной системы, что добивается путем сравнения продольных профилей разного года составления с теоретическим профилем равновесия, что особенно важно в условиях значительных техногенных нагрузок.

Своеобразие форм продольных профилей анализируемых рек связано с особенностями неотектонического развития, современными вертикальными движениями, которые в большей степени оказывают влияние на процессы, происходящие в русле реки, так же немаловажную роль играет строение разреза четвертичной толщи и особенности соотношения морфогенетических комплексов рельефа в пределах водосбора.

Список литературы

1 Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне / Н.И. Маккавеев. М.: Изд-во АН СССР, 1955.

К.В. РЫЖКО

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛУНИНЕЦКОГО И ПИНСКОГО РАЙОНОВ)

*УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь,
kri.ryzhko@gmail.com*

Территория Припятского Полесья является частью Полесской провинции водно-ледниковых, моренно-зандровых, озерно-аллювиальных, озерно-болотных, аллювиальных террасированных и пойменных ландшафтов суббореальной лесной зоны.

В настоящее время вся территория Припятского Полесья – это совокупность природно-антропогенных ландшафтов (ПАЛ), структура и доля которых от общей территории постоянно изменяется. Человек в современном мире использует и изменяет все большие территории различных ландшафтов, при этом формируются природно-антропогенные ландшафты, среди которых широко распространены сельскохозяйственные ПАЛ. На основании критериев выделения ПАЛ по структуре земельных угодий, приведенных в таблице 1 и с учетом теоретических разработок белорусских ученых, в частности Г.И. Марцинкевич [3], А.Н. Галкина [1] и др. нами была проведена типизация природно-антропогенных ландшафтов Припятского Полесья в пределах Лунинецкого и Пинского районов Брестской области.

Таблица 1 – Критерии выделения подклассов сельскохозяйственного класса ПАЛ по структуре земельных угодий, % [3]

Структура угодий	Подклассы				
	Пахотные	Пахотно-культурно-сенокосные	Лугово-пахотные	Пастбищно-лугово-болотные	Сенокосно-пастбищные
Пашня	>60	40-60	50-60	до 15	10
Леса	до 20	до 20	до 20	до 20	до 20
Луга	до 10	до 10	10-40	10	70-80
Болота	до 10	15-20	5-15	до 80	до 15

Сельскохозяйственные ландшафты – одни из наиболее широко распространенных современных ландшафтов. Сельскохозяйственный класс ПАЛ выделяется на основе преобладания доли сельскохозяйственных земель в структуре земельных угодий. В пределах изучаемого региона он занимает 274713,7 га или 46,1 % территории. Практически все сельскохозяйственные ландшафты территории находятся в пользовании сельскохозяйственных организаций, граждан и фермеров.

Для сельскохозяйственных земель Припятского Полесья характерно повышенное значение осушительной мелиорации, а также луговых угодий. На долю осушенных земель здесь приходится 56 % всей площади сельскохозяйственных угодий, что в 1,7

раза выше среднереспубликанской величины, луговых земель – 47 %, против 33 % в среднем по стране. Соответственно, предпочтительной специализацией животноводства в регионе является разведение крупного рогатого скота.

Как следствие в пределах класса сельскохозяйственных ландшафтов на территории выделяется 4 подкласса ПАЛ (рисунок 1): лугово-пахотный, сенокосно-пастбищный, садовый и пахотный. Лугово-пахотный подкласс ПАЛ абсолютно преобладает и занимает 271879,7 га территории, что составляет 98,9 % от площади сельскохозяйственных ПАЛ.

Сенокосно-пастбищный, пахотный и садовый ПАЛ составляют небольшую долю в структуре ландшафтов – 0,5 %, 0,03 % и 0,5 % соответственно.

Лугово-пахотные ландшафты территории распространены в основном в пределах плоских аллювиальных и озерно-аллювиальных низин. Характерны дерново-подзолистые, дерново-подзолистые слабо глееватые и глееватые, иногда заболоченные почвы. На юге региона распространены аллювиальные дерновые почвы.

Сельскохозяйственные земли используются специализированными сельскохозяйственными организациями, а также крестьянскими хозяйствами (таблица 2).

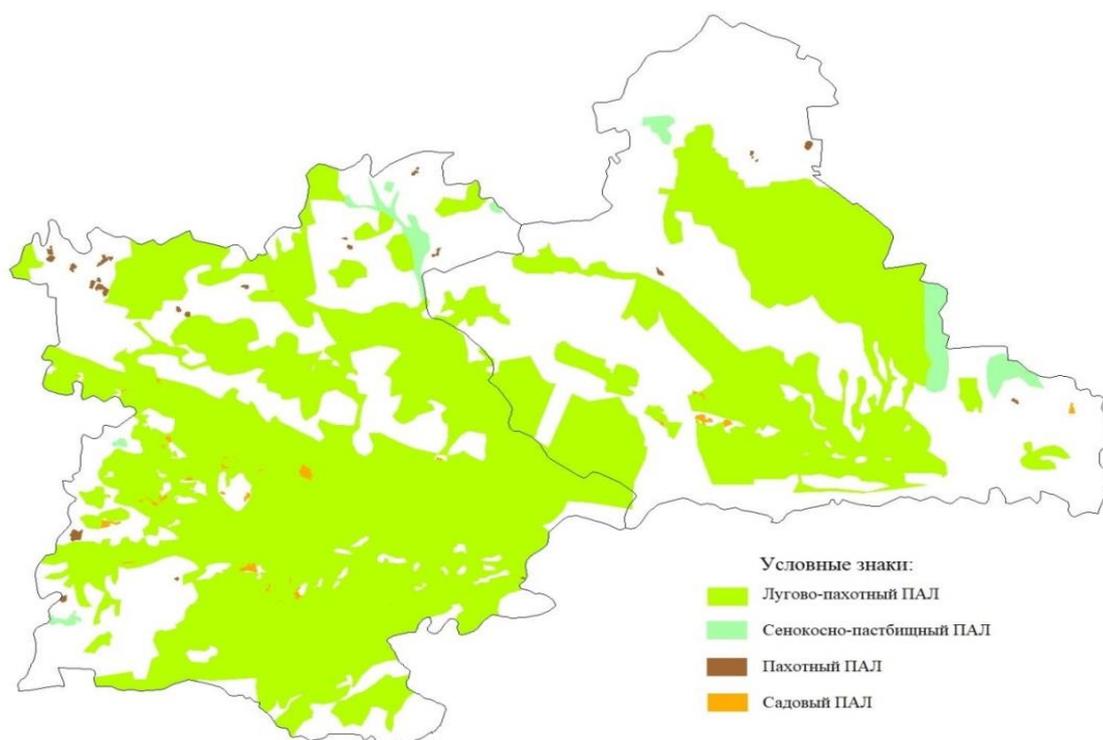


Рисунок 1 – Сельскохозяйственный класс ПАЛ [2]

Пахотные угодья приурочены к наиболее благоприятным местоположениям с плодородными почвами (более 50). Они характеризуются слабым проявлением эрозии, крупными контурами (15 – 20 га), но страдают от избыточного увлажнения (степень заболоченности 40-50 %) [3].

В пределах лугово-пахотных ландшафтов распространена основная часть лугов изучаемой территории (рисунок 2), среди которых преобладают пойменные гидрофитные луга и культурные сенокосы и пастбища. Луга преимущественно расположены в южной части территории и приурочены к долине Припяти и ее притоков.

Сенокосно-пастбищные ландшафты занимают небольшую часть территории 1303,9 га, что составляет 0,5 % сельскохозяйственных ПАЛ (таблица 3).

Таблица 2 – Структура земель сельскохозяйственного класса, лугово-пахотного подкласса ПАЛ, %

Землепользователи	Пахотные	Под постоянными культурами	Луговые	Под древесно-кустарниковой растительностью	Под болотами	Под водными объектами
Сельскохозяйственные организации	37	0,3	36,8	4,9	11,7	3,5
Крестьянские хозяйства	56,9	0,1	37,2	2	0,2	1,4

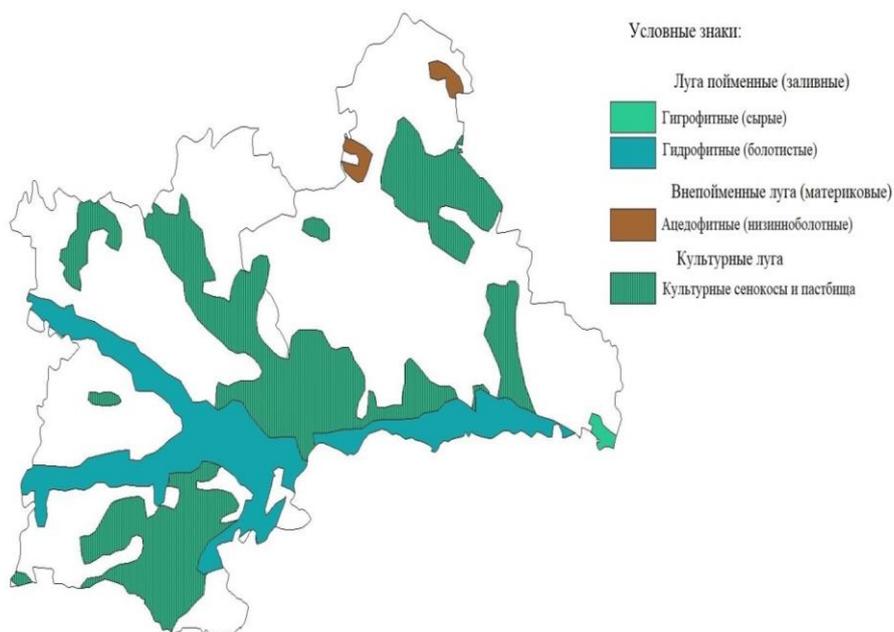


Рисунок 2 – Карта лугов Припятского Полесья [4]

Пахотные ландшафты занимают незначительный процент от всей территории, и составляют 0,03 % сельскохозяйственных ПАЛ (таблица 3). Пахотные ландшафты характеризуются волнистым, волнисто-увалистым, плоско-волнистым рельефом с колебаниями относительных высот 2 – 3 м. Данная территория в основном сложена аллювиальными и озерно-аллювиальными песчаными отложениями, на западе и северо-западе региона распространены моренные супеси, водно-ледниковые супеси и пески.

Широко распространены дерново-подзолистые глееватые супесчано-суглинистые почвы достаточно высокого качества (бонитет 40 – 50 баллов). Почвенная эрозия проявляется слабо. Описываемым ландшафтам свойственен невысокий удельный вес естественной растительности [3].

Садовый природно-антропогенный ландшафт занимает почти такую же площадь территории что и сенокосно-пастбищный подтип – 1454,6 га, либо 0,5 % от сельскохозяйственных ПАЛ территории (таблица 3). Вся территория, занимаемая данным подклассом покрыта постоянными культурами.

Таблица 3 – Структура земель сельскохозяйственного типа, сенокосно-пастбищного, пахотного и садового подтипа ПАЛ, %

Землепользователи	Пахотные	Под постоянными культурами	Луговые	Лесные	Под болотами	Под водными объектами
Гражд.-сенокосен.и выпас скота	-	-	100	-	-	-
Гражд.-огородничество, Гражд.-другие с/х цели	99	-	1	-	-	-
Гражд.-садоводс.и дач.строит.	-	99,96	0,04	-	-	-

В садовых ПАЛ все подчиняется культуре отдельного растения или отдельного сорта (вида). Наиболее характерной чертой садовых ландшафтов является геометрическая планировка территории, обеспечивающая возможность наилучшего проведения агротехнических мероприятий, необходимых для успешной культуры растений.

Таким образом, в ходе исследования была проведена типизация природно-антропогенных ландшафтов Припятского Полесья в пределах Лунинецкого и Пинского районов. Для Припятского Полесья характерны исключительное однообразие рельефа, высокая заболоченность территории и преобладание песчаных и торфяно-болотных почв. Почва сельскохозяйственных угодий в основном дерново-подзолистая, дерново-подзолистая глееватая, торфяно-болотная.

В структуре сельскохозяйственных ПАЛ региона выделяется 4 подкласса ПАЛ: лугово-пахотный, сенокосно-пастбищный, садовый и пахотный, среди которых абсолютно преобладает лугово-пахотный подкласс, расположенный на озерно-болотных, пойменных и аллювиальных ландшафтах.

Список литературы

- 1 Галкин, А.Н. Особенности формирования природно-технических систем на территории Беларуси и их типизация / А.Н. Галкин. – Минск : Літасфера, 2008. – № 1 (28). – 126–140 с.
- 2 Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gismap.by/>. – Дата доступа: 13.09.2018.
- 3 Марцинкевич, Г.И. Ландшафтоведение : Учебное пособие / Г.И. Марцинкевич. – Минск : БГУ, 2005. – 200 с.
- 4 Нацыянальны атлас Беларусі / Кам па зям рэсурсах і картаграфіі пры СМ Рэспублікі Беларусь. – Мінск, 2002. – 292 с.

**МИКРОПЛАСТИК В РЕЧНОЙ ВОДЕ
(НА ПРИМЕРЕ РЕКИ МЫШАНКИ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА)**

*УО «Барановичский государственный университет»,
г. Барановичи, Республика Беларусь,
wald_k@rambler.ru*

Пластик – неотъемлемая часть повседневной жизни современного человека. Он используется в самых разных сферах жизни человека, он вовлекается в производственные и потребительские циклы. При неиспользовании пластика в рециклинге он попадает в природную среду как мусор, где под воздействием химических и физических факторов подвергается длительной деструкции. Это приводит к образованию микрочастиц.

Микропластиком называют частицы не более 5 мм, в большинстве определений не указывается нижняя граница размера [2].

Также деструкционное агрегатирование микропластика происходит при текущем использовании изделий из пластических материалов, синтетических волокон, резиновых изделий.

Кроме того, микропластик является компонентом косметических и гигиенических изделий, в частности, скрабов, зубных паст, шампуней и др.

По данным Международного союза охраны природы (МСОП, *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*), полученным в результате изучения семи различных регионов, микропластик постепенно становится основным загрязнителем вод Мирового океана. МСОП определяет основными источниками попадания микропластика в природную среду изнашивание автомобильных шин и стирку одежды из синтетических материалов. Однако количество первичного микропластика с каждым годом увеличивается и уже составляет в различных местностях от 15 до 30 % [3].

Источниками первичного и вторичного микропластика в воде являются:

- косметика, средства личной гигиены (гели, скрабы, шампуни, зубные пасты, лаки, помады, тени, пудры и т.д.);
- истирание автомобильных шин;
- отслоение судовых, автомобильных, защитных красок;
- стирка одежды из синтетических волокон;
- износ рыболовных сетей;
- технологические потери при производстве пластмасс;
- свалки пластикового мусора [4].

Ученые не перестают спорить о вреде микропластика для организма человека. Дело в том, что в состав пластмасс входят десятки компонентов, ранее считавшиеся безопасными. Но наука не стоит на месте, проводятся новые исследования и становится очевидным, что некоторые из них не так безобидны, как полагали. Про вред изделий из поливинилхлорида (ПВХ), которые могут выделять в воздух опасные химические вещества, предупреждают уже давно. Сегодня все чаще можно услышать противоречивые мнения о фталатах, которые используют при изготовлении косметических средств, игрушек и т.д. Есть предположение о том, что их микрочастицы могут проникать в организм через кожу, при дыхании, накапливаться и ухудшать гормональный фон.

Некоторые частицы микропластика сами по себе не представляют опасности для здоровья человека, но, попадая в воды, пластик деформируется под воздействием

различных факторов, создаются благоприятные условия для размножения микроорганизмов на его поверхности. Легкие микрочастицы быстро распространяются течениями, предсказать их путь невозможно, так как в процессе движения частицы меняют свои характеристики: форму, размер, плотность. Поэтому они могут попасть в любую часть Мирового океана. Многие даже не задумываются о том, что употребляют в пищу пластиковые отходы. Между тем, ученые доказали, что микропластик продвигается по пищевой цепочке (*S.L. Wright, R.C. Thompson, T.S. Galloway Païm, 2013*). Тонны дрейфующего пластика поглощаются моллюсками, рыбой, которую затем употребляют в пищу люди. Частицы пластика после долгого пребывания в океане становятся вовсе не такими инертными, как можно было бы предположить. Они приобретают абсорбирующие свойства, то есть способность впитывать токсины, радионуклиды, соли тяжелых металлов, органические загрязнители [3].

В последнее десятилетие проблема микропластика активно обсуждается в СМИ и на международных конференциях, проводится множество исследований водных объектов, однако из-за масштабности явления полученных данных еще крайне мало.

Научная новизна нашего исследования заключается в том, что водный объект – река Мышанка – впервые изучается на предмет загрязнения пластиковым мусором.

Цель исследования: выявление частиц микропластика в воде реки Мышанки.

Мышанка – река в Барановичском, Ляховичском и Ивацевичском районах Брестской области, является правым притоком реки Шара (басс. Неман). Ее длина – 109 км. Площадь водосбора – 930 км². Река принимает канализационные сточные воды города Барановичи, прошедшие через очистные сооружения.

Для работы нами была использована методика выявления микропластика, разработанная Ю.К. Верес [1].

Для отбора проб природной воды использовались фильтровальная установка, 10-литровое ведро 10 л. На каждой точке пробы отбирались через сетку 100 нм и 30 нм.

На водном объекте определялось место отбора проб. Отмечалась дата отбора пробы, погодные условия, местоположение пробы, описывалась местность: течение, характер дна, наличие растений в воде, цвет воды, наличие следов активности человека. При отборе пробы воды ведро полностью погружалось в воду, чтобы в пробу попадала вода из толщи, а не с поверхности. В процессе необходимо следить за тем, чтобы не задевать дно водоема и не взмучивать его. Наполненное ведро проливалось через фильтровальную установку. Фильтрация продолжалась до суммарного объема профильтрованной воды 100. Если использовался фильтр с меньшей ячейкой, то фильтрация продолжается до тех пор, пока вода проходит через фильтр. Фильтрация осуществляется прямо в водоеме, и профильтрованная вода непосредственно возвращается в водоем.

Места отбора проб показаны на рисунке 1.

Точка 1 располагалась на реке Мышанке вблизи от д. Приозерная Барановичского района, выше по течению от вхр Барановичского.

Точка 2 располагалась на реке Мышанке ниже по течению от вхр Барановичское.

Точка 3 располагалась на реке Мышанке ниже по течению от сбросного канала от городских очистных сооружений.

Проба для определения содержания мусора представляет собой все частицы, оставшиеся на фильтрующей основе. Дальнейшая задача — сохранить все частицы на фильтре, извлечь его из фильтровальной установки, транспортировать до места дальнейшей обработки.

Для обработки проб использовался бинокулярный микроскоп с фотокамерой, чашки Петри. Содержимое банки переносилось в чашку Петри, предварительно расчертив дно чашки с внешней стороны на квадраты. Содержимое чашки внимательно

рассматривалось под микроскопом. При обнаружении частичек микромусора они фотографировались.

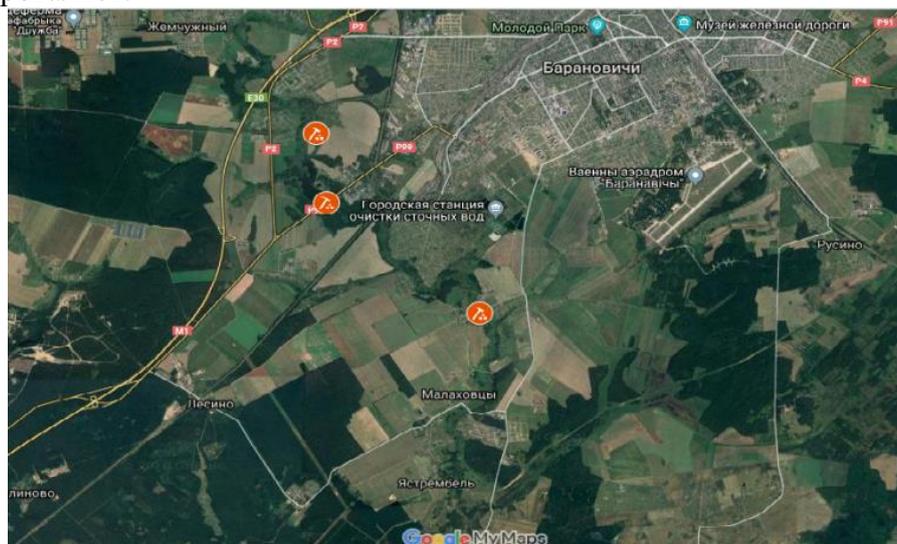


Рисунок 1 — Точки отбора проб

Идентификация микрочастиц производилась сравнением с другими компонентами фильтраата. Частички микромусора обычно ярко окрашены, имеют вид волокон или песчинок.

Были отобраны по десять проб воды в каждой из трех точек отбора. Во всех пробах были обнаружены частицы микропластика (рисунок 2).

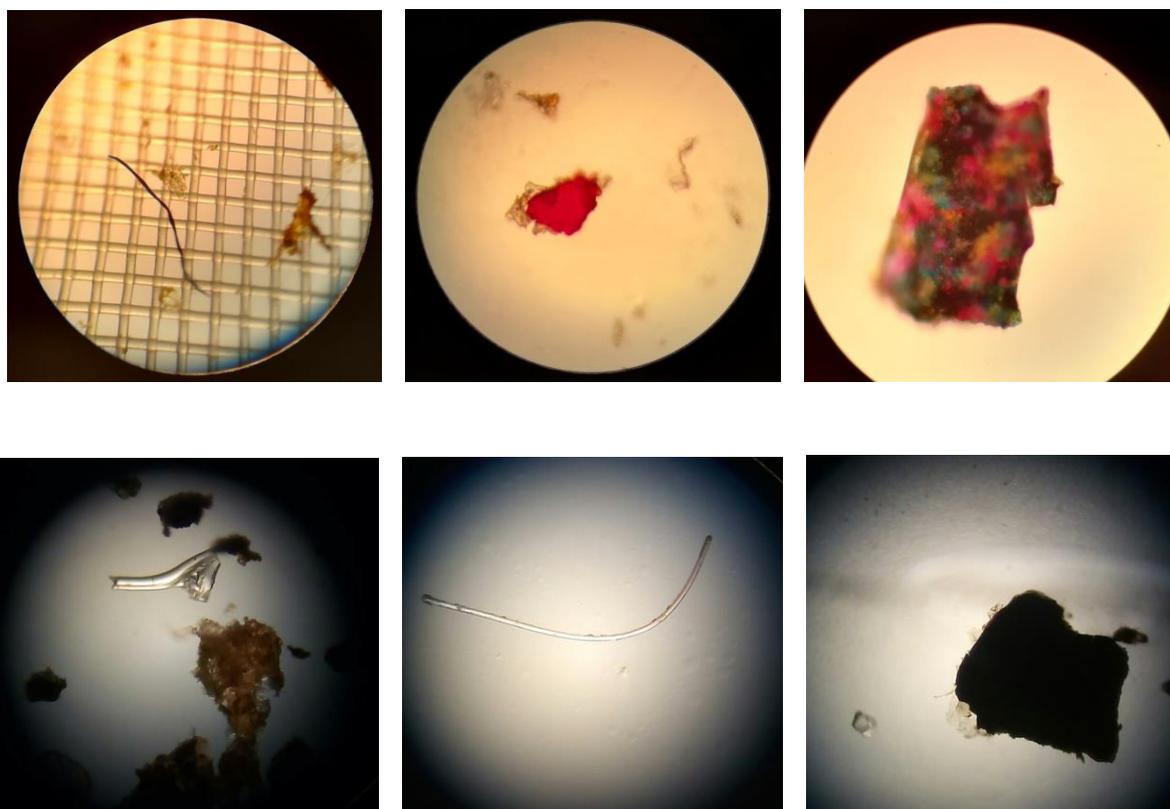


Рисунок 2 — Частицы микропластика, выявленные в воде реки Мышанки

Результаты исследования показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты отбора проб в реке Мышанка

Вид микропластика	Размер ячейки в фильтровальной установке		Общее число частиц
	100 нм	30 нм	
Частицы автомобильных шин	2	8	10
Частицы волокон	10	6	16
Частицы краски	2	1	3
Частицы косметических препаратов	1	3	4
Всего частиц	15	17	33

Таким образом, во всех отобранных пробах воды выявлены частицы микропластика, что подтверждает опасность этого нового для науки загрязнения.

Работа выполнена в рамках проекта ЭКОО «Неруш» «Предотвращение загрязнения природных водоемов через просвещение общественности и специалистов» ССВ16:288.

Список литературы

- 1 Верес, Ю.К. Рекомендации организации исследовательской работы по изучению загрязнения водной среды микромусором / Ю. К. Верес. – Минск, 2017. – 15 с.
- 2 Казмирук, В.Д. Микропластик в донных отложениях: Методы определения / В.Д. Казмирук, Т.Н. Казмирук. // Вода: химия и экология. – 2017. – № 1. – С. 87–92.
- 3 Козловский, Н.В. Микропластик – макропроблема Мирового океана / Н.В.Козловский, Я.Ю.Блиновская // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 10 (часть 1). – С. 159–162.
- 4 Ученые: микропластик в океане стал частью пищевой цепи [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.bbc.com/russian/news-39048885>. – Дата доступа: 01.10.2018.

М.С. ТОМАШ, Д.Н. БОГДАНОВ

ОЦЕНКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ВОДОХРАНИЛИЩ И ПРУДОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tmarinka@mail.ru, dimonoider@gmail.com*

Гомельская область – административная единица на юго-востоке Беларуси, расположенная между 51 ° 11 ' и 53 ° 21 ' северной широты. Занимает площадь в 40,4 тыс. км², или 19,5 % площади страны. Достаточное увлажнение, особенности геологического строения и рельефа создают благоприятные условия для формирования развитой гидрографической сети Гомельской области, т. е. системы рек, озер, болот, прудов и водохранилищ. Хозяйственная деятельность привела к созданию многочисленных прудов, водохранилищ, каналов и канав, которые существенно изменили гидросеть и увеличили водную поверхность.

Как известно, речная сеть Гомельской области относится к бассейну Черного моря. Основу сети образует река Днепр с основными притоками: Припять, Сож и Березина. Всего же по территории области протекают 29 рек, имеющих длину более 50 км.

Зачастую к бассейнам рек тяготеет и множество озер. В Гомельской области их насчитывается около 2 тысяч. Лишь 90 озер имеет площадь 0,1 км² и более. Суммарная площадь всех озер области около 70 км². Озера различаются своими размерами, внешним видом и происхождением котловин. Самое крупное озеро Гомельской области – Червонное – площадь зеркала 43,8 км².

На территории города Гомеля, имеющего статус административного центра Гомельской области, 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, так же есть несколько остаточных водоемов на месте осушенных болот [1].

Кроме естественных озерных водоемов на территории Гомельской области имеется ряд искусственных озер, созданных человеком – водохранилищ и прудов. К водохранилищам относят искусственные водоемы объемом не менее 1 млн. м³; в практике водохранилищами иногда называют крупные пруды. Эти водоемы служат хорошими регуляторами грунтовых вод и влажности прилегающих мелиорируемых земель.

В Гомельской области построено 22 водохранилища общей площадью 42,5 км² и полным объемом более 158 млн. м³ [3].

Первые небольшие водохранилища (пруды) создавались в прошлом при строительстве водяных мельниц. Крупные водохранилища начали создавать после Великой Отечественной войны в связи с широко развернутым строительством межколхозных и районных гидроэлектростанций. Количество водохранилищ резко увеличилось в 70 – 80-е годы в связи с широкомасштабными мелиоративными работами. Водохранилища создаются с целью регулирования стока, водного благоустройства и водообеспечения населенных пунктов, орошения сельскохозяйственных угодий, развития рыбного хозяйства, создания водно-рекреационных систем, для птицеводства, разведения и сохранения дичи. В последнее время водохранилища чаще всего используются комплексно несколькими отраслями народного хозяйства.

Все водохранилища Гомельщины делятся на 2 типа: речные и наливные. Речные водохранилища образуются водоподпорными сооружениями в долинах рек (Великоборское, Княжеборьевское и др.). Наливные водохранилища строятся на мелиорируемых землях и вода в них подается с помощью насосов (Светлогорское, Днепровско-Брагинское и др.).

По морфометрическим показателям водохранилища Гомельской области относятся к числу небольших (объем воды 10 – 100 млн. м³, площадь 3 – 25 км²) и малых (объем менее 10 млн. м³, площадь менее 3 км²). Почти все водохранилища области относятся к малым, и только Светлогорское и Днепровско-Брагинское являются по морфологическим показателям небольшими.

Все водохранилища имеют сезонное регулирование стока. Амплитуда колебаний уровня в них иногда достигает пяти метров. В термическом режиме в них выделяются периоды нагрева (конец марта – конец августа), охлаждения (сентябрь – конец ноября) и зимнего режима (декабрь – март). Средняя температура воды в августе около 20 °С, зимой в придонных слоях вода охлаждается до 1,5 °С. Продолжительность ледостава более 120 суток. По величине минерализации, которая зависит от распаханности и

загрязненности водосбора водохранилища относятся к числу средне – и высокоминерализованных (до 500 мг/л) [3].

Бобруйковское водохранилище, площадью в 1,2 га имеет максимальную глубину всего 3 метра (рисунок 1). Правый берег высотой 5 – 6 метров, заросший красивым сосновым лесом. Высота левого берега иногда доходит до десяти метров, он частично заросший смешанным лесом, а также частично распахан. Водохранилище создано на реке Мытва, которая и протекает через озеро.



Рисунок 1 – Бобруйковское водохранилище

В двух километрах южнее, находится еще одно водохранилище, под названием Княжеборьевское. Оно имеет площадь 140 га и максимальную глубину до 4,3 метров. Правый берег частично заросший сосновым и дубовым лесом, также встречается густой кустарник. Левый берег в основном распахан. Княжеборьевское водохранилище создано на реке Млынок, которая протекает через озеро. Также в этот водоем впадает несколько каналов. Между двумя этими водохранилищами находится вытянутая деревня Княжеборье, в которой недавно были установлены пластиковые колодцы канализационные, для поднятия уровня жизни в этом населенном пункте.

Днепро-Брагинское водохранилище находится в Гомельской области в Лоевском районе (рисунок 2).



Рисунок 2 – Днепро-Брагинское водохранилище

Общая площадь зеркала – 970 га. Максимальная глубина 6,2 метров. Берега песчаные. Озеро наливное, создано в бассейне рек Верхняя Брагинка и Песочанка. Соединяется системой каналов с рекой Днепр. В водоеме обитают: щука обыкновенная, синец (весна), лещ, густера, уклейка, толстолобик пестрый, карась серебрянный, амур белый, карп, плотва обыкновенная, красноперка, ерш обыкновенный, окунь речной, судак обыкновенный.

На сегодняшний день состояние Днепро-Брагинского водохранилища довольно плачевное вследствие строительства ограждающей железобетонной дамбы длиной 13 км, насосной станции производительностью 24 м³/с., подводящего канала, водовыпусков и прочих инженерных сооружений. Сегодня вопрос об орошении земель не стоит. Поэтому смысла в запуске водохранилища как оросительной системы нет, но прорабатывается вопрос о смене профиля этого водного объекта, о чем сейчас готовится предпроектная документация. В самых смелых планах — создание на месте водохранилища зон отдыха с семью очищенными и углубленными водоемами и благоустроенными территориями вокруг них [3].

Светлогорское водохранилище имеет размер 1440 кв. км. (рисунок 3). Берега песчаные, покрыты луговой и кустарниковой растительностью, частично заболочены. Береговая линия сильно изрезана вдоль берега. Находится одноименное водохранилище недалеко от города Светлогорск, в Гомельской области, в Светлогорском районе. Слева от Светлогорского водохранилища, находится небольшая деревня Осиновка. Озеро наливное. Впадает в небольшую речку Жердянка. В водохранилище водятся следующие виды рыб: щука обыкновенная, лещ, карась серебрянный, карп, плотва обыкновенная, красноперка, линь, ерш обыкновенный, окунь речной.



Рисунок 3 — Светлогорское водохранилище

Ловить рыбу в водохранилище разрешено круглые сутки совершенно бесплатно. Несмотря на отдаленность от цивилизации, этот водоем пользуется огромной популярностью у заядлых рыбаков и практически никогда не бывает пустым. Водохранилище находится в очень живописном месте. Несмотря на большую площадь зеркала водохранилища, его глубина максимальная составляет всего пять целых и одну десятую метра.

Великоборское водохранилище находится в Гомельской области в Хойникском районе. Общая площадь зеркала – 290 га. Максимальная глубина – 3 м. Склоны покрыты лесом. Берега окружены дамбой, песчаные, частично покрыты луговой растительностью и кустарником. На западе зарастает, имеет острова. Водоем малопроточный. Из рыб обитают: щука обыкновенная, линь, окунь речной, плотва обыкновенная [2].

На территории области издавна строились небольшие искусственные водоемы – пруды (их полный объем не превышает 1 млн. м³). Они создавались путем перегораживания плотинами малых рек, ручьев, временных водотоков, в искусственных выемках, а также обваловыванием территории вне речных долин – котловинах между холмами, в понижениях рельефа, на равнинных участках местности. Пруды аккумулируют речной сток, используются для орошения, увлажнения сельскохозяйственных земель, хозяйственно-бытовых, противопожарных и рекреационных целях, рыбоводства и разведения водоплавающей птицы. В Гомельской области насчитывается около 150 прудов. По морфологическим особенностям они делятся на малые (площадь до 10 га), средние (10,1 – 25 га) и крупные (более 25 га); по полному объему – малые (до 100 тыс. м³), средние (100– 300 тыс. м³) и крупные (более 300 тыс. м³). В отличие от водохранилищ пруды имеют относительно устойчивый уровенный режим. Наиболее крупные комплексы прудов находятся на территории прудовых рыбных хозяйств. Так, общая площадь прудов рыбхоза «Белое» Житковичского района составляет 1620 га, рыбхоза «Тремля» Петриковского района – 1373 га, рыбхоза «Чырвоная зорка» Житковичского района – 1254 га.

Созданные человеком водохранилища и пруды благоприятно влияют на прилегающие ландшафты: более комфортными становится микро- и мезоклимат, изменяется почвенно-растительный покров, увеличивается видовое разнообразие и количество птиц.

Все водохранилища Гомельской области создавались для регулирования стока, водного благоустройства, водообеспечения населенных пунктов, орошения сельскохозяйственных угодий, развития рыбного хозяйства, а также для водно-рекреационных целей. В последнее время водохранилища чаще всего используются комплексно несколькими отраслями народного хозяйства.

Водоохранилища и пруды в целом благоприятно влияют на прилегающие ландшафты: более комфортным становится микроклимат, изменяется почвенно-растительный покров, увеличивается видовое разнообразие и количество птиц. Вместе с тем сооружение крупных водохранилищ на равнинных реках влечет затопление прилегающих территорий, что вызывает многочисленные экологические проблемы [1].

Таким образом, водохранилища и пруды Гомельской области имеют значение в рыболовстве, как частном, так и промышленном. Зоны рекреации вроде пляжей на них отсутствуют. В Гомельской области построено 22 водохранилища общей площадью 42,5 км² и полным объемом более 158 млн. м³. Пруды на территории области создавались путем перегораживания плотинами малых рек, ручьев, временных водотоков, в искусственных выемках, а также обваловыванием территории вне речных долин – котловинах между холмами, в понижениях рельефа, на равнинных участках местности.

Список литературы

1 Томаш, М.С. Оценка и рекреационное использование водных ресурсов на примере г. Гомеля / М.С. Томаш, Д.Н. Богданов // Географические аспекты устойчивого развития регионов: II международная научно-практическая конференция (Гомель, 23-24 марта 2017 г.) : [материалы] - Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – С. 567–571.

2 Информация о надзоре за зонами рекреации. [Электронный ресурс] / ГУ Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья – URL:

<http://www.gmlodge.by/news/informaciya-o-nadzore-za-zonami-rekriacii/> – Дата доступа 12.10.2018.

3 Богданов, Д.Н. Перспективы использования малых водоемов урбанизированных территорий / Д.Н. Богданов, М.С. Томаш, А.И. Павловский // Урбоэко системы: проблемы и перспективы развития : сборник материалов VI Международной научно-практической конференции (г.Ишим; 16 марта 2018 г.) / отв. ред.О.С. Козловцева. – Ишим : Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2018. – С. 57–59.

М.Н. ТРУБЧИК

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭОЛОВОГО РЕЛЬЕФА МАЛОРИТСКОЙ РАВНИНЫ

*УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь,
marusya.trub4ick@yandex.ru*

Для Малоритской водно-ледниковой равнины, которая относится к геоморфологической области Полесская низина, подобласти Украинское Полесье, характерно широкое распространение эоловых форм рельефа. Эоловый рельеф распространен относительно равномерно и морфологически представлен поперечными и продольными ветру грядами, серповидными и параболическими дюнами.

По особенностям размещения в пределах Малоритской равнины выделяется два района распространения эолового рельефа с морфологически различными формами. Первый район находится в районе д. Орлянка, д. Мокраны и г. Малорита, где наибольшее распространение получили четко выраженные классические формы эолового рельефа: поперечные ветру гряды, в том числе поперечные гряды змеевидной формы, параболические дюны. Некоторые из них являются геологическими (геоморфологическими) памятниками природы. Второй район располагается на границе с Украиной вблизи д. Хотислав, где находится, в том числе Хотиславская дюна, самая длинная в Беларуси эоловая форма – продольная ветру гряда.

В 2,8 км юго-восточнее д. Орлянка располагается эоловое образование (51°51'33.34"С; 23°55'46.91"В) высотой до 167 – 171 м (рисунок 1). Орлянская дюна является геологическим (геоморфологическим) памятником природы. В рельефе дюны представлена песчаной грядой. Дюна вытянута в субширотном направлении, характеризуется чередованием выпуклых и вогнутых отрезков. Длина песчаной гряды составляет 3 км, ширина 50-100 м, относительная высота до 7 м.

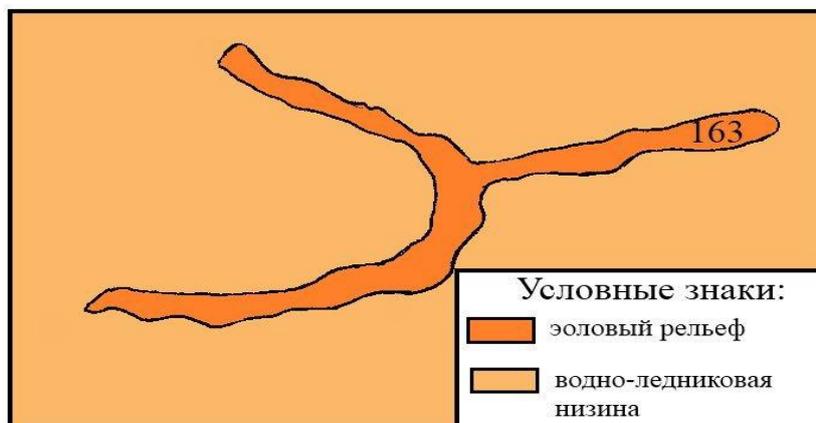


Рисунок 1 – Геоморфологическая карта-схема Орлянской дюны, Малоритский район

По материалам [1], Орлянская дюна является типичной продольной извилистой в плане дюной. Однако картографические материалы 10-30 г.г. XX ст. (М : 100000) показывают, что она фактически образована из соединяющихся между собой параболической дюны и примыкающей к ней продольной гряды.

Две поперечные ветру гряды, расположены одна за одной к востоку от Малориты. Северная гряда представляет собой поперечную ветру гряду змеевидной формы (51°49'58.99"С; 24° 9'24.48"В). Высота центральной части 163 м, северной части 157 м, южной – 159 м. Южная гряда представляет собой классическую поперечную ветру гряду (51°47'55.55"С; 24° 7'39.53"В). Высота центральной части составляет 159 м, северной и южной части – 153 м.

Эоловый комплекс к юго-востоку от д. Великориты состоит из двух эоловых гряд. Северная дюна располагается в 2,7 км южнее д. Липово (51°52'55.22"С; 24° 7'37.85"В) и имеет абсолютную высоту 153-156 м. Абсолютная высота южной дюны составляет 155 м, относительная – 6 м, длина 2,3 км.

Южнее окраины д. Мокраны Малоритского района располагается продольная ветру гряда (51°50'55.22"С; 24°17'37.85"В). Мокранская дюна – республиканский геоморфологический памятник природы. В плане она дугообразная, вытянута в субширотном направлении примерно на 4 км, шириной 50 – 100 м, максимальная абсолютная высота 162 м, относительная высота 10 – 12 м (рисунок 2). Дюна имеет более крутой наветренный северный склон и пологий южный подветренный склон. Пески, образующие дюну, светло-желтые, разнозернистые. Их мощность колеблется от 4 до 11 м. Мокранская дюна образовалась в конце поозерского периода, примерно 14 – 10 тыс. лет). Является эталонной формой эолового происхождения, отражает этапы ледниковой и послеледниковый истории, а также условия древнего ветрового режимф.

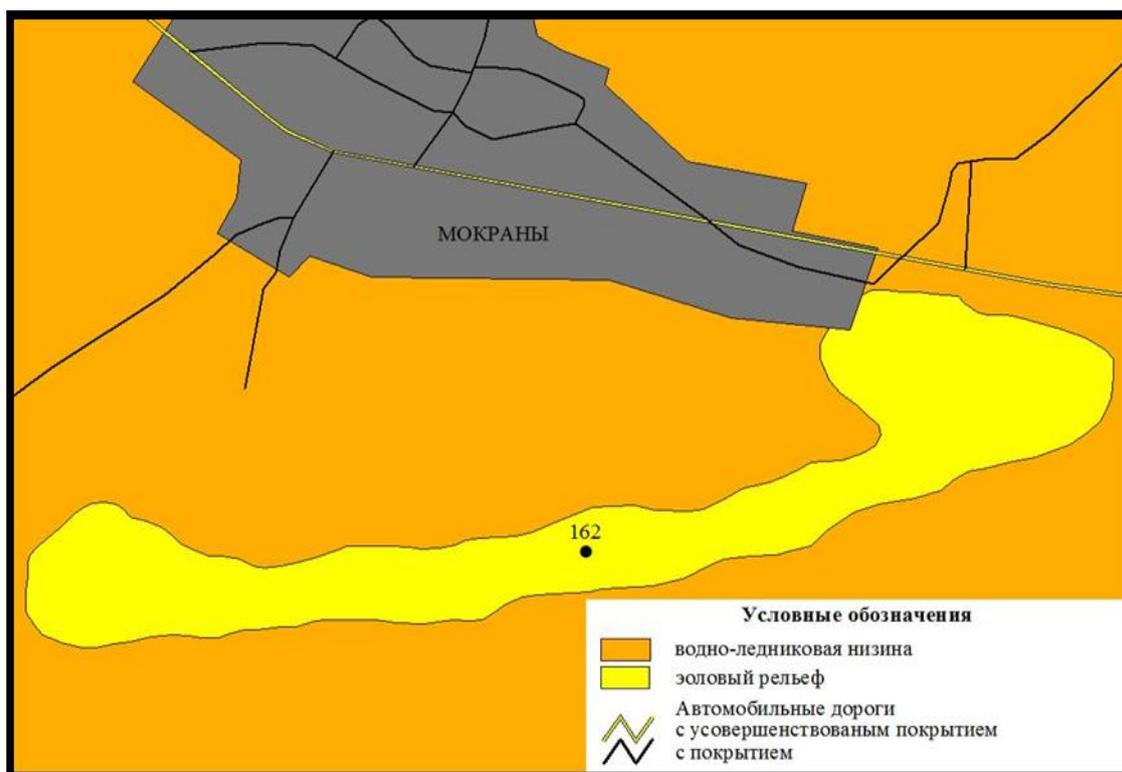


Рисунок 2 – Мокранская дюна, Малоритский район

Хотиславская дюна – геоморфологический памятник природы местного значения – расположена между д. Хотислав и Отчин Малоритского района (51°43'50.22"С; 24°7'37.85"В). Гряда простирается с запад-юго-запада на восток-северо-восток и имеет форму правильной слабовыпуклой дуги (рисунок 3) шириной 50 – 150 м, длиной 6,2 км, относительной высотой от 5 до 11 м. Абсолютные отметки составляют 162 – 168 м.

Хотиславская дюна является типичной продольно расположенной эоловой грядой, изучена сотрудниками ИГН НАН Беларуси [1]. Гряда сложена перевеянными озерно-аллювиальными светло-желтыми, мелко- и разнозернистыми песками мощностью 4 – 8 м и образовалась в конце позерского оледенения около 14 – 10 тыс. лет тому назад.

Продольное (преобладающим ветрам) расположение Хотиславской дюны обусловлено, в том числе, субширотным простиранием верховий Рыты и Малориты, хотя, вероятно, основным фактором явилось расположение и конфигурация болотных массивов, так как данные отрезки рек в основном имеют антропогенное происхождение.

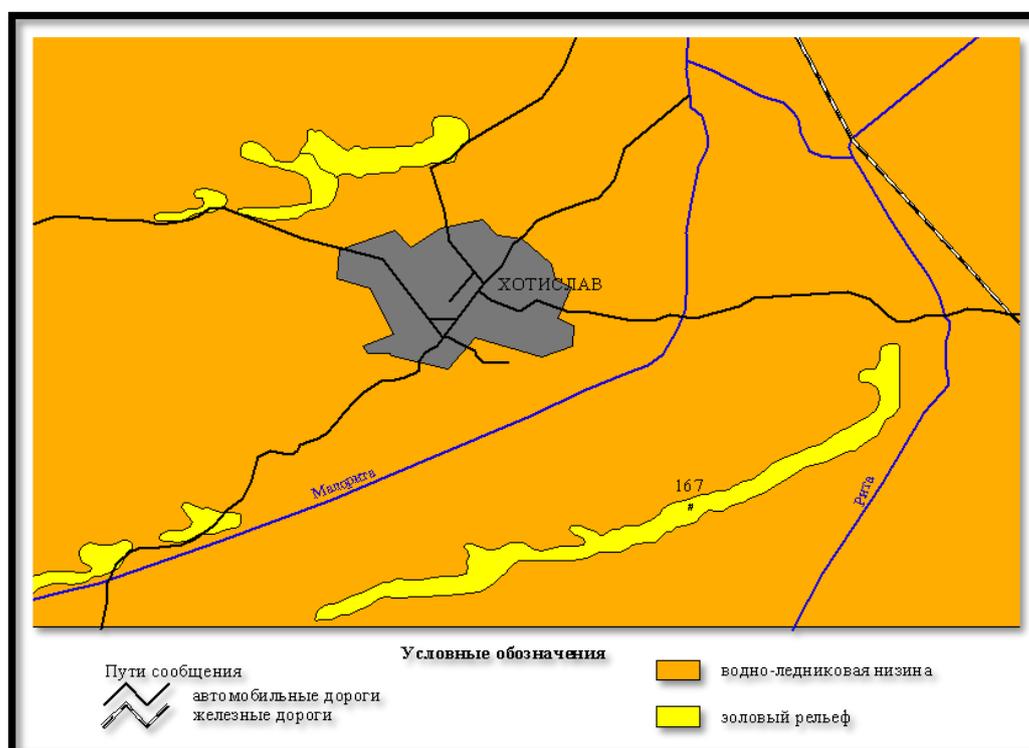


Рисунок 3 – Эоловый рельеф д. Хотислав

К северо-западу от д. Хотислав размещено скопление эоловых образований, субширотного простирания, большинство из них имеет форму небольших холмов, а также нескольких серповидных дюн. Абсолютная высота 162 м, относительная высота 3-4 м, ширина дюн от 80 до 150 м, длина порядка 3 км.

Таким образом, Малоритская водно-ледниковая равнина является территорией распространения классических, в том числе охраняемых государством, эоловых форм рельефа. Эоловый рельеф распространен повсеместно и приурочен к долинам рек, озерно-аллювиальным и водно-ледниковым низинам.

Список литературы

1 Распрацоўка навукова-абгрунтаваных комплексных схем ахоўных прыродных тэрыторый Беларусі (геалагічныя і геамарфалагічныя аб'екты). III этап – Маларыцкі раён

К.В. ШЕМАНАЕВ¹, TRAN NGOC ANH², DANG DINH KHA²

ТЕХНОЛОГИЯ ФОНОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОКА

¹*Российский государственный гидрометеорологический университет,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
shemanaevk@mail.ru*

²*Vietnam National University of Science, Hanoi, Vietnam*

В инженерной гидрологии на данный момент идет тенденция к созданию автоматических интеллектуальных систем поддержки принятия решений, в которых предполагается интеграция, в частности, гидрометеорологических блоков, направленных на предупреждение опасных гидрологических явлений. В некоторых случаях, когда потребителю важно получить качественный прогноз стока, который позволит действовать согласно заранее разработанной программе снижения ущерба от опасного гидрологического явления или чрезвычайной ситуации определенного масштаба, целесообразно осуществлять так называемое фоновое прогнозирование стока, направленное на прогнозирование степени опасности гидрологического явления с минимально возможными затратами информационных, вычислительных, профессиональных и иных материальных и нематериальных ресурсов.

Наше исследование направлено на изучение эффективности методов и алгоритмов автоматической калибровки современных гидрологических моделей, целевых функций, используемых для фоновое прогнозирование стока. Отдельное внимание уделяется анализу временной изменчивости поверхности отклика для различных целевых функций, используемых для оценки эффективности гидрологического моделирования. Таким образом, проверяется, изменяются ли параметры для одного водосбора с течением времени при одном и том же методе калибровки.

Современный потребитель гидрометеорологической информации ожидает получить качественный и современный продукт и тенденции развития науки ведут к тому, что таким продуктом на рынке гидрометеорологических услуг в скором времени сможет стать точный прогноз расхода воды (или уровня) водотока, представленный в виде качественного результата. Де-факто, для принятия управленческого решения в рамках реакции на возможное опасное гидрологическое явление необходима не количественная, а именно качественная оценка прогноза стока воды.

Качественное, то есть фоновое прогнозирование, естественно, должно происходить в автоматическом режиме. Для автоматического прогнозирования часто используется американская модель *Sacramento*. Однако, в условиях недостаточности оперативности и наличия входных данных возникает необходимость применения новых, упрощенных методов и алгоритмов, при этом важно не потерять качество прогноза. В 1989 году В.И. Корнем и В.А. Бельчиковым были предложены методы краткосрочных прогнозов расходов (уровней) воды для речных систем на основе математических моделей. Данные методы подходят для автоматизированного прогнозирования, только в том случае, если у прогнозиста будут в наличии все необходимые параметры модели. Зачастую, в условиях недостаточности данных, есть возможность отсутствующие параметры калибровать. Однако, бывают ситуации, когда данных настолько мало, что приходится калибровать очень много параметров, что приводит к ухудшению качества прогноза, к большим затратам ресурсов для получения прогноза и к полной невозможности получить прогноз по причине невозможности самостоятельно

определить область определения важных параметров модели.

В такой ситуации всегда необходимо иметь дополнительные модели и методики, которые можно использовать при наличии тех или иных данных. То же касается и расчета целевой функции. При работе с различным количеством входной информации и на определенных водосборах возникает необходимость использования более оптимальных целевых функций для определения эффективности прогноза. Например, использование мультимасштабных целевых функций позволяет получить наиболее качественный прогноз, так как их значение улучшается на длинных рядах гидрологической информации, лучше показывая себя на подъемах и спадах во время паводков. Но использование таких функций в автоматическом режиме более ресурсозатратный процесс.

Таким образом, работая с определенным небольшим водосбором имея в своем распоряжении набор целевых функций и методов прогнозирования, можно разработать алгоритм работы с ними, который позволит производить прогноз в автоматическом режиме.

В данной статье будет рассмотрен лишь один вид прогнозов – это фоновые прогнозы стока в режиме, близком к реальному времени; в англоязычной литературе такие прогнозы обычно называются «*Near-Real-Time (NRT) forecasts*». Невозможность прогнозирования стока в реальном времени обусловлена несколькими причинами:

- время интегрирования измерений в зависимости от их дискретности (например, 1-часовой уровень воды – это средний уровень воды за 1 час, который может существенно отличаться от текущего уровня) не равно нулю;
- время первичной (автоматической или, тем более, ручной) обработки данных наблюдателем не равно нулю;
- дискретность данных, предоставляемых наблюдательной сетью потребителю, может быть даже больше времени интегрирования и дискретности наблюдений;
- вторичная обработка данных потребителем (например, анализ и контроль качества) требует некоторого времени;
- прогностическая процедура и постобработка прогнозов тоже занимает некоторое время.

Говоря о прогнозировании стока с неизученных и малоизученных водосборов, необходимо рассматривать и вопросы получения данных из разнородных источников, их способы их обработки, и методы моделирования стока, включая такие специфические аспекты, как калибровка и рекалибровка гидрологических моделей и стыковка моделей погоды и гидрологических моделей в условиях изменения климата и переменной антропогенной нагрузки.

В связи с этим, предлагается применять следующую технологию автоматизированной калибровки гидрологических моделей при фоновом прогнозировании стока.

На рисунке изображена прогностическая задача: водосбор большой реки, который разделен на множество небольших водосборов, гидрологическая изученность которых находится на разном уровне. В тоже время существует несколько гидрологических моделей, которые могут быть применены в различных ситуациях гидрометеорологической изученности и физико-географической обстановки. Например, некоторые модели не применяются для горной местности, некоторые не включают в себя блоки снеготаяния. Также, для работы некоторых моделей необходимо множество входных параметров, а у некоторых концептуальных моделей большинство параметров калибруется. Соответственно, для каждого небольшого водосбора необходимо свое количество исходных данных, получаемых в автоматическом режиме, для применения дальнейших прогностических методик, выбранных исходя из теоретической возможности применения (рисунок 1).

Соответственно, согласно предлагаемой технологии, исходя из водосбора и

ситуации в которой происходит моделирование (например, необходимость в даче оперативного прогноза) можно выбрать наиболее оптимальный вариант связи «калибровки-модель».

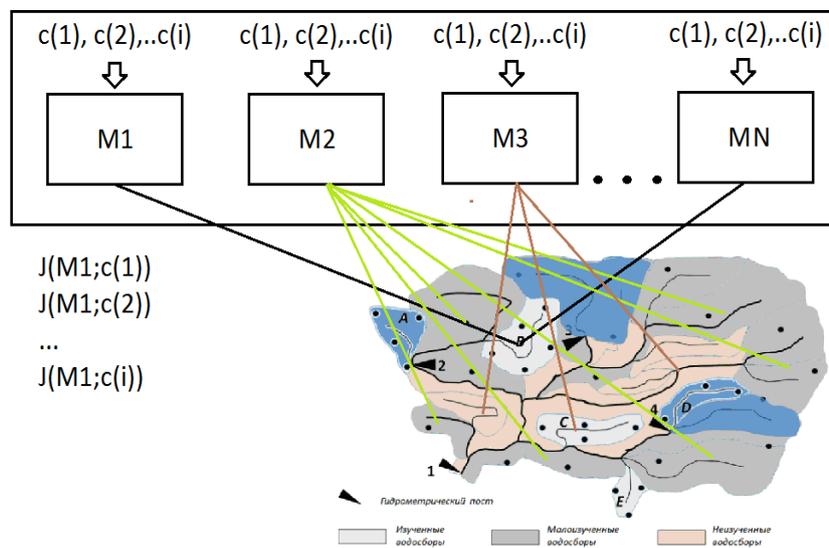


Рисунок 1 – Технология выбора метода калибровки

Таким образом, для каждого рассматриваемого небольшого водосбора количество возможно применимых моделей сократилось из-за невозможности применения остальных.

Также нужно заметить, что у каждой гидрологической модели с калибруемыми параметрами, как правило, существуют альтернативные варианты калибровки, применимые в различных ситуациях, в зависимости от необходимой оперативности или точности результата прогноза. Соответственно, возможно посчитать значение целевой функции для каждого из вариантов «модель-метод калибровки» и определить лучший вариант для рассматриваемого водосбора.

И.В. ШВАЮК

**ИЗМЕНЕНИЕ ДАТ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ
УСТОЙЧИВОГО СНЕЖНОГО ПОКРОВА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА**

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

Снежный покров является одним из наиболее чувствительных индикаторов изменения климата, т.к. он, с одной стороны, зависит от климатических изменений, а с другой стороны, во многом эти изменения определяет, являясь связующим звеном между климатическими и гидрологическими процессами [3].

На фоне роста температур воздуха, наблюдаемых в последние десятилетия, происходят изменения характеристик снежного покрова.

Цель настоящего исследования – выполнить анализ изменения дат образования и разрушения устойчивого снежного покрова Брестской области в современных условиях изменения климата.

Исходными данными для исследования послужили материалы наблюдений Управления гидрометеорологической деятельности Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь по характеристике снежного покрова Брестской области, а также литературные [1, 3], справочные [4] и картографические [2, 5] материалы. При этом рассматривались даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова за период 1987 – 2018 г., которые сравнивались с предыдущим периодом. Использовались материалы наблюдений по 8 метеорологическим станциям Брестской области: Барановичи, Ганцевичи, Ивацевичи, Пружаны, Высокое, Полесская, Брест, Пинск.

Устойчивым принято считать снежный покров, который лежит непрерывно не менее месяца с перерывами в общей сложности не более трех дней в течение месяца. При этом перерыву в один день в начале (конце) зимы должно предшествовать (за перерывом следовать) залегание снежного покрова не менее 5 дней, а перерыву в 2 – 3 дня – не менее 10 дней. За дату образования устойчивого снежного покрова принимается первый день периода с устойчивым снежным покровом, за дату разрушения – следующий день за последним днем с устойчивым снежным покровом. Средние даты образования и разрушения считались только за годы с наличием устойчивого снежного покрова [4].

Выполненный анализ дат образования и разрушения устойчивого снежного покрова по метеостанциям Брестской области за период 1987 – 2018 гг. показал, что образование устойчивого снежного покрова по территории области происходит в основном синхронно, как, например, зимой 2001 – 2002 г. по всем метеостанциям области устойчивый снежный покров образовался 25 – 26 ноября, зимой 2003 – 2004 г. – 1 января, зимой 2006 – 2007 г. – 25 января, зимой 2010–2011 г. – 28 ноября. Однако в отдельные годы даты образования устойчивого снежного покрова могут существенно отличаться. Так, зимой 1987 – 1988 г. на севере области (метеостанции Барановичи, Ивацевичи и Пружаны) он образовался 18 января, на метеостанциях Брест, Высокое и Ганцевичи – лишь 18 февраля, а в Пинске и Полесской вообще не образовался. Зимой 2017 – 2018 гг. образование устойчивого снежного покрова происходило весьма не равномерно – с первой декады декабря (на востоке области) до первой декады февраля.

Бывают годы, когда снежный покров вообще не сохраняется в течение месяца, тогда их относят к годам без устойчивого снежного покрова. Так, устойчивый снежный покров не образовался ни по одной метеостанции области зимой 1991 – 1992, 1994 – 1995, 2014–2015 гг. Зимой 1989 – 1990 и 1992 – 1993 гг. он образовывался лишь в Ганцевичах. Среди метеостанций области чаще всего отсутствие устойчивого снежного покрова за рассматриваемый период наблюдается в Бресте, Пинске и Высоком (соответственно 45, 42 и 39 % лет), реже всего – в Ганцевичах и Ивацевичах (соответственно 13 и 16 %). Если ранее [1] в Барановичах устойчивый снежный покров не устанавливался в 15 % лет, то сейчас – в 23 %. В целом по области за рассматриваемый период каждый третий год – без устойчивого снежного покрова.

На рисунке 1 представлены средние даты образования устойчивого снежного покрова для территории Брестской области за период 1987 – 2018 гг.

Анализ рисунка 1 показывает, что устойчивый снежный покров в Брестской области устанавливается с северо-востока (22 – 23 декабря) на запад (29 – 30 декабря). В среднем по области образование устойчивого снежного покрова приходится на третью декаду декабря. Сравнительная оценка полученных данных за период 1987 – 2018 гг. с

данными, представленными в справочнике по климату Беларуси «Снежный покров» [4], где средние данные рассчитаны за период 1945 – 1990 г., а также в литературных и картографических источниках [1–3, 5], показала, что начало образования устойчивого снежного покрова сместилось в среднем на 2 – 4 дня в сторону более позднего периода, наиболее существенно – на севере области.

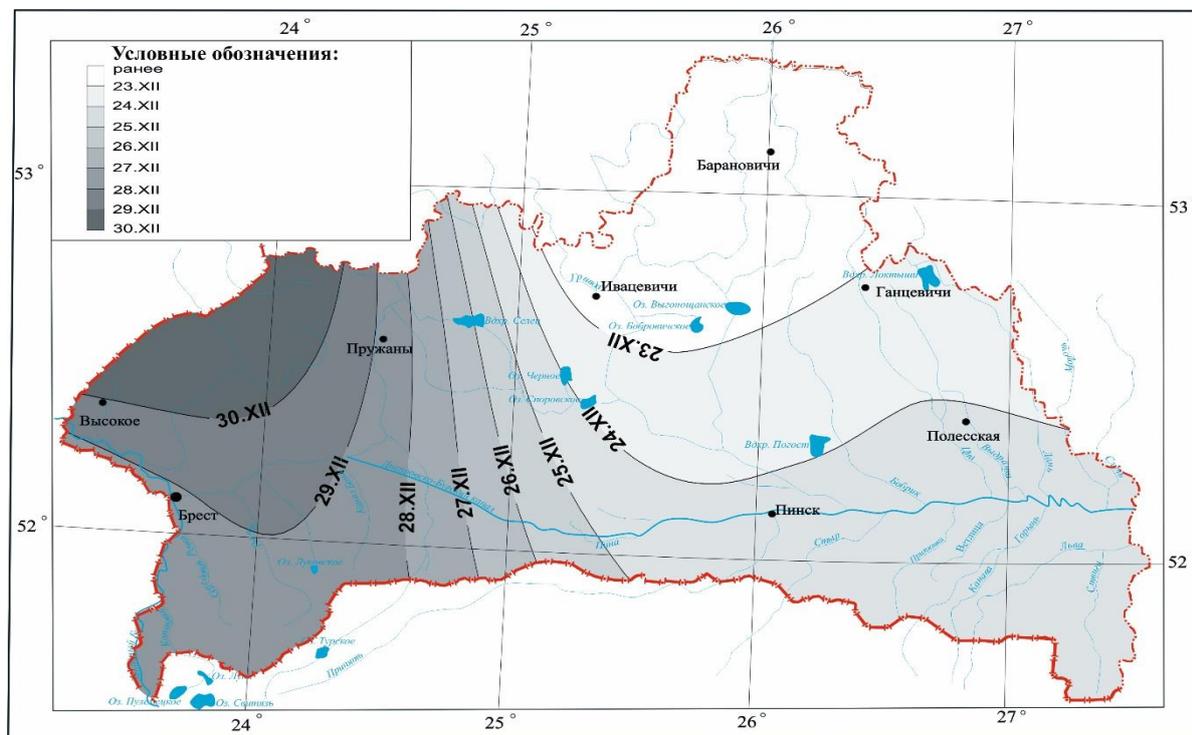


Рисунок 1 – Средние даты образования устойчивого снежного покрова

В таблице 1 представлены наиболее ранние и наиболее поздние даты образования устойчивого снежного покрова по метеостанциям области. Анализ таблицы показывает, что наиболее раннее образование устойчивого снежного покрова отмечалось зимой 1998–1999 г. – во второй декаде ноября, наиболее позднее – во второй декаде февраля.

Таблица 1 – Даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова

Станция	Дата образования		Дата разрушения	
	наиболее раннее	наиболее позднее	наиболее раннее	наиболее позднее
Барановичи	12.11.1998	06.02.2018	27.12.1988	12.04.2013
Ганцевичи	12.11.1998	18.02.1988	18.12.1989	09.04.2013
Ивацевичи	12.11.1998	03.02.1994	27.12.1998	07.04.2013
Пружаны	12.11.1998	12.02.2013	19.12.1998	08.04.2013
Высокое	16.11.1998	18.02.1988	18.12.1998	12.04.2013
Полесская	09.11.1988	31.01.1994	28.12.1988	09.04.2013
Брест	16.11.1998	18.02.1988	18.12.1998	11.04.2013
Пинск	18.11.1997, 1998	03.02.2018	27.12.1997	29.03.2006

Разрушение устойчивого снежного покрова происходит в разные месяцы холодного периода года. Обычно разрушение происходит синхронно, т.е. примерно в одно время по всей территории области (2001 – 2002, 2002 – 2003, 2004 – 2005, 2012 – 2013, 2016–2017). Однако в отдельные годы разрушение устойчивого снежного покрова наблюдается в разное время, как это происходило, например, зимой 1998 – 1999 г. (с декабря по март). Средние даты разрушения устойчивого снежного покрова по Брестской области приходятся на вторую – третью декаду февраля: в Пружанах – 17 февраля, в Бресте, Высоком и Полесской – 25 – 26 февраля (рисунок 2).

Сравнительная оценка полученных данных за период 1987 – 2018 гг. с данными за период 1945 – 1990 г., представленными в справочнике по климату Беларуси «Снежный покров» [4], а также в литературных и картографических источниках [1–3,5], показала, что средние даты разрушения устойчивого снежного покрова сместились примерно на две недели в сторону более раннего периода, а именно с первой декады марта на третью декаду февраля.

Из таблицы видно, что наиболее ранние и наиболее поздние даты разрушения устойчивого снежного покрова значительно отличаются от средних. Так, наиболее ранее разрушение снежного покрова наблюдалось зимой 1998 – 1999 г. (в декабре), а наиболее позднее – в апреле 2013 г.

Средняя продолжительность залегания устойчивого снежного покрова в Брестской области (без учета лет, когда устойчивый снежный покров не образовывался) за рассматриваемый период составляет 58 – 60 дней.

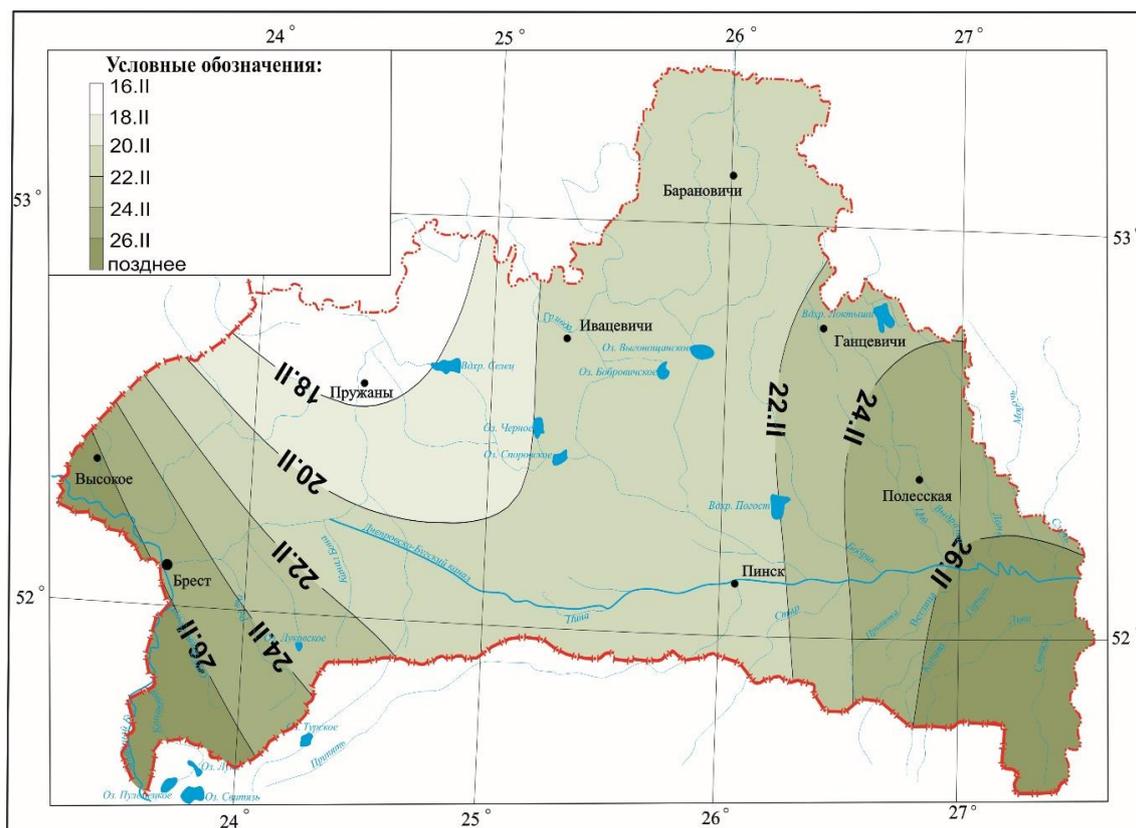


Рисунок 2 – Средние даты разрушения устойчивого снежного покрова

Таким образом, снежный покров с одной стороны, оказывает серьезное воздействие на климат, с другой стороны – является наиболее чувствительным к наблюдаемым изменениям климата. Проведенные исследования показали, что в современных

условиях потепления климата произошли изменения дат образования и разрушения устойчивого снежного покрова в пределах Брестской области. Средние даты образования устойчивого снежного покрова в области сместились на 2–4 дня на более поздние сроки. Средние даты разрушения устойчивого снежного покрова за рассматриваемый период сместились более существенно – на две недели в сторону более раннего периода, а именно с первой декады марта на третью декаду февраля. Соответственно сократилась и средняя продолжительность залегания устойчивого снежного покрова, которая за рассматриваемый период составляет 58 – 60 дней. В современных условиях чаще наблюдаются зимы, когда устойчивый снежный покров не образуется – в среднем 31 % лет, в Бресте и Пинске – более 40 % таких лет.

Происходящие изменения в сроках образования и продолжительности залегания устойчивого снежного покрова оказывают влияние и на другие его характеристики, вызывая изменение его высоты, запасов воды в снеге.

Список литературы

- 1 Геаграфія Брэсцкай вобласці / С.В. Арцеменка [і інш.]. – Мінск : Выд. цэнтр БДУ, 2002. – 388 с.
- 2 Географический атлас учителя : пособие для учителей учреждений сред. образования / Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь. – Минск : Белкартография, 2016. – 392 с.
- 3 Логинов, В.И. Климат Беларуси / В.И. Логинов. – Минск : Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 129 с.
- 4 Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды». – Минск, 2016–2018. – Режим доступа : <http://pogoda.by/climat-directory/?page=299>. – Дата доступа: 04.10.2018.
- 5 Нацыянальны атлас Беларусі / Кам. па зям. рэсурсах і картаграфіі Рэсп. Беларусь. – Минск, 2002. – 292 с.

М.Ю. ЯКУБИЧ

ОСОБЕННОСТИ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В 1987–2016 ГОДАХ

*УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,
г. Брест, Республика Беларусь
marina.yakubich@mail.ru*

Факты об изменении климата последних десятилетий уже не оставляют сомнений и это происходит с нарастающей скоростью. Несмотря на то, что вопрос о причинах современного глобального потепления не является до конца решенным, в исследованиях многих ведущих климатологов мира делается вывод об антропогенном характере потепления. Совместно с естественными колебаниями климата эти изменения проявляются, как на глобальном, так и региональном уровнях.

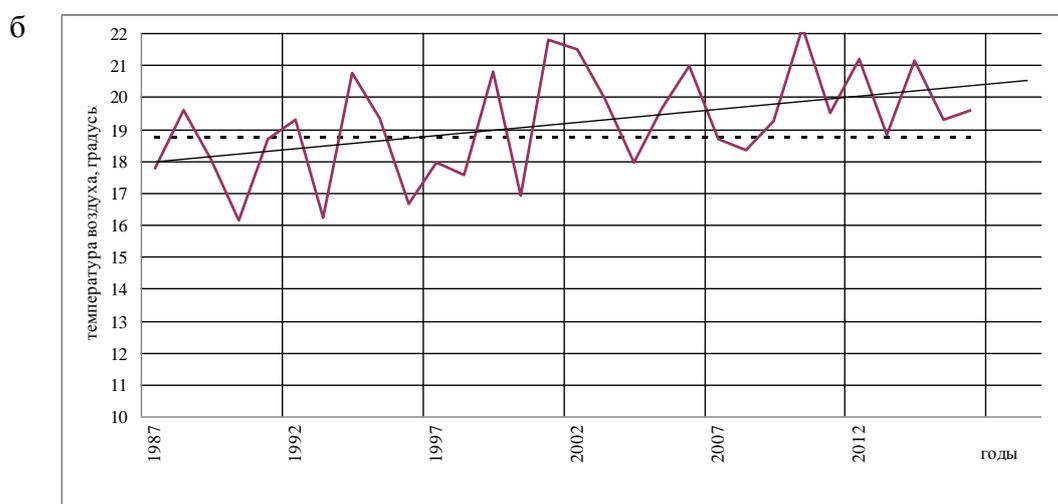
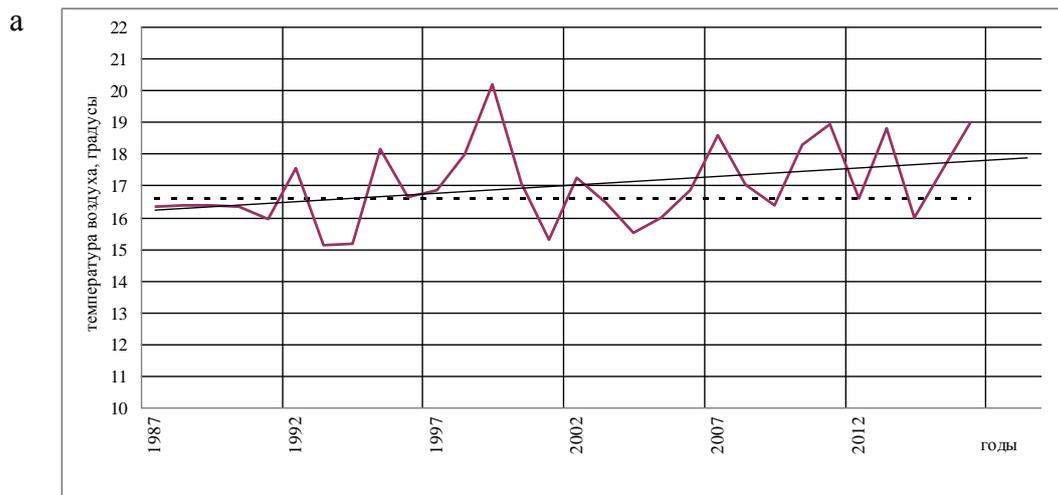
Цель исследования – дать характеристику климатических условий Брестской области в летний период. Исходные данные предоставил «Брестский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»: среднемесячные температуры воздуха и среднемесячные количества осадков за 1981 – 2016 гг. по восьми метеостанциям Брестской области (Брест, Высокое, Пружаны, Ивацевичи, Барановичи, Ганцевичи, Пинск, Полесская).

Критерием, по которому определяются климатические сезоны года, чаще всего является среднесуточная температура воздуха. Началом лета считается переход

среднесуточной температуры воздуха в сторону повышения через 10 °С (в некоторых случаях – через 14 °С). На территории Брестской области лето начинается 25 – 30 апреля и продолжается от 148 дней на северо-востоке до 161 – 162 дней на юго-западе до 26 сентября – 3 октября [1].

В большинстве лет (60 %) самым теплым месяцем является июль. Однако в 15 – 20 % лет этим месяцем бывает июнь и в 20 – 25 % – август. Средняя температура июля за рассматриваемый период составляет 19,2 °С, в то время как средняя температура июня 17,0 °С, августа – 18,0 °С [2, 3]. Самый теплый июль был зарегистрирован в 1994, 1999, 2001, 2002, 2006, 2010, 2012, 2014 гг., самый теплый июнь – 1999, 2007, 2013, 2016 гг., а август – 2010, 2015 гг. Самый холодный июнь был отмечен в 1993, 1994, 2001 гг., июль – 1990, 1993, 1996 гг., а август – 1987, 1998. Исходя из анализа данных за рассматриваемый период времени (1987 – 2016 гг.) прохладное лето, с отклонением средних температур от нормы на более чем 2 °С в сторону понижения, наблюдались в период с 1987 по 1998 гг. После чего наблюдается повышение средних температур. Абсолютные рекорды отклонения от нормы наблюдались в июне 1999 (3,5 °С), июле 2001 и 2005 (3,1 °С и 3,5 °С соответственно), августе 2015 (3,5 °С) (рисунок 1).

Осадки летнего периода в значительной степени связаны с ливневыми дождями. За рассматриваемый период времени (1987 – 2016 гг.) среднее количество осадков трех летних месяцев составляет 75,1 мм. Самым влажным летним месяцем является июль (88,3 мм), а самым сухим август – 61,6 мм.

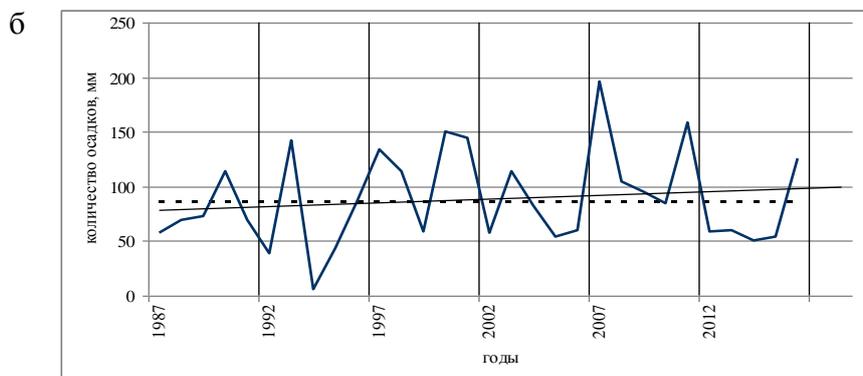
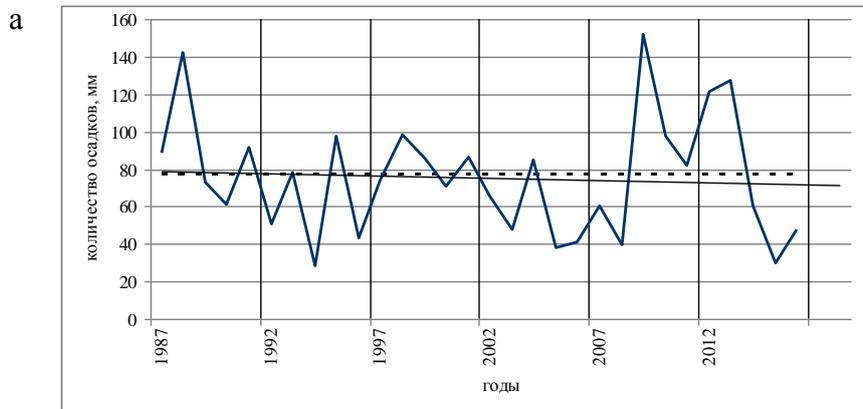




а – июнь, б – июль, в – август

Рисунок 1 – Динамика средней температуры летнего сезона в 1987–2016 гг.

В летние месяцы количество осадков в сухие и влажные годы может различаться на 100 – 150 мм. Абсолютный месячный максимум превышает 200 – 250 мм. Они более вероятны в июле, но за исследуемый период не было зарегистрировано ни одного случая превышения количества осадков 200 мм. В августе 2006 г. среднее месячное количество осадков составило 206 мм, что на 143,9 мм превышает норму. Анализ динамика осадков на территории Брестской области не позволяет сделать однозначный вывод о направленности их изменений. В июне месяце выражен отрицательный тренд, а в июле и августе – положительный (рисунок 2).





а – июнь, б – июль, в – август

Рисунок 2 – Динамика выпадения осадков в летний сезон в 1987–2016 гг.

Таким образом, изменения осадков на территории Брестской области отличаются большей пространственно-временной изменчивостью по сравнению с температурой.

Список литературы

- 1 Климат Беларуси / Под ред. В.Ф.Логинова. – Мн.: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.
- 2 Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
- 3 Логинов, В.Ф. Климатические условия Беларуси за период инструментальных наблюдений / В.Ф. Логинов // Наука и инновации. – 2016. – №9 (163). – С. 25–29.

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУК О ЗЕМЛЕ
В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БЕЛАРУСИ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ**

IV Международная научно-практическая конференция
молодых ученых

(Гомель, 29–30 ноября 2018 года)

Сборник материалов

В 2 частях

Часть 1

Подписано в печать 19.11.2018. Формат 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 38,6.
Уч.-изд. л. 33,62. Тираж 10 экз. Заказ 764.

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, 246019, Гомель.