

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**ВОПРОСЫ НАУК О ЗЕМЛЕ  
В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ  
БЕЛАРУСИ**

Сборник научных статей

В двух частях

Часть 1

Электронное научное издание

Гомель  
ГГУ имени Ф. Скорины  
2017

УДК 55(476)(082)

**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. – Электрон. текст. дан. (14,0 Mb). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: IBM-совместимый компьютер; Windows XP; ОЗУ 512 Mb; CD-ROM 8-х и выше. – Загл. с этикетки диска.

ISBN 978-985-577-370-3 (ч. 1)

ISBN 978-985-577-372-7

В сборнике, который состоит из двух частей, отражены теоретические положения наук о Земле; даются оценки природно-ресурсного потенциала территорий Беларуси и сопредельных государств, рассматриваются актуальные социально-экономические и геополитические проблемы регионов; приводятся результаты экологических, географических и геологических исследований.

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

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

Рекомендован к опубликованию научно-техническим советом учреждения образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»

Редакционная коллегия:

А. И. Павловский (главный редактор),  
М. С. Томаш (ответственный секретарь), А. П. Гусев, О. В. Ковалева,  
О. В. Шершнева, О. Б. Меженная, С. В. Андрушко, Т. А. Мележ.

Рецензенты:

доктор геолого-минерал. наук М.А. Богдасаров,  
доктор геогр. наук К. К. Красовский,  
кандидат географических наук Е. Н. Карчевская

УО «ГГУ имени Ф. Скорины»  
246019, Гомель, ул. Советская, 104,  
тел. (232) 57-16-73, 57-81-34  
<http://www.gsu.by>

ISBN 978-985-577-370-3 (ч. 1)

ISBN 978-985-577-372-7

© Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ</b> .....	8
<b>ЗАЯЦ Д.В., ЗИНОВЬЕВ А.С., КАРПЕНКО М.С., МИХАЙЛОВА Е.В., МОРАЧЕВСКАЯ К.А., ТУРОВ Н.Л., ИВАНОВ П.Н., КОЛЯСЕВ Е.Ф., МУРМАН А.С., СЕРГЕЕВА И.Д., ФЕДИНА Л.А., ФЕДОСЕЕВ А.И., ХУБУЛОВ С.М. СОВРЕМЕННОЕ ТРАНСГРАНИЧНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РОССИИ, БЕЛАРУСИ И УКРАИНЫ НА ПРИМЕРЕ ГОМЕЛЬСКОЙ И БРЯНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ</b> .....	8
<b>ЗЕЛЕНСКАЯ О.Ю., АНУЧИНА Н.А. ТУРИСТИЧЕСКИЙ ОБЛИК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО МНЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА</b> .....	14
<b>КАРЧЕВСКАЯ Е.Н., МОСКАЛЬ К.И. РАЗВИТИЕ БРЕНДА ТУРИСТСКОГО РЕГИОНА</b> .....	17
<b>РОГОТЕНЬ Н.Н. ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО БЕЛАРУСИ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> .....	22
<b>СТЕПАНЕЦ И.О. СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ВЛАСТИ НА РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ В УКРАИНЕ</b> .....	27
<b>ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ</b> .....	32
<b>АЛИЕВА И.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ С ЦЕЛЬЮ НАЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА УЧАСТКА РЕЧИЦКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОЙ НЕФТЕНОСНОЙ ТОЛЩИ</b> .....	32
<b>ДОРОЖКО Н.В., ИВАНОВ Д.Л. ИСКОПАЕМЫЕ АМФИБИИ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ: СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ</b> .....	37
<b>ИСАКОВ А.В. БЛАГОПРИЯТНОСТЬ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ДОЛИНЫ РЕКИ ПРИПЯТЬ ДЛЯ ЕЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ</b> .....	43
<b>КАШУТЧИК К.И. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПЕСКОВ УСТЬЯ РЕКИ ИПУТЬ</b> .....	48
<b>КЛЕВКО И.И. ОСОБЕННОСТИ ДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ</b> .....	53
<b>КОНОНЕНКО А.В. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛОВЫХ ВОДОЗАБОРОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ УКРАИНЫ</b> .....	57
<b>КОРШУКОВА К.С., ГАЛЕЗНИК О.И. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ ПАЛЕОГЕНОВЫХ АЛЕВРИТОВ УЧАСТКА САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»</b> .....	63
<b>ЛЮБЧИК О.С. АДАПТАЦИЯ ЗАКОНОВ УКРАИНЫ ДО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ЕС В СФЕРЕ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД</b> .....	68
<b>МАКСИМОВ Ю.О. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИНЫ</b> .....	73
<b>МЕЖЕННАЯ О.Б., МОТУЗЕНКО Я.А., БОРИСЕНКО Д.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ШИРОКОМАСШТАБНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ГРАФЕНА В НАШЕЙ ЖИЗНИ</b> .....	79
<b>МЕЛЕЖ Т.А., КУРЗОВ А.В. ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ: ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ. ГИДРОГЕОЛОГИЯ. ГЕОМОРФОЛОГИЯ</b> .....	84

<b>МЕЛЕЖ Т.А., РУДЬКО В.С. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЮ) .....</b>	<b>87</b>
<b>МЕЛЕЖ Т.А., БАРАВИК О.А. УЧЕБНАЯ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТА-ГЕОЛОГА.....</b>	<b>92</b>
<b>МЕЛЕЖ Т.А., ПАВЛОВСКИЙ А.И., КЛЮЧИНСКАЯ К.М. КЛАССИФИКАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ХАРАКТЕРУ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С РУСЛОВЫМ ПРОЦЕССОМ.....</b>	<b>97</b>
<b>МИЛУШКИН К.С., АНПИЛОВ В.В., МИЛУШКИНА А.С. СВОЙСТВА МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИ ОТТАИВАНИИ .....</b>	<b>101</b>
<b>МИНИЯРОВА Д.В. ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КВАРЦА ПОЗДНЕОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-ЗИЛАЙСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА .....</b>	<b>107</b>
<b>ПУРГИНА Д.В. ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОПРИТОКОВ В ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ.....</b>	<b>111</b>
<b>РУДЬКО В.С. ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА АРТЕЗИАНСКИХ ВОД ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА.....</b>	<b>118</b>
<b>СОЛОМЕНКО Р.Е. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА МИНСКА .....</b>	<b>127</b>
<b>ЦВИРКО Д.И. ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ .....</b>	<b>132</b>
<b>ЮЩЕНКО И.С. ФАЦИИ СУЛЬФАТНЫХ ПОРОД ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ.....</b>	<b>136</b>
<b>ЯКОВЕЦ С.В. ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРВОГО ПОЯСА ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ДЛЯ ОДИНОЧНЫХ АРТЕЗИАНСКИХ СКВАЖИН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....</b>	<b>139</b>
<b>ЯЩЕНКО О.Г. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕКУЧЕСТИ ГРУНТА ПО ДАННЫМ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕЗУЛЬТАТАМ ЗОНДИРОВАНИЯ .....</b>	<b>145</b>
<b>ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....</b>	<b>150</b>
<b>ГУЦ А.И. РОЛЬ СЕЙСМОФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНО-УГОЛЬСКОЙ ПЛОЩАДИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ) ПО ДАННЫМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЪЕМКИ 3D.....</b>	<b>150</b>
<b>ДАНИЛЕНКО В.В., ЯШИН И.А. ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕТРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА БОРЩЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА .....</b>	<b>155</b>
<b>КАЛЕЙЧИК П.А. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ.....</b>	<b>164</b>
<b>КОЗЛОВ Т.С. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССИФИКАЦИЙ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И МИРА.....</b>	<b>169</b>
<b>КОЗЮЛЕВ И.И. МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....</b>	<b>174</b>



<b>КСЕНЗОВ С.С. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ СТРУКТУР НА ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА .....</b>	<b>179</b>
<b>ЛЕВЧЕНКО В.Д. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МЕЖСОЛЕВОЙ ЗАЛЕЖИ ЮЖНО-ОСТАШКОВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТОТИПОВ НЕФТЕВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД .....</b>	<b>184</b>
<b>ЛОБОВ К.А. НАЧАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД РЕЧИЦКО-ВИШАНСКОЙ ЗОНЫ НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА .....</b>	<b>189</b>
<b>ЛОПУШКО А.А. КЛАССИФИКАЦИЯ КАРБОНАТНО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ЗОЛОТУХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....</b>	<b>196</b>
<b>ЛОПУШКО А.А. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ СКВАЖИН ЗОЛОТУХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....</b>	<b>201</b>
<b>ЛЯЛИК Е.В. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗА ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ КОЛОННЫ.....</b>	<b>206</b>
<b>МИНИЯРОВА Д.В. СИМСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ФОСФОРИТОВ ЮЖНОГО УРАЛА: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ.....</b>	<b>211</b>
<b>СТРЕМАУС М.Н. ТЕНДЕНЦИИ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ В ПОИСКАХ И ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА.....</b>	<b>214</b>
<b>ТИМОХ В.Д. ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ.....</b>	<b>220</b>
<b>ЦЕДРИК А.В. РОЛЬ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В СНИЖЕНИИ ЗАВИСИМОСТИ РЯДА СТРАН ОТ ИМПОРТА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>225</b>
<b>ЧАРКИНА В.Н. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ТИПОВОГО КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПЛАСТОВЫХ ВОД .....</b>	<b>228</b>
<b>ШУБИНА С.В. , ПАНЬКОВ И.Л. ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ЦЕЛИКОВ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ .....</b>	<b>233</b>
<b>ГЕОЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ .....</b>	<b>238</b>
<b>АНДРУШКО С.В. ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРОДА ГОМЕЛЯ.....</b>	<b>238</b>
<b>АХРАМЕНКО Ю.Н. МИРОВОЙ ОПЫТ СТАНОВЛЕНИЯ ГЕОПАРКОВ.....</b>	<b>244</b>
<b>БАРАВИК О.А. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕМЕЛЬ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ.....</b>	<b>248</b>
<b>БЕЛЯЕВА К.В. НЕОБХОДИМОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА В ОБЛАСТИ ГЕОЛОГО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....</b>	<b>253</b>
<b>БОГДАНОВ Д.Н., ТОМАШ М.С. SWOT-АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ.....</b>	<b>259</b>
<b>БОГДАНОВ Д.Н., ТОМАШ М.С. РЕКРЕАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ИНФРА-СТРУКТУРЫ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	<b>264</b>

<b>ВОСТРОВА Р.Н., ПАСТУХОВ Е.Ю., ФОМИН Д.К. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КАВИТАЦИОННОЙ СТРУИ.....</b>	269
<b>ГОДУНОВА Н.В. СПОСОБЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ СКЛАДИРОВАНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ.....</b>	274
<b>ГРИНЮК Д.Ю. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УКРАИНЕ .....</b>	279
<b>КАТАШОВА А.Е. РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ТЕРРИТОРИИ ОТ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОГО РАЙОНА .....</b>	285
<b>КОВАЛЕНКО В.В. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРА ПО ДОБЫЧЕ СТЕКОЛЬНЫХ ПЕСКОВ В АГРОГОРОДКЕ ЛЕНИНО) .....</b>	290
<b>КОДОЛИЧ О.Н., КЛЮЧИНСКАЯ К.М. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.....</b>	295
<b>КОРОТКАЯ А.И. ИСТОЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ – ОДНА ИЗ ГЛАВНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОСТИ .....</b>	300
<b>КОСЭНКО Ю.Ю. СОВРЕМЕННЫЕ ГИС КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА .....</b>	305
<b>ЛИТВИНКО Н.Г., МАКСИМОВ М.М., ПОЗНЯК А.А. ОПЫТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ПРИАЭРОДРОМНОЙ ТЕРРИТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ АЭРОПОРТА «ГОМЕЛЬ») .....</b>	309
<b>МАКАРЦОВА Е.С. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ВОПРОСОВ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.....</b>	314
<b>МОСЬКО Т.В. ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ.....</b>	319
<b>НОВИКОВА Ю.И. РЕЗУЛЬТАТЫ ГИС-АНАЛИЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО В ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНАХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ.....</b>	324
<b>ОКСЕНЧУК Б.Н. ЭФФЕКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ .....</b>	328
<b>ОСТАПУК А.В., КАРПУК В.К. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ БЕРЕЗОВСКОГО РАЙОНА .....</b>	333
<b>ОСТРОУХ В.И., ОСТРОУХ О.А. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД ЧОП-МУКАЧИВСКОГО БАССЕЙНА (НА БАЗЕ ГИС).....</b>	338
<b>ПОСПЕЛОВА Е.А., ЛЕВАШЕВА М.В. ФАКТОРЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛЕСОСТЕПНЫХ РАЙОНАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	343
<b>ПРИХОДЬКО В.Ю., ПРОСЯНЮК И.А., КИРИЯК В.Е. ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ.....</b>	348
<b>ПУЧИНСКАЯ М.В., ВОРОБЬЕВ Д.С. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА» .....</b>	353

<b>СОКОЛОВ А.С. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЛАНДШАФТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛАРУСИ И ЕЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ .....</b>	<b>358</b>
<b>СОКОЛОВ А.С., ГАЙДУК А.С. ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ МОГИЛЁВСКОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	<b>363</b>
<b>ФЕДОРСКИЙ М.С., ШАВРИН И.А. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ И СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>368</b>
<b>ФЕОФАНОВ Д.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЧВОУЛУЧШИТЕЛЕЙ.....</b>	<b>373</b>
<b>ЦВИРКО Д.И. , КУХАРИК Е.А. ПУТИ И ИСТОЧНИКИ ПОСТУПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКИ И ОЗЕРА ПОЛЕСЬЯ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ.....</b>	<b>380</b>
<b>ЧЕРНЫШ Е.Ю. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИИ НАКОПЛЕНИЯ И СКЛАДИРОВАНИЯ ФОСФОГИПСА.....</b>	<b>385</b>
<b>ЧЕРНОМОРЕЦ В.Ю., ЯРОШЕНКО И.Ю. КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗАВИСИМОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ СТАРОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ.....</b>	<b>389</b>
<b>ШИРОКУН К.И. ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ КАК МАРКЕРЫ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ВОДОЕМОВ.....</b>	<b>394</b>
<b>ШПИЛЕВСКАЯ Н.С., ПАСКАННАЯ О.Я. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВБЛИЗИ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА СВЕТЛОГОРСКА).....</b>	<b>398</b>

УДК 339.924

Д.В. ЗАЯЦ, А.С. ЗИНОВЬЕВ, М.С. КАРПЕНКО, Е.В. МИХАЙЛОВА,  
К.А. МОРАЧЕВСКАЯ, Н.Л. ТУРОВ, П.Н. ИВАНОВ, Е.Ф. КОЛЯСЕВ, А.С. МУРМАН,  
И.Д. СЕРГЕЕВА, Л.А. ФЕДИНА, А.И. ФЕДОСЕЕВ, С.М. ХУБУЛОВ

### **СОВРЕМЕННОЕ ТРАНСГРАНИЧНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РОССИИ, БЕЛАРУСИ И УКРАИНЫ НА ПРИМЕРЕ ГОМЕЛЬСКОЙ И БРЯНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ**

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
г. Москва, Российская Федерация,  
ethnogeo@mail.ru*

*Анализируется современная система экономического взаимодействия между Россией, Беларусью и Украиной на примере Гомельской и Брянской областей. Определяются экономические градиенты в развитии трансграничной зоны, анализируется динамика товарооборота приграничных регионов, характеризуются географические закономерности распределения потребительских цен на продовольственные товары.*

Данная статья представляет собой результат полевых исследований зимней экспедиции 2017 г. Научного студенческого общества кафедры географии мирового хозяйства МГУ им. М.В. Ломоносова по теме «Проблемы и перспективы приграничного сотрудничества России, Беларуси и Украины в новых геополитических условиях (на примере Брянской и Гомельской областей)». Экспедиция была проведена при финансовой и информационной поддержке лаборатории геополитических исследований Института географии РАН. В ней также участвовали преподаватели Санкт-Петербургского государственного университета.

Изучение различных видов трансграничного взаимодействия (институционального, экономического, транспортного, социального, культурного) входит в одно из приоритетных направлений развития современной социально-экономической и политической географии. Беларусь и Украина – важнейшие западные соседи России, имеющие с ней целый комплекс исторических и культурных связей. Брянская область – единственный субъект Российской Федерации (РФ), граничащий как с Украиной, так и с Беларусью, протяженность участков границы с братскими славянскими республиками практически одинаковая (соответственно 354 и 355 км). В результате событий 2014–2017 гг. и охлаждения взаимоотношений Киева и Москвы интенсивность трансграничных контактов на российско-украинской границе уменьшилась, барьерные функции границы усилились. В то же время, в 2015 г. с образованием Евразийского экономического союза (ЕАЭС) усилилась степень интеграции России с Беларусью, что должно было усилить контактные функции совместной границы. Всем перечисленным объясняется актуальность проводимого исследования.

Изменения экономических связей в пределах российско-белорусского и российско-украинского пограничных регионов после трансформации административных границ в государственные всесторонне изучались российскими исследователями [1, 3, 4, 5, 7, 8, 10].

Цель исследования состояла в оценке масштабов текущих трансграничных взаимодействий между Россией, Беларусью и Украиной на участке Брянской и Гомельской областей в сложившихся с 2014 г. геополитических условиях. Задачами исследования явились отбор и анализ основных индикаторов трансграничных контактов на микро- (пограничные муниципальные районы) и мезоуровнях (пограничные области), анализ барьерной и контактной функций совместных границ и их потенциала в установлении более тесного интеграционного взаимодействия, составление карт трансграничного взаимодействия и текущего социально-экономического состояния приграничных территорий.

*Экономические градиенты в развитии российско-белорусско-украинского приграничья*

Дифференциация в уровне развития регионов приграничья зачастую определяет направления, интенсивность и формы их экономического взаимодействия. Наилучшим образом социально-экономические градиенты можно проследить через ключевые показатели.

Наиболее высокие показатели *ВРП на душу населения* характерны для Брянской и Гомельской областей, у которых высока доля обрабатывающих производств с высокой добавленной стоимостью, относительно хорошо развиты машиностроение, нефтепереработка (Гомельская область), химическая промышленность. Низкие значения ВРП на душу населения в украинском пограничье (примерно 57 тыс. рос. руб.) обусловлены общим снижением уровня жизни населения, связанным с уменьшением доходов из-за кризисных явлений в экономике и нестабильности политической ситуации.

По *объему промышленного производства* Гомельская область – однозначный лидер трансграничного региона (в 2016 г. она превосходила показатель аутсайдера – Черниговской области – в 10 раз). Промышленный потенциал области сформировался преимущественно в советские годы и в настоящее время активно поддерживается государством. Второе место в совместном приграничье занимает Брянская область, объемы промышленного производства в которой существенно ниже. Экономическая ситуация на Украине ныне развивается таким образом, что речь там идет не о наращивании промышленного потенциала, а о попытках сохранения существующего.

Закрепляет различия между областями приграничья *объем инвестиций в основной капитал на душу населения*. Для наиболее развитых в экономическом смысле областей пограничья характерны низкие показатели инвестиций на душу населения. Брянская и Гомельская области фактически испытывают инвестиционный голод, который можно связать с уменьшением государственных расходов. Объем инвестиций в основной капитал на душу населения в Черниговской и Сумской областях за последние 3 года имеет тенденцию к увеличению, однако, по сравнению с Брянской и Гомельской областями он незначительный. Скорее всего, здесь проявляется эффект низкой базы, поскольку стартовое значение показателя в рассматриваемый период было очень небольшим.

Стоит обратить внимание на еще один важный показатель – *объем сельскохозяйственного производства*. Брянская область в 2015–2016 гг. занимала лидирующую позицию среди других рассматриваемых приграничных областей (в 2016 г. показатель составил 78,3 млрд руб.) [2]. Объем сельскохозяйственного производства Гомельской области за этот период изменялся более плавно, без скачкообразного увеличения, как это произошло в 2015 г. в Брянской области. На фоне высоких российско-белорусских значений, в украинском приграничье заметно падение данного показателя.

По *урожайности зерновых культур* лидируют приграничные области Украины, прежде всего, за счет лучших природно-климатических условий. Однако в 2015–2016 гг. урожайность здесь снижалась, причиной этому, возможно, явился экономический кризис в стране и сокращение затрат на сельское хозяйство. Брянская область заметно увеличила этот показатель с 20 ц/га в 2011 г. до 42,1 ц/га в 2016 г. В Гомельской области за последние 6 лет урожайность колебалась, однако в 2016 г. показатели резко возросли [9].

Средняя урожайность зерновых в районах Брянской и Гомельской областей не превышает 40 ц/га, показатель по районам этих областей однороден; наименьшие значения наблюдаются на западе и севере Брянской обл., в районах, граничащих с Гомельской и Могилевской областями, это, в частности, связано с высокой степенью загрязненности районов в результате аварии на ЧАЭС и высокой заболоченностью. Наибольший показатель в Брянской области принадлежит Стародубскому району, несмотря на то, что его территории также были загрязнены более чем на 85 %. Здесь проводится активная рекультивация и ввод земель такими сельскохозяйственными компаниями, как АПХ «Мираторг» и К(Ф)Х «Богомаз О.А.».

Яркие трансграничные градиенты наблюдаются при рассмотрении территориального распределения показателя *среднемесячной заработной платы*. Сразу бросается в глаза отставание украинских областей и различие в зарплатах по разные стороны границы в 2 – 2,5 раза, что стимулирует трансграничные трудовые миграции. Градиент на рубеже Беларуси и России менее заметен, но он есть и там: зарплата в белорусских районах несколько выше, чем на западе Брянской области. Здесь возникает необычный для других местностей поток фронтальеров – трудовых мигрантов из России в Беларусь, а не наоборот.

#### *Динамика товарооборота Брянской, Гомельской, Сумской и Черниговской областей*

Товарооборот Брянской области с Украиной поступательно рос до развития политического кризиса на Украине, после чего начал резко снижаться до 85 млн долл. в 2015 г. [2]. Товарооборот Брянщины с Беларусью, наоборот, рос и продолжал увеличиваться на протяжении первых лет после создания Единого экономического пространства в 2012 г., однако впоследствии началось снижение, вызванное общемировым падением стоимости сырьевых товаров, имеющих значительный экспортный потенциал (в первую очередь, нефти), и последующей девальвацией национальной валюты. Доля Республики Беларусь в товарообороте Брянской обл. до недавнего времени росла, однако в 2015 г. резко снизилась, что может быть объяснено институциональными формами защиты отечественных товаропроизводителей и другими протекционистскими мерами («продуктовые войны» и опасения реэкспорта продукции из «нежелательных» стран).

В создавшихся условиях Гомельская область извлекает выгоду, созданную осложнением двусторонних отношений между Москвой и Киевом. При общем снижении товарооборота Гомельская область пытается восполнить долю Украины при осуществлении поставок продукции в Россию. Занятие российской ниши в украинском импорте реализуется белорусскими производителями там, где это экономически оправдано и прагматично. Важное значение придается возможному реэкспорту российских энергетических ресурсов на Украину через Беларусь. По мнению экспертов, это стало одной из причин известного решения России ограничить в Беларусь поставки своей нефти.

Доля Украины в товарообороте Гомельской области с начала 2000-х гг. оставалась стабильной и в среднем не превышала 6,5 %. Россия всегда была приоритетным направлением развития торговых отношений для Республики Беларусь при том, что в последние годы наблюдается тенденция, направленная на снижение доли России в товарообороте Беларуси, что может быть связано с открытием для белорусских производителей рынков стран-участниц ЕС и ЕАЭС.

Сумская и Черниговская области из-за фактического разрыва торговых отношений потеряли основной рынок сбыта – Россию, что отражается не только в резком снижении доли России в структуре товарооборота с 28 % в 2011 г. до 11 % в 2015 г. в случае с Сумской областью [11] и с 41 % в начале 2000-х годов до 27 % в 2015 г. в случае с Черниговской областью [6]. Полноценной переориентации украинского экспорта на другие страны, в частности Беларусь, так и не произошло, хотя отдельные категории

товаров все же поставляются (например, элементы гидравлики для ОАО «Гомсельмаш»). В товарной структуре импорта Гомельской области из Украины можно отметить увеличение доли продукции машиностроения, которая раньше Украиной поставлялась на рынок России, в то время как в структуре импорта Брянской области из Украины отмечается снижение доли этого показателя. Создание Украиной зоны свободной торговли с ЕС не компенсирует потерю российского рынка, при этом высказываются опасения из-за возможного наплыва европейских товаров, что еще более значительно сократит украинский потенциал промышленного производства.

В новых условиях структура взаимной торговли в треугольнике Россия – Беларусь – Украина претерпела значительные изменения. Резкое снижение товарооборота России с приграничными областями Украины было ознаменовано ростом поставок аналогичных видов продукции из Беларуси (в первую очередь, продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья). Тем не менее, стоимостные показатели взаимной торговли снизились в связи с нестабильностью курсов национальной валюты. Попытка Беларуси увеличить поставки в Россию, воспользовавшись ограничительными мерами для европейских производителей, закончились фактически безрезультатно. В целях защиты собственных производителей российские власти стали весьма жестко ограничивать импорт продовольствия с территории Республики Беларусь, учитывая, что белорусская продукция составляет высокую конкуренцию российским производителям в силу более низкой стоимости, а часто и более высокого качества.

*Совместные предприятия как форма трансграничного экономического взаимодействия*

Одной из форм трансграничного экономического сотрудничества является создание совместных предприятий, которые используют удобные механизмы выхода на рынки третьих стран (реализуемая российскими властями политика импортозамещения, институциональные условия), а также конкурентные преимущества своей продукции.

Важно понимать причины создания совместных предприятий России и Беларуси. Во-первых, это общая технологическая база, получившая свое развитие во времена СССР и которую в целом удалось сохранить в кризисные 1990-е гг. Во-вторых, это производство продукции с высоким экспортным потенциалом, реализуемым фактически в одном направлении – в Россию. В-третьих, это условия, которые были созданы в рамках единых интеграционных процессов, охвативших ряд стран постсоветского пространства во второй половине 1990-х гг.

Наиболее эффективными совместными предприятиями, действующими на территории Брянской обл., на сегодняшний день являются «Брянксельмаш», учредителем которого выступает ОАО «Гомсельмаш», и «Амкодор-Брянск», которое производит серию погрузчиков и некоторые другие виды специальной техники. «Брянксельмаш» имеет высокий процент локализации производства на территории России, обширную дилерскую сеть по всей стране. При этом все конструкторские разработки и технологические нововведения приходят с головного предприятия «Гомсельмаш», которое осуществляет их внедрение на российском производстве, производит обучение сотрудников. Российский партнер не имеет собственного литейного цеха, хотя поставки сырья для литья осуществляются из России.

*Региональная конкуренция и трансграничные ценовые градиенты на примере рынка продовольственных товаров*

Российские, белорусские и украинские производители являются активными конкурентами на рынке продовольственной продукции. Наибольшую конкуренцию испытывают молочные и мясные изделия, производители которых осуществляют активные действия по поиску новых рынков сбыта. Гораздо более обширный российский рынок привлекает белорусских производителей, их продукция широко представлена в Брянской области. Но нельзя говорить о сопоставимом присутствии российской продукции

на прилавках Гомельской области. Активное проникновение белорусских товаров на российский рынок обусловлено их сравнительно низкой ценой и высоким качеством, а также доверием российских покупателей. Ввоз белорусских товаров лишает многих российских производителей молочных и мясных продуктов рынка сбыта, мешает окупаемости производств. В результате местные власти на разных уровнях и под разными предлогами лоббируют ограничение белорусского продовольственного импорта в Россию. Политику ограничения ввоза иностранных, в частности российских, товаров проводят и белорусские власти.

В рамках зимней экспедиции были проведены полевые исследования по изучению рынка продовольственных товаров – одного из главных конкурентных полей в приграничье. На предварительном этапе были отобраны группы товаров, которые, согласно проанализированным новостным материалам в различных СМИ, являются наиболее «проблемными», в том числе предметом «торговых войн». Был составлен бланк для обследования торговых точек, содержащий информацию о следующих параметрах:

- группы товаров (молочные продукты, колбасные изделия, соль), производителями которых являются Россия, Беларусь и Украина;
- страна происхождения товаров (Россия, Беларусь, Украина, прочие страны);
- ассортимент и стоимость товаров, что позволило рассчитать и проанализировать ценовой градиент, отражающий средний уровень цен на различные группы товаров.

Исследование проводилось в сетевых и несетевых магазинах Брянской и Гомельской областей, а также на рынках Брянска. Общее число магазинов, обследованных в ходе исследования, составило 22. Исследование в Брянской обл. затронуло Брянск, Новозыбков, Севск, Климово, Злынку. Со стороны Беларуси полевые наблюдения проводились в Гомеле.

При анализе ценового градиента можно выделить следующие закономерности:

1) Просматриваются отчетливые ценовые различия между Брянском и Гомелем, во втором городе цены на все товары ниже. Существенно ниже цены на молочную продукцию.

2) В городах приграничья Брянской обл. цены на некоторые виды молочной продукции и колбасные изделия ниже, чем в Брянске, хотя эти различия не столь выражены (таблица 1).

Таблица 1 – Цены на ряд товаров в Брянске, Гомеле и приграничных населенных пунктах Брянской области (по данным на январь-февраль 2017 г. в росс. руб.)

Показатели	Брянск	Новозыбков	Севск	Климово	Злынка	Гомель
<b>Молочные продукты</b>						
Сыр (за 1 кг)	623	542	425	479	630	406
Молоко (за 1 л)	61	51	52,5	56,5	43	35
Сметана (за 0,5 л)	81	66	90	57	75	66
Йогурт (за 0,11 л)	30,5	29	40	23	–	17,5
Творог (за упаковку)	52	59	54,5	59	87	34
<b>Колбасные изделия</b>						
Колбаса вареная (за 1 кг)	317	277	320	218,5	273	189
Колбаса твердого копчения (за 1 кг)	618	487,5	325	515	300	460
<b>Соль (за 1 кг)</b>	38	20	11	12	14	26,5

*Составлено по результатам экспедиционного полевого исследования.*



При сравнении Брянска и Гомеля прослеживается значительная разница в структуре товаров по их происхождению. В отличие от Гомеля, где на прилавках непросто встретить продовольственную продукцию из РФ, в Брянске в большом количестве представлена белорусская продукция: в частности, доля творога белорусских производителей составляет 54 % ассортимента, доля белорусского сыра – 37 %. На полках гомельских магазинов в полной мере преобладают отечественные производители, российская продукция представлена лишь йогуртами (33 % ассортимента).

Украина относительно слабо представлена в структуре продовольственного потребительского рынка обоих областных центров. В выбранных для исследования товарных группах ее присутствие ограничивается лишь поваренной солью, производимой на подконтрольной киевским властям территории Донецкой области (ГП «Артемсоль», г. Соледар).

В приграничных районах Брянской области региональная структура производителей продовольственной продукции во многом схожа со структурой Брянска. Существенное отличие наблюдается лишь в лежащей всего в 9 км от границы Злынке, где широко представлена продукция белорусских производителей: доля произведенного в РБ сыра, молока и сметаны составляет более 50 %.

### Список использованной литературы

1 Анисимов, А.М. Приграничное сотрудничество регионов России, Беларуси и Украины: состояние и перспективы А.М. Анисимов [и др.] // Евразийская экономическая интеграция. 2013. – № 4 (21). – С. 76–96.

2 Брянская область. 2016 год. Стат. сб. / Брянскстат, 2016.

3 Вардомский, Л.Б. Институты приграничного сотрудничества Белоруссии, России и Украины / Л.Б. Вардомский, Т.С. Вертинская // Регионализация внешнеэкономических связей в России и соседних странах: Сборник. М.: ИЭ РАН. – 2014. – С. 103–115.

4 Колосов, В.А. Структурные особенности экономики и градиенты социально-экономического развития приграничных регионов Беларуси, России и Украины / В.А. Колосов, М.В. Зотова, А.Б. Себенцов // Известия РАН. Серия географическая, 2014. – № 5.– С. 32–46.

5 Морачевская, К.А. Приграничность и периферийность как факторы социально-экономического развития приграничных с Белоруссией районов России / К.А. Морачевская // Региональные исследования, 2010. – № 4. – С. 61–69.

6 Основні показники соціально-економічного розвитку Чернігівської області. 2015 р. Головне управління статистики у Чернігівській області, 2016.

7 Пирожник, И.И. Экономико-географические факторы трансграничного сотрудничества Беларуси и России / И.И. Пирожник [и др.] // Региональные исследования, 2009. – № 6.

8 Приграничное сотрудничество регионов России, Беларуси и Украины. ЦИИ ЕАБР, 2013.

9 Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели 2016. Стат. сборник. Том 1. – Минск : Национальный статистический комитет РБ, 2016.

10 Российско-украинское пограничье: двадцать лет разделенного единства / отв. ред.: В.А. Колосов и О.И. Вендина. – М. : Новый хронограф, 2011.

11 Статистичний щорічник Сумської області за 2015 рік. Головне управління статистики у Сумській області, 2016.

D.V. ZAYATS, A.S. ZINOVIEV, M.S. KARPENKO, E.V. MIKHAYLOVA,  
K.A. MORACHEVSKAYA, N.L. TUROV, P.N. IVANOV, E.F. KOLYASEV, A.S. MURMAN,  
I.D. SERGEEVA, L.A. FEDINA, A.I. FEDOSEEV, S.M. KHUBULOV

**CONTEMPORARY CROSS-BORDER ECONOMIC INTERACTION OF RUSSIA,  
BELARUS AND UKRAINE ON THE EXAMPLE OF GOMEL AND BRYANSK REGIONS**

*The article analyzes the current system of economic interaction between Russia, Belarus and Ukraine on the example of Gomel and Bryansk regions. This study defines economic gradients in the development of the cross-border area, analyzes the dynamics of trade turnover of the border regions and characterized geographical distribution of patterns of consumer food prices.*

**УДК 796.5**

О.Ю. ЗЕЛЕНСКАЯ, Н.А. АНУЧИНА

**ТУРИСТИЧЕСКИЙ ОБЛИК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ПО МНЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА**

*ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»,*

*г. Волгоград, Российская Федерация*

*tehnohaus94@mail.ru.*

*zzzznatalizzzz999@mail.ru*

*В данной статье рассмотрен туристический облик республики Беларусь по мнению жителей г. Волгоград и популярность республики среди волгоградских туристов. Данные показатели были определены посредством проведения социологического опроса населения города. Также были выявлены основные причины низкого уровня популярности республики среди жителей Волгограда и предложены пути решения проблем.*

В настоящее время туризм – самый популярный вид деятельности в мире. Всемирная тенденция направления туристических потоков наблюдается в страны Западной Европы, Восточной и Малой Азии. Такая тенденция характерна и выездным туристическим потокам из Волгоградской области и России в целом.

Объектом исследования стала республика Беларусь ввиду того, что территория отличается близлежащим соседним расположением относительно России, богатой историей, большим количеством исторических мест и достопримечательностей, музеев и музейных комплексов, интересных в туристических целях.

Среди населения Волгоградской области наблюдается высокий спрос на культурно-познавательные туры по историческим местам. Но стоит отметить, что при высокой туристической привлекательности исследуемой территории наблюдается невысокий процент выезжающих туристов в Беларусь.

Авторами было проведено исследование, в котором выявлены основные причины низкого потока выезжающих волгоградских туристов в республику Беларусь [1].

Для оценки туристического облика республики Беларусь и популярности посещения данной территории населением Волгоградского региона был проведен социологический опрос населения города. Авторами была составлена анкета «Туристический

облик Республики Беларусь» [2]. Респондентам предлагалось ответить на 12 вопросов. Согласно методике проведения социологического опроса для населения г. Волгоград в 1,015 млн. чел. необходимо было опросить 600 респондентов при условии, что достоверность исследования составит 95 %.

Анализируя полученные ответы респондентов, у авторов получились следующие результаты. Из 600 чел. опрошенных: 258 чел. – мужчины, а 342 чел. – женщины. Возрастная структура анкетированного населения выглядит так: в возрасте 15 – 24 года ответило 480 чел., 25 – 34 года – 66 чел., 35 – 44 года – 30 чел., 45 лет и старше ответило 24 чел.

Следующим вопросом анкетирования было определение социального статуса опрашиваемого населения. Ввиду того, что в туристской индустрии необходимо знать целевую аудиторию потребителя туристического продукта, в анкете было предложено 4 варианта ответа: 1. Школьник; 2. Студент; 3. Работающий; 4. Пенсионер. Нужно отметить, что, категория «Школьник» в опросе не принимала участие, наименьшее число опрошенных составили пенсионеры – 80 чел., 200 чел. – работающее население, а остальные 320 чел. студенты (120 чел. студентов являются работающим населением). Такая высокая доля опрошенных среди студентов объясняется тем, что молодежь наиболее мобильна и готова к путешествиям при условии, что 1/3 часть молодежи путешествует на собственные заработанные средства независимо от родителей.

Для выяснения мобильности опрошенного населения были предложены вопросы, главной задачей которых было узнать, как часто и с какой целью респонденты выезжают за пределы домашнего региона и страны. Так на вопрос «Часто Вы совершаете поездки в другие субъекты РФ» 90 чел. ответили «Один раз в месяц», 240 чел. – «Один раз в полгода», 150 чел. – «Один раз в год», 110 чел. – «Один раз в три года», как оказалось, что 80 чел. никогда не выезжали за пределы региона. Полученные ответы характеризуют уровень мобильности опрошенного населения как средний.

Что касается целей поездок населения, то 300 чел. опрошенного населения совершают поездки в туристических целях, 100 чел. – деловые поездки и 220 чел. – семейные поездки к родственникам. Анализируя полученные результаты, можно сказать, что большая часть респондентов характеризуется высокой туристической активностью внутри страны.

В ходе анкетирования выяснилось, что 290 чел. среди опрошенного населения выезжали за границу, из них 240 чел. совершали туристические поездки, 30 чел. – деловые поездки, а 20 чел. – семейные поездки к родственникам. Можно сделать вывод, что по большей части люди выезжают за границу с целью посещения стран как туристы. Сравнивая туристическую активность респондентов по территории России и за рубежом, то в первом случае она выше практически в два раза относительно второго показателя. Это можно связать с тем, что поездка за границу для человека обходится дороже, чем поездка по территории страны, также это связано с затратами на оформление документов, разрешающих выезд из страны, более дорогостоящий проезд, проживание и пользование туристическими услугами [1].

Затем в анкете предлагался вопрос, где нужно было ответить, посещали ли опрашиваемые люди Республику Беларусь или нет. Так из выезжающих за границу 290 чел. всего 60 чел. посещали республику. Причем, что 25 чел. были на территории республики как туристы, 20 чел. посещали данную территории по семейным обстоятельствам, а 10 чел. были с деловым визитом. Стоит отметить, что из 600 чел. опрошенных 496 чел. желали бы посетить Республику Беларусь.

Возникает вопрос, почему при высоком спросе населения на посещение территории Беларуси при доступности рассматриваемой территории для путешествий, при невысокой стоимости поездки в республику, наблюдается такой низкий процент выезжающих в Беларусь из Волгоградского региона?

Это можно объяснить тем, что на территории г. Волгоград из 256 существующих туристических фирм всего лишь 3 организуют туристические поездки в республику Беларусь (*Pegas Touristik*, Турагентство Маршрут, НИКОтурс) [3]. Также это напрямую связано с низкой рекламой туристических компаний республики (отсутствие информационных флаеров, буклетов, листовок в офисах компаний) как исторического и туристического центра [1].

Необходимо отметить, что респонденты, которые посещали республику, отметили ее туристическую привлекательность в среднем на 3,5 балла по пятибалльной шкале. Что говорит нам о туристической привлекательности исследуемой территории на уровне выше среднего, т.е. туристический потенциал Республики Беларусь не уступает популярным внутренним направлениям по России, а также ближнего зарубежья.

Наиболее посещаемые города в республике, по мнению волгоградских туристов, являются Брест, Минск, Слуцк, Солигорск, Старобин, Гомель, Витебск, Полоцк, Лида. Стоит отметить, что это достаточное количество городов, которые вызвали интерес к посещению у туристов, что является еще одним показателем, характеризующим территории Беларуси как перспективного и доступного туристического направления для населения Волгоградской области.

С целью увеличения туристического потока из г. Волгоград на территорию Беларуси по мнению авторов необходимо осуществить следующие мероприятия [1]:

- Расширить рекламу и вывести туристический облик Беларуси на новый, более высокий уровень в г. Волгоград;
- Туристическим фирмам в большем объеме организовывать туры на территорию республики;
- Профсоюзам организовывать поездки от организаций с туристическими целями на территорию Беларуси;
- Туристическим предприятиям г. Волгоград стоит расширить ассортимент туристических продуктов и услуг предоставляемых в республике Беларусь.

После проведения ряда предложенных мероприятий, будет значительное увеличение числа выезжающих туристов из Волгограда в Беларусь, что еще в большей степени усилит дружественные отношения двух государств, а также позволит привлечь туристический поток из республики в Волгоградскую область.

### **Список использованной литературы**

- 1 Бриггс, С. Маркетинг в туризме / С. Бриггс. – К.: Знания-Прес, 2005. – 358 с.
- 2 Добреньков, В.И. Методы социологического исследования / В.И. Добреньков, А.И. Кравченко. – М. : Инфра-М, 2004. – 768 с.
- 3 Полный список туристических фирм г. Волгоград [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://tyr34.ru/catalog/turfirmy\\_volgograda](http://tyr34.ru/catalog/turfirmy_volgograda). – Дата доступа: 15.09.2017.

*O.Yu. ZELENSKAYA, N.A. ANUCHINA*

### ***TOURIST APPEARANCE THE REPUBLIC OF BELARUS ON THE OPINION OF THE POPULATION OF VOLGOGRAD***

*In this article the tourist appearance of the Republic of Belarus is considered according to the opinion of Volgograd residents and the popularity of the republic among the Volgograd tourists. These indicators were determined through a sociological survey of the city's population. Also, the main reasons for the low level of popularity of the republic among the residents of Volgograd were revealed and ways of solving problems were suggested.*

Е.Н. КАРЧЕВСКАЯ, К.И. МОСКАЛЬ

## РАЗВИТИЕ БРЕНДА ТУРИСТСКОГО РЕГИОНА

*УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
karchevskaya09@mail.ru,  
ksyu.moskal.96@mail.ru*

*В статье рассматривается понятие бренда как наиболее эффективной технологии создания ценности товара, услуги и самой компании. Акцентируется внимание на бренде территории. Выделены особенности дифференцированного брендинга. Обозначены основные этапы стратегии дифференциации бренда. Представлена модель выработки стратегии дифференциации бренда организации индустрии туризма. Рассмотрен процесс создания бренда. Выделены классификационные признаки и представлены типы мировых туристических брендов. Приведены примеры наиболее ярко представленных в Республике Беларусь типов туристических брендов.*

Бренд – это наиболее эффективная технология создания ценности товара, услуги и самой компании. А. Репьев [1], президент рекламно-маркетингового агентства *Mekka Advertising*, рассматривает бренд так: «продукт – это то, что производят на заводе; бренд – то, что приобретает покупатель; продукт может скопировать конкурент; бренд – уникален; продукт может быстро устареть; успешный бренд – вечен».

В настоящее время существует два подхода к определению бренда:

- 1) задача и также индивидуальные атрибуты: название, логотип и другие визуальные элементы (шрифты, дизайн, цветовые схемы и символы), позволяющие выделить компанию или продукт по сравнению с конкурентами;
- 2) образ, имидж, репутация компании, продукта или услуги в глазах клиентов, партнеров, общественности.

Термин «брендинг территорий» появился только в 21-м столетии, но данное явление существовало веками. С давних времен люди, стремясь создать благоприятные условия для привлечения ресурсов, интуитивно занимались тем, что теперь мы назвали бы территориальным маркетингом и брендингом.

Продвижение города осуществлялось через создание религиозного центра, что позволяло привлечь паломников; а также путем проведения ярмарок, которые не только привлекали купцов, но и служили центрами развлечений – на них стекались уличные артисты и гадалки.

Таким образом, бренд территории – это совокупность уникальных качеств, непреходящих общечеловеческих ценностей, отражающих своеобразие, неповторимые оригинальные потребительские характеристики данной территории и сообщества, широко известные, получившие общественное признание и пользующиеся стабильным спросом потребителей данной территории [2].

Формирование комплексного бренда территории происходит под влиянием ряда факторов (рисунок 1).

На сегодняшний день организации при выборе стратегии действий для достижения конкурентных преимуществ могут использовать различные методы (лидерство в издержках, дифференциация продукции, концентрация, интеграция).

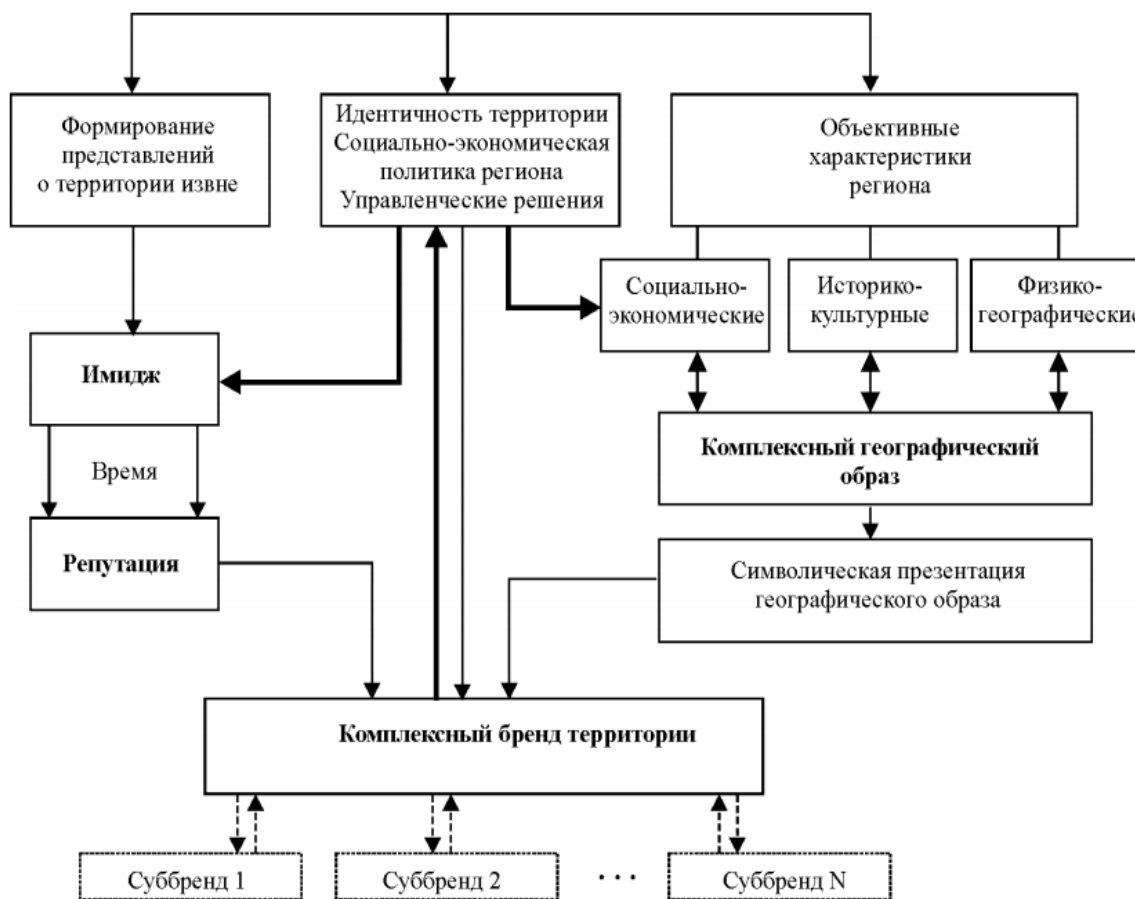


Рисунок 1 – Формирование комплексного бренда территории

Эффективность создания дифференцированных брендов для реализации туристских услуг подтверждает теория самоконцепции личности потребителя. Существует тождество между имиджем бренда организации и представлением потребителя о самом себе (рисунок 2) [6].

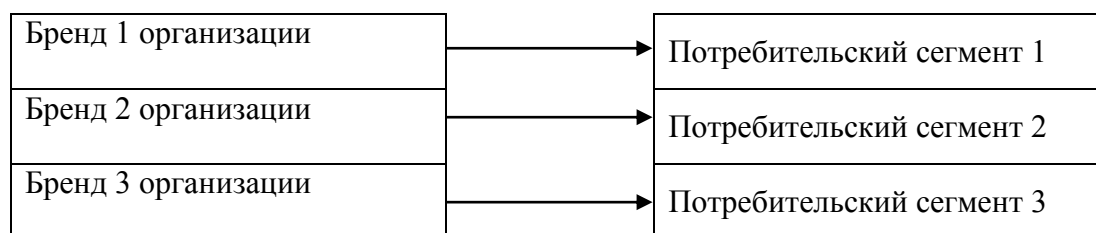


Рисунок 2 – Дифференцированный брендинг

Основные этапы стратегии дифференциации бренда приведены на рисунке 3. Первоначальным этапом стратегии дифференциации бренда туристской организации является изучение рынка для определения соотношения спроса и предложения, уровня цен и доходов, степени конкуренции и барьеров выхода на рынок, степени государственного регулирования данного рынка, наличия сезонных колебаний спроса и других параметров. Результатом таких исследований будет возможность определить перспективные рынки для создания нового бренда.

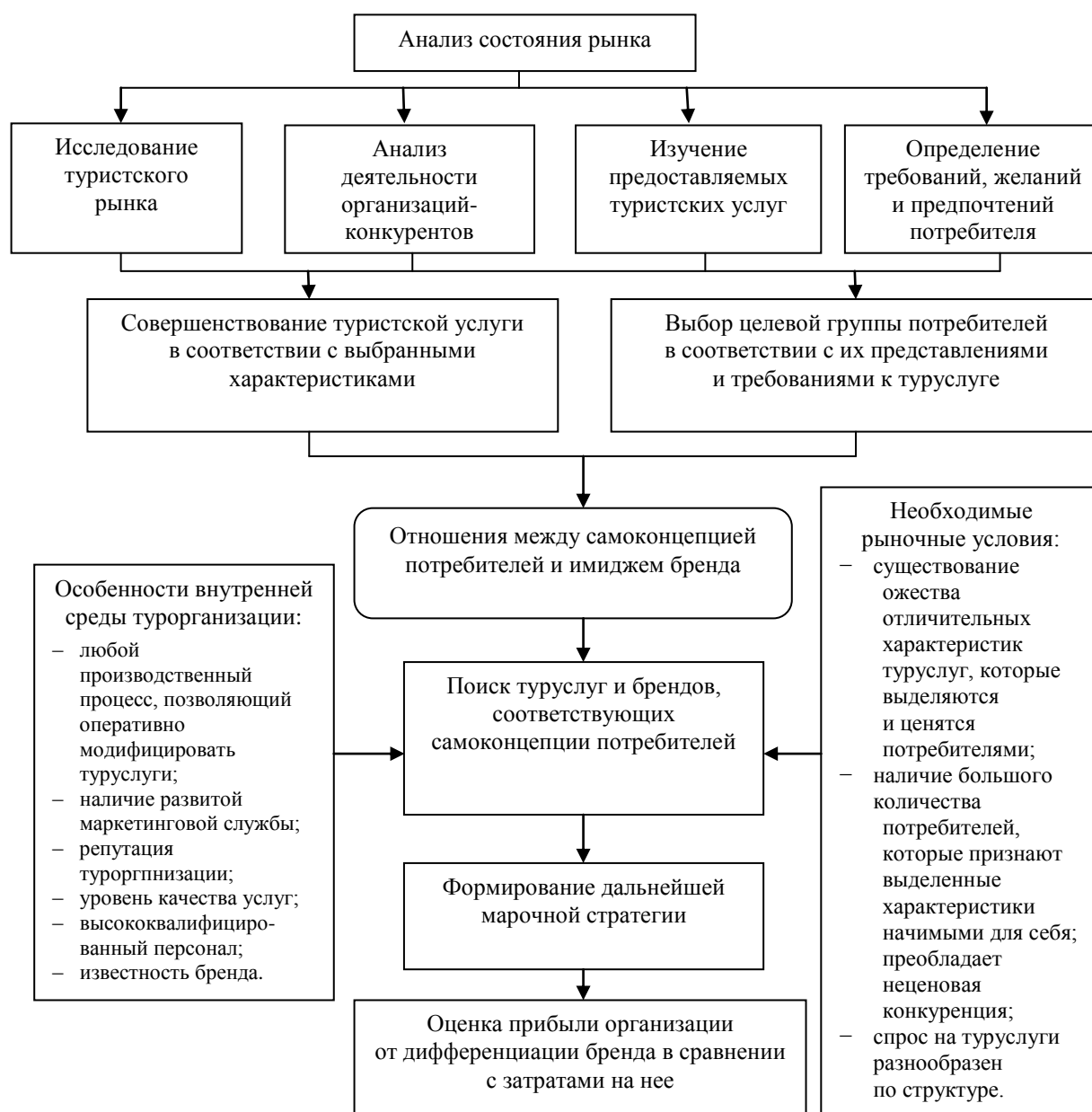


Рисунок 3 – Модель выработки стратегии дифференциации бренда организации индустрии туризма

Необходимым этапом выработки стратегии дифференциации является изучение основных конкурентов. Знание сильных и слабых сторон конкурентов, их отличительных особенностей позволяет туристской организации выявить собственные конкурентные преимущества и определить свою позицию на рынке услуг, а также те особенности деятельности, которые будут отличать ее от других организаций и привлекать потребителей.

Дифференциация бренда туристской организации будет эффективной в том случае, если самоконцепция клиента и имидж выделенного организацией бренда будут идентичны, поэтому данный бренд должен иметь собственную индивидуальность, марочный имидж. Каждый бренд туристской организации рассчитан на потребителей определенного типа.

Потребители будут стремиться приобрести услуги с индивидуальностью, соответствующей их ценностям, жизненному стилю, социальному статусу. Выбор стратегии

дифференциации бренда организации определяется также особенностями ее внутренней и внешней среды.

Рассмотрим процесс создания бренда. Создание бренда – это кропотливый процесс, который требует много времени, немалых затрат, опыта и знаний в дизайне, маркетинге, рекламе, психологии и проектном менеджменте. Нельзя просто захотеть создать новый бренд и сразу же приступить к его разработке. Необходимо соблюдать все этапы создания бренда[5]:

- составление, описание целей и планирование проекта;
- анализ текущей ситуации на рынке (маркетинговые исследования);
- составление и корректировка технического задания на разработку элементов бренда;
- поиск исполнителя и контроль выполнения работы;
- продвижение бренда и мониторинг его эффективности.

Некоторые из этапов будут постоянно повторяться, поскольку для каждого элемента необходимо составить отдельное техническое задание, найти исполнителя, проконтролировать и оценить результаты выполненной работы.

Особое значение в развитии любой дестинации имеет создание уникального туристического бренда.

Туристические бренды – это те достопримечательности, которые показывают гостям в первую очередь. Это те территории, без знакомства с которыми знакомство с данной местностью обычно считается неполным.

Туристические бренды можно классифицировать по разным принципам [3] (таблица 1):

Таблица 1 – Типы туристических брендов

Типы туристических брендов	Примеры
Регион, часть территории, местность	Горный Алтай, Швейцарские Альпы, Крым, Валаам, Соловецкие острова, Тибет, Камчатка, Черноморское побережье Кавказа и др.
Природные объекты	Озеро Байкал, Волга, Эверест, Везувий, Ниагарский водопад и др.
Памятники культуры и искусства	Пирамида Хеопса, Тадж Махал, Собор Василия Блаженного, Петергоф, Эрмитаж, Эйфелева башня, Парфенон, Колизей, усадьба А.С. Пушкина в Михайловском и др.
Маршруты, туры	«Золотое кольцо России», «Великий Чайный путь», «Ожерелье Санкт-Петербурга», «Классическая Италия», «Замки Луары» и пр.
События, мероприятия	Карнавалы в Бразилии и в Венеции, Octoberfest в Германии, оперный фестиваль в Вене, День огурца в Суздале, крестные ходы на Пасху и пр.
Природные явления	Белые ночи, северное сияние, солнечное затмение, цветение вереска, альпийских лугов, грибная пора, звездопад и пр.
Герои: исторические личности, народы, вымышленные персонажи	Мощи Серафима Саровского в Дивеево, резиденция Деда Мороза в Великом Устюге, Терем Снегурочки в Костроме, тропа инков в Перу, резиденция Далай-ламы, мавзолей В.И.Ленина и пр.
Услуги	Тайский массаж, лечение грязями Мертвого моря, Кавказские минеральные воды, финские сауны, регистрация однополых браков и пр.
Еда, напитки	Устричные базары во Франции, винные плантации и погреба во Франции и Италии, сыроварни в Швейцарии, пивные заводы в Чехии, чайные плантации на Цейлоне.

Туристические бренды упрощают задачу позиционирования и продвижения города, местности, региона или страны, где они расположены, на туристическом рынке.



В Республике Беларусь наиболее ярко представлены следующие типы туристических брендов:

- региональные бренды (Полесье);
- природные объекты (Браславские озера, Геодезическая дуга Струве);
- памятники культуры и искусства (Мирский, Несвижский замок, Брестская крепость, Гомельский дворцово-парковый ансамбль);
- событиям и мероприятиям (Славянский базар).

Необходимость географического подхода при формировании и развитии бренда территории заложена уже в самом понятии. Однако анализ зарубежных и отечественных кампаний по брендингу места показывает, что довольно часто свойства территории игнорируются в угоду бренду, и соответственно географический подход не рассматривается в качестве базы исследования. Самыми устойчивыми из всех видов территориальных брендов считаются бренды городов ввиду того, что они менее подвержены влиянию политических факторов (по сравнению с брендом страны) и экономическим рискам (по сравнению с корпоративными брендами). Следовательно, необходимо проведение маркетинговых исследований по изучению бренда Республики Беларусь и ее населенных пунктов с использованием различных методов географических исследований.

### Список использованной литературы

- 1 Гэд, Т. 4D брендинг – взламывая корпоративный код сетевой экономики / Т. Гэд. – Пер. с англ. – 3-е изд. – СПб. : Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2005. – 228 с.
- 2 Котлер, Ф. Привлечение инвестиций, предприятий, жителей и туристов в города, коммуны, регионы и страны Европы. / Ф. Котлер [и др.] // Рекламодатель: теория и практика, 2009. – № 2. – С. 31–45.
- 3 Панкрухин, А.П. Маркетинг территорий. – СПб. : Питер, 2006. – 416 с.
- 4 География [Электронный ресурс] – Минск, 2007–2016. – Режим доступа: <http://biofile.ru/geo/13951.html>. – Дата доступа: 25.01.2017.
- 5 Брендинговое агентство KOLORO [Электронный ресурс] – Мс., 2010–2017. – <https://koloro.ua/blog/brending-imarketing/5-jetapov-sozdaniya-brenda-i-razrabotka-jelementov-ego-dizajna.html>. – Дата доступа: 30.09.2017.
- 6 Open Library [Электронный ресурс] – Мс., 2017. – <http://oplib.ru/random/view/336623> – Дата доступа: 30.09.2017.

*E.N. KARCHEVSKAYA, K.I. MOSKAL*

### **DEVELOPMENT OF THE BRAND OF TOURISM REGION**

*The article deals with the concept of the brand as the most effective technology for creating the value of goods, services and the company itself. Attention is focused on the brand of the territory. Features of differentiated branding are highlighted. The main stages of the brand differentiation strategy are outlined. A model for developing a brand differentiation strategy for the tourism industry organization is presented. The process of creating a brand is considered. Classification signs are singled out and types of world tourist brands are presented. The examples of the most brightly represented types of tourist brands in the Republic of Belarus are given.*

## ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО БЕЛАРУСИ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*ФГБОУ ВО Московский педагогический государственный университет,  
ФГБОУ ВО Московский государственный психолого-педагогический университет,  
г. Москва, Российская Федерация,  
nnrogoten@yandex.ru*

*Военно-техническое сотрудничество имеет стратегическое значение для Беларуси и России. История двустороннего сотрудничества в военной сфере насчитывает 25 лет и требует дальнейшего развития и совершенствования в новых геополитических условиях.*

Начало формированию системы военно-технического сотрудничества Российской Федерации (РФ) положено в конце 2000 г., когда был образован Комитет РФ по военно-техническому сотрудничеству с иностранными государствами. Позже Комитет преобразовали в Федеральную службу по военно-техническому сотрудничеству (ФСВТС России). К настоящему времени РФ имеет соглашения о ВТС с 91 государством, в т. ч. твердые военные контракты заключены с 62 странами.

За последние 10 лет экспортные поставки российских вооружений и военной техники (ВВТ) выросли до 15,6 млрд. долл. Портфель заказов выглядит еще солиднее – почти 50 млрд. долл. Эти показатели обеспечивают РФ 2 место (27 %) на мировом рынке вооружений, после США (31 %) [3].

Следует отметить, что, во-первых, структура и география поставок российских ВВТ мало изменилась (рисунок 1).

Во-вторых, рост объемов продаж проходил на фоне разных проблем. С одной стороны, из-за падения цены на нефть, отмечается сокращение расходов на закупку ВВТ главных импортеров вооружений. С другой, реальная угроза терроризма и успехи российского оружия против «Исламского государства» в Сирии, способствовали активизации торговли с традиционными партнерами и привели к появлению новых заказчиков. Участниками системы ВТС являются ГК «Ростех» и 33 АО, в т. ч. «Рособоронэкспорт» [4].

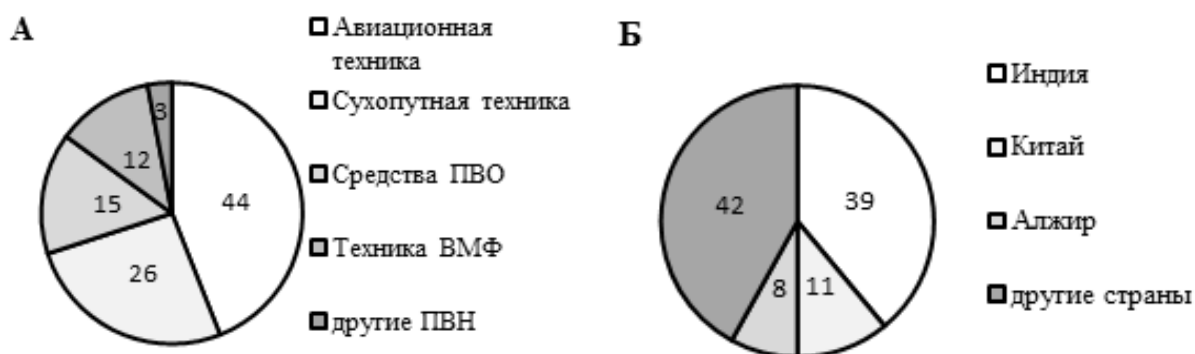


Рисунок 1 – Структура (а) и география (б) поставок российских ВВТ

История ВТС Беларуси и РФ началась в 1992 г., когда был заключен Договор о координации деятельности в военной области. Затем появилось Соглашение о Стратегических силах, временно размещенных на территории Республики Беларусь<sup>1</sup>.

В настоящее время основой военно-политического и военно-технического сотрудничества России и Белоруссии служат нескольких базовых документов (таблица 1).

Таблица 1 – Нормативно-правовая база ВТС Беларуси и России, [1, 5]

Документ, год принятия	Направления сотрудничества
Договор между РФ и РБ о военном сотрудничестве, 1998	Обеспечение безопасности двух государств
Соглашение между РФ и РБ «О совместном использовании объектов военной инфраструктуры РФ и РБ в интересах обеспечения безопасности государств», 1998	Порядок совместного использования объектов военной инфраструктуры (пунктов управления войсками, мест дислокации войск, систем инженерного оборудования местности, позиций и объектов сил и средств ПВО, аэродромов, узлов и линий связи, полигонов, арсеналов, баз, складов, предприятий по ремонту военной техники и др.)
Соглашение между РБ и РФ о совместном обеспечении региональной безопасности в военной сфере, 1998 (продлонгация каждые 5 лет)	Обеспечение региональной военной безопасности (состав региональной группировки, порядок управления ею в военное время и мирное время)
Концепция совместной оборонной политики Беларуси и России, 1998	Состав, основы планирования, применения, управления и обеспечения региональной группировки войск (сил) Беларуси и России (РГВ)
Концепция безопасности Союза Беларуси и России, 1999	Поддержание обороноспособности государств-участников; разработка совместных программ сотрудничества; совершенствование экономической политики на основе международного разделения труда и рынков товаров и услуг.
Военная доктрина Союзного государства, 2001 (обсуждается обновление)	Координация мер военно-политического, военно-стратегического, военно-экономического характера
Соглашение между РФ и РБ о взаимном обеспечении защиты государственной тайны РФ и государственных секретов РБ, 2003	Взаимное обеспечение Сторонами защиты государственной тайны.
Соглашение между РФ и РБ о совместной охране внешней границы Союзного государства в воздушном пространстве и создании Единой региональной системы противовоздушной обороны РФ и РБ, 2009	Создание Единой региональной системы противовоздушной обороны РФ и Республики Беларусь.
Договор между РБ и РФ о развитии военно-технического сотрудничества, 2009	Порядок осуществления сторонами поставок продукции военного назначения
Соглашение между Правительством РФ и Правительством РБ о реализации Программы военно-технического сотрудничества между РФ и РБ до 2020 года, 2013	Осуществление внешнеторговой деятельности в отношении продукции военного назначения. Взаимодействие при проведении НИОКР по созданию новых и модернизации существующих образцов ВВТ.

<sup>1</sup>По соглашению в Беларуси оставались 2 российские воинские части: одна ВКС России, обеспечивающая функционирование Отдельного радиотехнического узла «Ганцевичи» (СПРН), вторая – узел связи ВМФ для постоянной радиосвязи Главного штаба флота с кораблями и подводными лодками. Осталось и Военное представительство по приемке продукции, производимой предприятиями Беларуси по оборонному заказу РФ.

Таким образом, основными направлениями военно-технического сотрудничества двух государств являются: развитие нормативной правовой базы, совместная научно-исследовательская деятельность, обучение белорусских военнослужащих в военно-учебных заведениях Министерства обороны РФ, функционирование региональной группировки войск (РГВ), сотрудничество в области ПВО.

География военно-технического сотрудничества двух стран обширна. Так, с 1995 г. РБ входит в объединенную систему ПВО государств-участников СНГ. За это время полностью обновлены и отремонтированы средства ПВО РБ (производственная база для систем ПВО в России). Единая региональная система ПВО СНГ состоит из 19 истребительных авиаполов (из них 11 российских), 22 радиотехнических частей (9 российских), 2 частей радиоэлектронной борьбы (российские) и 4 бригад ПВО (все из состава Вооруженных сил Казахстана) [6]. Северо-западное направление воздушных границ России – зона ответственности объединенной российско-белорусской системы ПВО и прикрывается системой ПВО Беларуси. По оценкам создание ЕРС ПВО увеличивает общую эффективность противовоздушной обороны для Беларуси в 1,5 раза, а для России в регионе ее действия – в 1,7 раза. Отдельные показатели эффективности боевого управления силами ПВО могут вырасти на четверть, а боевая эффективность системы ПВО – более, чем на треть [6].

В 2016 г. закончилось формирование Единой системы противовоздушной обороны Союзных государств. ЗРК С-300 ВВС и ПВО Беларуси могут в случае необходимости поражать цели над территориями Польши, Литвы и Латвии. Зенитно-ракетные комплексы, размещенные в Калининградской области и Белоруссии (Витебская, Брестская и Гродненская область), перекрывают зоны поражения друг друга и существенно ограничивают возможности доступа по воздуху ВВС НАТО в Прибалтику и действия последних в этом регионе. До 2020 г. РБ будут закуплены дополнительные ракетные комплексы «Тор-М2», РЛС «Роса» и радиолокационный комплекс «Восток». В общей сложности Белоруссия несет охрану 1560 км общих границ, в т. ч. 810 км – это границы со странами-членами НАТО.

Что касается сотрудничества в области оборонного производства, то большинство предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) двух стран сохранили высокую степень экономической интеграции. До распада СССР в структуре белорусского оборонного комплекса около 90 % номенклатуры продукции представляли собой комплектующие для вооружения, собиравшегося в России. В настоящее время доля продукции белорусских предприятий ОПК в оборонном заказе РФ составляет 15 % (в 1992 г. было 20 %). Около 100 белорусских предприятий поставляют 1880 наименований продукции для 255 предприятий ОПК РФ, а 940 российских предприятий производят около 4000 изделий для 67 предприятий РБ (таблица 2) [2]. В общей сложности в рамках оборонно-промышленной кооперации реализовано 27 программ, заключено порядка 35 международных договоров в военной сфере<sup>2</sup>.

Кооперационные связи оборонных комплексов РФ и РБ строятся на принципиально иной основе. Среди основных направлений ВТС двух стран следует отметить: взаимные поставки конечных боевых систем и военной техники; поставки комплектующих и элементов для ВВТ, производимых предприятиями российского ВПК; совместную разработку и производство новых вооружений, модернизацию и ремонт ранее выпущенной техники; сотрудничество в области экспорта вооружений третьим странам.

---

<sup>2</sup>Тематика реализованных программ: радиоэлектроника – 10, космос – 5, высокопроизводительные вычислительные комплексы и ПО – 4, оборудование для выпуска химических волокон, нитей и полимеров – 3, оптическое машиностроение – 2 и защита информационных ресурсов – 3. В настоящее время в рамках оборонно-промышленной кооперации финансируется еще 7 научно-технических программ Союзного государства. Международные договоры Союзного государства касаются ВКС и войск ПВО, ВТС, совместного использования объектов военной инфраструктуры, обеспечение региональной безопасности, создание объединенных систем РГВ.

Таблица 2 – География военно-технического сотрудничества РБ и РФ [2, 7]

Производитель в РБ	Номенклатура изделий для российских ВВТ	Примечания
ОАО «Минский завод колесных тягачей» (МЗКТ)	Шасси МЗКТ-79 221 для ракетных комплексов МБР «Тополь-М», «Ярс»; РСЗО «Смерч», «Рубеж» и «Берег»; ОТРК «Искандер-М»; береговых ПРК «Бастион» и «Бал»; ЗРК малой дальности «Тор-М2К». МЗКТ-7930 – для С-400, МЗКТ-543М – для С-300П.	МЗКТ поставляет на рынок РФ свыше 80 % своей продукции. Обеспечен заказами до 2018 г. Шасси МЗКТ-79 221 – не имеет аналогов в мире. В обмен на шасси в РБ посланы 4 дивизиона С-300ПС.
ОАО «Минский тракторный завод»	Гусеничные шасси для зенитных пушечно-ракетных комплексов (ЗПРК) «Тунгуска» и «Панцирь».	МТЗ выиграл конкуренцию у «Метровагонмаш» (Мытищи) и КамАЗа (Набережные Челны)
ОАО «КБ Дисплей», Витебск	Мониторы и дисплеи для авиатехники РФ.	Осуществляет разработку и производство.
ОАО «Пеленг», Минск	Создание прицельных комплексов «Сосна-У» для систем управления огнем перспективной бронетанковой техники и систем ПВО. Проведение ОКР для противоракетного комплекса «Хризантема-С».	Сотрудничество с ОАО «Пеленг», Екатеринбург. Поставлены приборы для модернизации Т-72.
Холдинг «БелОМО», Минск	«Интеллектуальные прицелы» для гранатометов, дневные оптические, ночные и тепловизионный прицелы для гранатометного комплекса «Бур».	Разработка и поставка нового прицела для перспективного автомата АК-12. Решается вопрос организации в РБ обслуживания и ремонта ЗРС С-300.
ОАО «558-й авиаремонтный завод», Барановичи	Выполнение второго планового ремонта истребителя МиГ-29.	Один из крупнейших в СНГ по ремонту и модернизации современной боевой авиационной техники. АО «РСК «МиГ» (подразделение ОАК) передало техническую документацию.
«Агат-системы управления», Минск	Современные средства связи и передачи данных, АСУ, вычислительная техника.	Подписан протокол намерений о сотрудничестве с «Объединенной приборостроительной корпорацией», Москва.

В общей сложности у РБ действует более 40 двусторонних соглашений по ВТС почти с 30 странами. Более 70 % продукции белорусской оборонки уходит на внешний рынок и почти 90 % экспортируемых вооружений и услуг – белорусские [2].

Проблемы и риски, с которыми сталкиваются производители ВВТ Союзного государства, связаны, *во-первых*, со значительными трансформациями оружейного рынка. В ряде дружественных государств сменилось руководство, что сказалось на объемах закупок (например, Венесуэла). *Во-вторых*, падение цен на энергоресурсы привело к сокращению программ вооружения (переворужения) самых активных покупателей

вооружений – стран Персидского залива. Они стали внимательнее просчитывать оборонные расходы. *В-третьих*, резко возросла конкуренция на оружейном рынке, в т. ч. наметилась определенная конкуренция между ОПК двух стран. После разрыва кооперационных связей с предприятиями Украины активизировалась политика импортозамещения и ликвидации зависимости от зарубежных поставщиков комплектующих (какими бы дружественными не были отношения с ними). Например, предпринимаются усилия по замене шасси МЗКТ продукцией «Брянского автомобильного завода», панорамных прицельных комплексов танка Т-14 «Армата» продукцией Казанского оптико-механического завода. Но в то же время, ряд белорусских предприятий получил возможность занять освободившиеся ниши и расширить свое участие в государственном оборонном заказе РФ. Перспективными считаются такие направления как вертолетная техника, беспилотные летательные аппараты, системы наведения и управления. Беларусь уже вошла в ограниченный клуб производителей самолетов-беспилотников. Высоко оцениваются разработанные в Беларуси летательные аппараты «Беркут-1», «Беркут-2» и «Гриф-1», РСЗО «Полонез». ОПК Беларуси мог бы работать по 1,5 тыс. позициям [6].

Оценивая перспективы и проблемы дальнейшего развития ВТС РБ и РФ, военные аналитики отмечают, что оба государства считают дальнейшее сближение в этой сфере выгодным, приоритетным, но требующим совершенствования.

### **Список использованной литературы**

1 Военный информационный портал Министерство обороны Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.mil.by/ru/military\\_policy/international/cooperation\\_RF/](http://www.mil.by/ru/military_policy/international/cooperation_RF/). – Дата доступа: 08.09.17.

2 Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь: 2009–2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.vpk.gov.by](http://www.vpk.gov.by). – Дата доступа: 08.09.17.

3 Ежегодник СИПРИ 2015: вооружения, разоружение и международная безопасность: пер. с англ. – Институт мировой экономики и международных отношений РАН. – М.: ИМЭМО РАН, 1998 – 2015. – 2016. – 962 с. – (в пер.).

4 Официальный сайт ГК Рособоронэкспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.roe.ru/rosoboronexport/>. – Дата доступа: 08.09.17.

5 Официальный сайт Федеральной службы по ВТС РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fsvts.gov.ru/>. – Дата доступа: 08.09.17.

6 Союз. Беларусь-Россия – № 720 (44). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2015/11/26/sotrudnichestvo.html>. – Дата доступа: 08.09.17.

7 Торговля оружием ради укрепления мира. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://vpk.name/news/186878\\_torgovlya\\_oruzhiem\\_radi\\_ukrepleniya\\_mira.html](https://vpk.name/news/186878_torgovlya_oruzhiem_radi_ukrepleniya_mira.html). – Дата доступа: 08.09.17.

*N.N. ROGOTEN*

### ***MILITARY-TECHNICAL COOPERATION OF BELARUS AND RUSSIA***

*Military-technical cooperation is of strategic importance for Belarus and Russia. History for bilateral cooperation in the military sphere for about 25 years and requires further development and improvement in the new geopolitical conditions.*

И.О. СТЕПАНЕЦ

**СОЦИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ  
ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ВЛАСТИ НА РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ В УКРАИНЕ***Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина  
landjat@ukr.net*

*В статье рассмотрена реформа по децентрализации власти является одной из самых важных для Украины. Многие категории населения положительно восприняли реформу местного самоуправления, особенно молодежь, которая является одной из наиболее активных слоев населения, заинтересована в трансформации страны, поддержке и ускорению темпов развития экономики и социальной сферы. Важно исследовать современное состояние сотрудничества молодежи и органов местного самоуправления, а также сформировать рекомендации на перспективу дальнейшего сотрудничества.*

Реформа местного самоуправления является довольно актуальной тематикой для отечественных ученых. В частности, сейчас есть немало публикаций выдающихся юристов, экономистов, политологов и других экспертов о проблемах, перспективы и ходе децентрализации власти в Украине. В частности, стоит отметить труды О. Бориславской, В. Будника, Ю. Ганущака, И. Грицяка, В. Мельниченко, В. Негоды. Среди ученых-географов, исследующих реформу местного самоуправления, административно-территориального устройства, регионального управления стоит обратить внимание на работы А. Кононенко, А. Мельничука, Я. Олійныка. М. Пистуна. Однако стоит заметить, что, несмотря на достаточное количество публикаций о реформе местного самоуправления в контексте сотрудничества с молодежью и трансформации молодежной политики, вопрос изучен слабо и необоснованно, так же недостаточно исследовано влияние реформы на развитие регионов и объединенных территориальных общин.

В Стратегии устойчивого развития «Украина – 2020» отмечается, что реформа системы государственного управления должно опираться на местное самоуправление в соответствии с европейскими и мировыми практиками. Эффективность государственной службы может быть достигнута благодаря децентрализации власти, что в свою очередь должно обеспечить качественную территориальную организацию власти, экономическую свободу, способность общин самостоятельно решать свои проблемы, вездесущность и самодостаточность местного самоуправления [2].

Проблема децентрализации власти актуальна и широко обсуждается в политических и экспертных кругах. Под термином «децентрализация власти» следует понимать процесс перераспределения полномочий, компетенции и ответственности в определенных законом сферах деятельности между центральной властью и органами местного самоуправления, со смещением акцентов в пользу местных элит и развития гражданского сообщества. Административная децентрализация призвана не только передать регионам большое количество задач, которые входят в юрисдикцию министерств и ведомств, но и совершить деконцентрацию местных администраций, которые существуют на уровне областей и районов.

Почему это важно для географов? Децентрализация власти очень сильно влияет на развитие регионов, так как она предусматривает расширение автономии органов местного самоуправления в сфере финансов, менеджмента и администрирования. Но вместе

с колоссальными полномочиями, которые получают местные власти, к их обязанностям прибавляется очень большая доля ответственности, особенно в тех сферах, которые максимально касаются жизни простого населения: медицина, образование, инфраструктура. Поэтому, если местная власть не имеет достаточных навыков управления или же не понимает в полной мере сути реформы децентрализации, это может негативно сказаться на развитии региона. К тому же реформа местного самоуправления вполне может быть катализатором процессов трансформации административного устройства Украины в будущем.

Трудности на ранних этапах внедрения реформы возможны и обоснованы. Если прибегать к заграничному опыту, к примеру, странам Восточной Европы, многие из них на ранних стадиях децентрализации имели трудности с реформой местного самоуправления. Одной из проблем было неоднозначное отношение к реформе в самих регионах. Население сгруппировалось вполне быстрыми темпами, так как каждая социальная группа имела свои интересы, которые позволяли либо блокировать определенные аспекты децентрализации, или же поощрять развитие реформы, если она была выгодна. К этим группам относились чиновники, профсоюзы, общественные активисты, ассоциации местных органов власти и конечно же молодежь. Но стоит отметить, что в пределах Европейского Союза (ЕС) региональная политика получает поддержку в развитии по нескольким причинам. К примеру, процесс регионализации дает возможность хорошо функционировать регионам, что в свою очередь позиционируется как основной критерий эффективности многоуровневого управления. Этот термин относится к вопросам сотрудничества между представителями центральной власти, местного самоуправления и негосударственных организаций и местных активистов. [3]

В свою очередь децентрализация власти в Украине имеет ряд отличий. Большую ставку реформаторы делают на низовые инициативы, которые должны продвигать и реализовывать данную реформу. Поэтому адекватное понимание преимуществ и рисков нового финансово-экономического инструментария территориальных общин является весьма важным. Органы местного самоуправления должны понимать как возможности, так и ответственность в сфере межбюджетных отношений. Дефицит местных бюджетов порождает страх перед реформой в местных управленцев. Риск не справиться с управлением финансовых потоков есть, и он значительный, но как показывает опыт Польши, при правильном планировании и моделировании ситуации можно избежать кризисных для общества ситуаций.

Объединенные общины должны получать дополнительные источники финансирования, в частности определенную процентную часть единого налога, экологического налога, налога на прибыль предприятий коммунальной собственности, налога на имущество, налога на доходы физических лиц и тому подобное. Кроме того, под юрисдикцией общины остаются сборы и другие платежи, такие как государственная пошлина, туристический сбор, плата за предоставление административных услуг и тому подобное. Децентрализация власти не означает, что государство откажется от субсидирования регионов. В частности будут иметь место субвенции на образование, медицину, формирование инфраструктуры, и т. п.

В связи с этим можно наблюдать неоднородность внедрения реформы местного самоуправления в разных регионах Украины. Это видно по количеству сформировавшихся в областях объединенных территориальных общин. Эти общины можно рассматривать как индикаторы реформы. Очень сложно рассмотреть тенденцию развития децентрализации в регионах Украины, но можно сказать, что лидируют за этим показателем Тернопольская, Днепропетровская, Житомирская области. Самый низкий показатель количества объединенных территориальных общин наблюдается в Киевской, Луганской, Закарпатской и Харьковской областях. Причины этого явления достоверно не известны, так как многие общины в регионах пребывают на этапе формирования



и разработки перспективных планов. Сеем предположить, что какие-то выводы по этому поводу делать рано, в связи недостаточным количеством времени, так как реформа внедряется только третий год. Детали можно увидеть на рисунке 1.

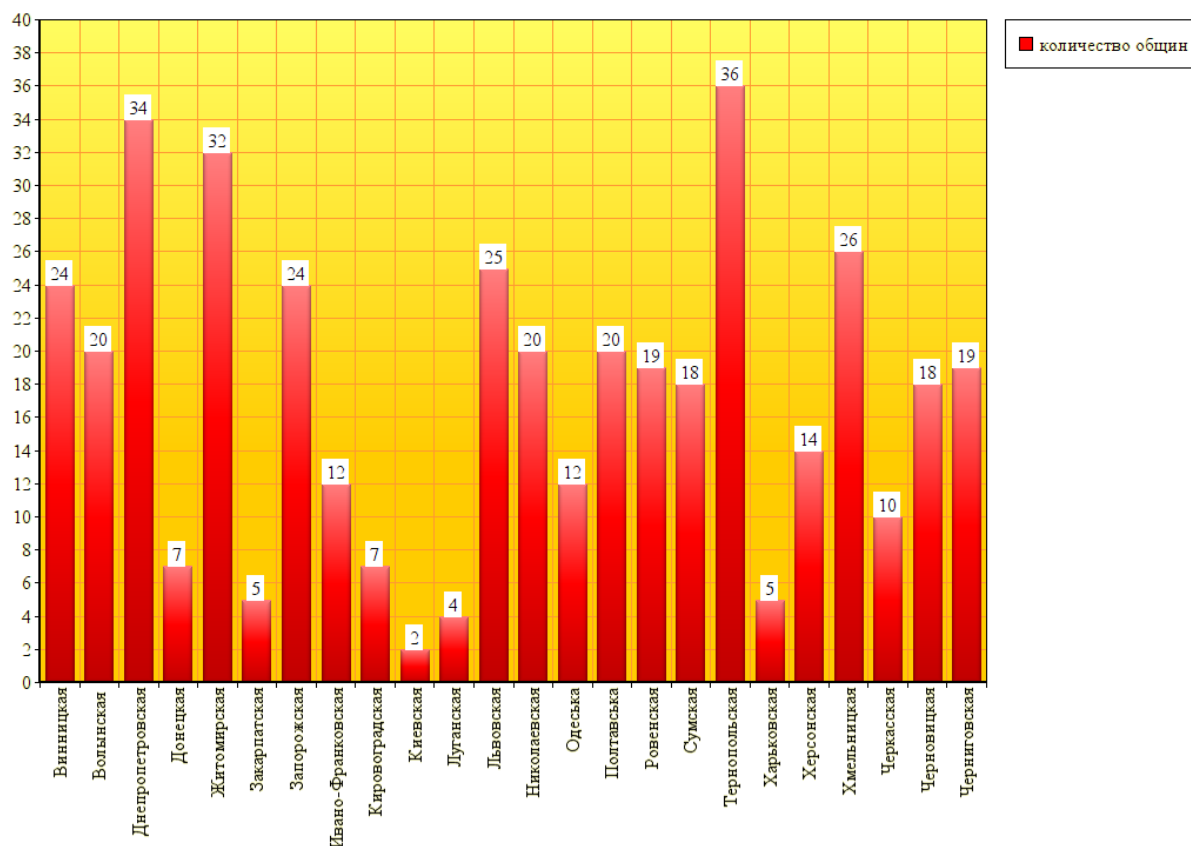


Рисунок 1 – Количество объединенных территориальных общин в регионах

Объединенные территориальные общины показывают неплохие результаты реформы местного самоуправления в разных регионах. Положительным аспектом реформы можно считать тот факт, что объединенная территориальная община, получив определенные полномочия и ресурсы, может самостоятельно принимать решения, и задачи первоочередные для решения. Таким образом, местные элиты в разных областях демонстрируют успехи в сфере регионального управления [4].

К примеру, Батуриная и Крюковская объединенные территориальные общины, что в Черниговской области, приоритетными считают развитие сферы образования, туризма и энергетической эффективности. В Батуриной территориальной общине уклон делают на улучшение материальной базы объектов дошкольного и среднего образования, развитие туристической инфраструктуры. Местное самоуправление видит большой потенциал в создании туристического информационного центра и благоустройстве местных историко-культурных достопримечательностей, не без помощи меценатов. Важно заметить, что в объединенной территориальной общине развивается не только центральный населенный пункт, но и села, которые входят в состав общины. Крюковская территориальная община приоритетными направлениями выбрала развитие инфраструктуры, хозяйства и улучшение качества административных услуг, которые предоставляются населению. К примеру, местным властям удалось обновить материально-техническую базу КП «Крюковка-Водоканал», в проектах которого строительство до 10 км объектов инфраструктуры водного хозяйства в год. Кроме этого работа ведется над развитием транспортной инфраструктуры, системы освещения и видеонаблюдения [5].

Житомирская область одна из лидирующих в Украине по количеству объединенных территориальных общин. Причины различные: некоторые населенные пункты видят в реформе перспективы улучшить свой потенциал, более депрессивные территории – возможность остановить регрессию в собственном развитии. Мотивирующими примерами являются истории успешного внедрения реформы Тетеривской, Новоборовской, Барановской, Ушомирской и других объединенных территориальных общин. В первый год после объединения именно они показали высокие темпы роста, большинство успешных общин руководилось международным проектом «Умный город», что дало возможность развивать спортивную и транспортную инфраструктуру.

Для Озернянской общины Тернопольской области ключевой задачей стал вопрос безопасности. Именно пожарную безопасность граждан местные власти назвали главной инвестицией в развитие общины.

Баштанська община в Николаевской области сделала ставку на развитие сельских населенных пунктов и усиления первичной медицинской помощи. Подобные приоритеты наблюдаем и в Вильховецкой общине в Закарпатской области.

Не смотря на успехи реформы местного самоуправления в каждом регионе Украины, существует ряд угроз, которые мешают реформе развиваться более быстрыми темпами. К примеру, важным фактором является осведомленность местного населения с сутью реформы, так как не всегда децентрализацию власти воспринимают корректно. Также важным вопросом выступает контроль деятельности органов местного самоуправления. Несмотря на положительные примеры работы местных властей в разных областях Украины, обращаем на себя внимание на тот факт, что на данном этапе реформы пункт о контроле местного самоуправления нуждается в доработке. На данном этапе общественность будет контролировать власть на местах, то есть люди, которые живут в общине. Чем сильнее будет общество, тем сильнее будет местное самоуправление. Но реальная ситуация не так близка к идеальной модели, так как большое количество населения не знает механизмов контроля органов местного самоуправления. Негативным последствием этого может стать рост нарушений украинского законодательства в процессе деятельности органов местного самоуправления. Реформа предусматривает создание и государственных представительств. Речь идет о небольших структурах, которые будут в большей степени иметь координирующие, а не контролирующие функции.

Помимо вопросов контроля и эффективной коммуникации между местным самоуправлением и населением, существуют и другие группы рисков, с которыми могут столкнуться регионы, внедряя реформу. Модернизация территориальной организации власти действительно неизбежна для Украины, многие эксперты предполагают, что именно децентрализация власти будет фундаментом дальнейшей административно-территориальной реформы, к которой может быть не готово ни общество, ни публичная власть, ни сами регионы. Особо противоречивым вопросом является возможность пересмотра границ административно-территориальных единиц в ходе возможной в будущем административно-территориальной реформы.

Еще один важный риск – проблема недофинансирования местных бюджетов. Большая часть областных бюджетов нуждается в дотациях со стороны государства. Таким образом, объединенным территориальным общинам будет тяжело выйти за предел дотаций со стороны государства, в отечественных условиях это может привести к разбалансировке всей бюджетной системы в Украине, поскольку остается вероятным возможность планирования в местные бюджеты заранее нереальных затрат.

Также особенно остро стоит вопрос кадрового обеспечения органов местного самоуправления. В условиях децентрализации власти, регионам нужны не просто чиновники и госслужащие, а качественные образованные менеджеры, которые имеют комплексное видение развития региона, разбираются в основах управления, планирования

территории и развитию региональной экономики. Поэтому, очень важно правильно подходить к вопросам образования и открытых конкурсов на работников органов местного самоуправления, а так же центров предоставления административных услуг [1].

В качестве выводов можно сказать, что реформа местного самоуправления и децентрализации власти очень важна для Украины. Эта реформа имеет большое влияние на развитие регионов и, возможно, именно она будет фундаментом административно-территориальной реформы в будущем. Краткосрочное действие реформы не дает возможности сделать качественные аналитические выводы о ее преимуществах и недостатках. Но, не смотря на это, многие объединенные территориальные общины в разных областях Украины демонстрируют успешную систему развития социально-экономической сферы своих территорий.

### **Список использованной литературы**

1 Жук, В. Направления развития и усиления управленческого потенциала органов местной власти / В. Жук / Национальный институт стратегических исследований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/Jul08/01.htm>

2 Чернобай, А. Децентрализация как путь обновления системы территориальной организации власти в Украине / А. Чернобай, В. Чайковська // Науковий часопис Національної академії прокуратури України. – 2015. – № 2. – С. 103–109.

3 Bachtler J Menedez C, 2007, “Who governs EU cohesion policy? Deconstructing the Reforms of the Structural Funds?” *Jounral of Common Markets Studies*, 45 (3), P. 535–564.

4 Информационный портал «Децентрализация власти» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://decentralization.gov.ua/region>

5 Информационно-новостной портал ЧЕline [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cheline.com.ua/chelinetv/suspilstvo-video/miljonni-remonti-ta-smilivi-proekti-chim-narazi-zhive-baturinska-otg-video-89369>.

*I.O. STEPANETS*

### ***SOCIAL-GEOGRAPHIC RESEARCH OF THE IMPACT DECENTRALIZATION ON REGIONAL DEVELOPMENT IN UKRAINE***

*The reform of the decentralization of power is one of the most important in Ukraine. Many categories of the population have positively adopted the reform of local self-government. Young people are one of the most active segments of the population. They are interested in transforming the country, supporting and accelerating the pace of economic and social development. It is important to investigate the current state of cooperation between youth and local self-government bodies, and also to formulate recommendations on the prospect of further cooperation. It is important to study the influence of decentralization on the development of regions.*

УДК 911.6: 624.9: 553.982.2 (476.2-37Речица)

И.А. АЛИЕВА

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ С ЦЕЛЬЮ  
НАЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА УЧАСТКА РЕЧИЦКОГО НЕФТЯНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОЙ НЕФТЕНОСНОЙ ТОЛЩИ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
[alivka\\_i@list.ru](mailto:alivka_i@list.ru)*

*В статье рассматриваются инженерно-геологические особенности нефтяного месторождения с последующим выделением осложняющих факторов, приводится инженерно-геологическое районирование территории, даны рекомендации по дальнейшему использованию и инженерной подготовке участков.*

Инженерно-геологические условия – комплекс современных геологических особенностей, определяющих условия инженерных изысканий, строительства и эксплуатации инженерных сооружений или условия инженерно-хозяйственной деятельности человека в целом. Важнейшими из этих факторов являются геологическое строение местности, характер слагающих ее пород, рельеф, мерзлотно-гидрогеологические условия и современные геологические процессы и явления. Характер современного проявления указанных компонент на неосвоенных природных территориях определяется, с одной стороны, структурно-геологическими особенностями территории, а с другой – современными ее климатическими условиями. Закономерное сочетание этих основных параметров и формирует инженерно-геологическую обстановку любого природного региона или участка. На освоенных территориях к ним присоединяется техногенный фактор.

Инженерно-геологические условия и их изменения отображаются различными способами: на картах, разрезах, в виде моделей других типов, а также словесных описаний. Важнейшим из этих способов является инженерно-геологическая карта, которая представляет собой графоматематическую модель инженерно-геологических условий, дающую обобщенное изображение на топографической основе комплекса геологических параметров, взаимодействие которых определяет инженерно-геологические условия, специфику изысканий, строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Математическая ее основа, заложенная в используемой геологами готовой топографической карте, обеспечивает определенный масштаб модели и отображение инженерно-геологической информации на плоскости в заданных территориальных границах и устанавливает строгую и взаимно-однозначную зависимость между координатами точек модели и природы [4].

На основе материалов инженерно-геологических изысканий площадок под строительство нефтедобывающих скважин на естественных основаниях Речицкого месторождения Припятской нефтегазоносной области были обособлены и качественно оценены уча-

стки с различной степенью сложности инженерно-геологических условий.

Исследуемая территория расположена на слабоволнистой озерно-аллювиальной равнине, которая в геоморфологическом отношении принадлежит подобласти Белорусского Полесья – Василевичской низине [2].

В геологическом строении территории изысканий участвуют отложения плейстоцена.

Озерно-аллювиальные отложения поозерского горизонта ( $l, aQ_{3pz}$ ) представлены песками мелкими и пылеватыми, светло-желтыми и светло-серыми, маловлажными, влажными и водонасыщенными, с тонкими прослоями глинистого материала, супесями твердой и пластичной консистенции желто-серого, серого и темно-серого цвета, с тонкими (до 0,2 м) прослойками песка. Отложения развиты повсеместно. Вскрытая мощность отложений до 8 м.

Моренные отложения днепровского горизонта ( $gQ_{2d}$ ) представлены супесями красно-бурого цвета с включениями гальки и гравия до 10 %, пластичной консистенции и су-глинками красно-бурого цвета с включениями гальки и гравия до 10 %, полутвердой, тугопластичной и мягкопластичной консистенции. Максимальная вскрытая мощность отложений 6,5 м [1].

С поверхности развит почвенно-растительный слой мощностью 0,2–0,3 м. Вскрыты грунтовые воды и воды спорадического распространения.

Грунтовые воды, вскрытые всеми скважинами на глубинах 0,9–3,0 м, приурочены к биогенным отложениям и пескам мелким и пылеватым озерно-аллювиальных отложений. Грунтовые воды и воды спорадического распространения имеют тесную гидравлическую связь и единый установившийся уровень. Воды спорадического распространения приурочены к тонким прослойкам песков мощностью до 0,2 м в озерно-аллювиальных глинистых грунтах. Воды безнапорные. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Максимальный прогнозируемый уровень подземных вод на высокой части площадки следует ожидать на 0,7 м раз в 10 лет и на 1,0 м раз в 25 лет выше зафиксированного в период производства изысканий.

Инженерно-геологические условия площадок для строительства эксплуатационных скважин Речицкого нефтяного месторождения на естественных основаниях, что предусмотрено техническими заданиями, ограниченно благоприятны. Осложняющими факторами являются:

1. Затрудненные условия поверхностного стока и слабая дренированность территории ввиду близкого залегания к поверхности земли глинистых грунтов и грунтов со слабыми фильтрационными свойствами, что может привести к затоплению пониженных участков (скважина № 175).

2. В периоды обильного выпадения осадков и весеннего снеготаяния возможно образование сезонной верховодки на кровле глинистых грунтов мощностью 0,3–0,5 м (скважины №№ 109, 247, 402).

3. Близкое залегание грунтовых вод (глубина до уровня менее 1 метра в скважине № 215).

4. Низкие прочностные и деформационные свойства глинистых грунтов, залегающих в активной зоне фундамента (скважины №№ 117, 119, 131, 215) [1].

Для отображения осложняющих факторов было обособлено четыре участка с различной степенью сложности инженерно-геологических условий и построена карта оценочного районирования (рисунок 1), проведенного по типологическому принципу. За основу была взята геолого-литологическая карта четвертичных отложений масштаба 1 : 200 000 [3] и учебное пособие В.Т. Трофимова и Н.С. Красиловой [4]. Построенная карта по содержанию относится к синтетическим оценочным картам, по назначению – к общим.

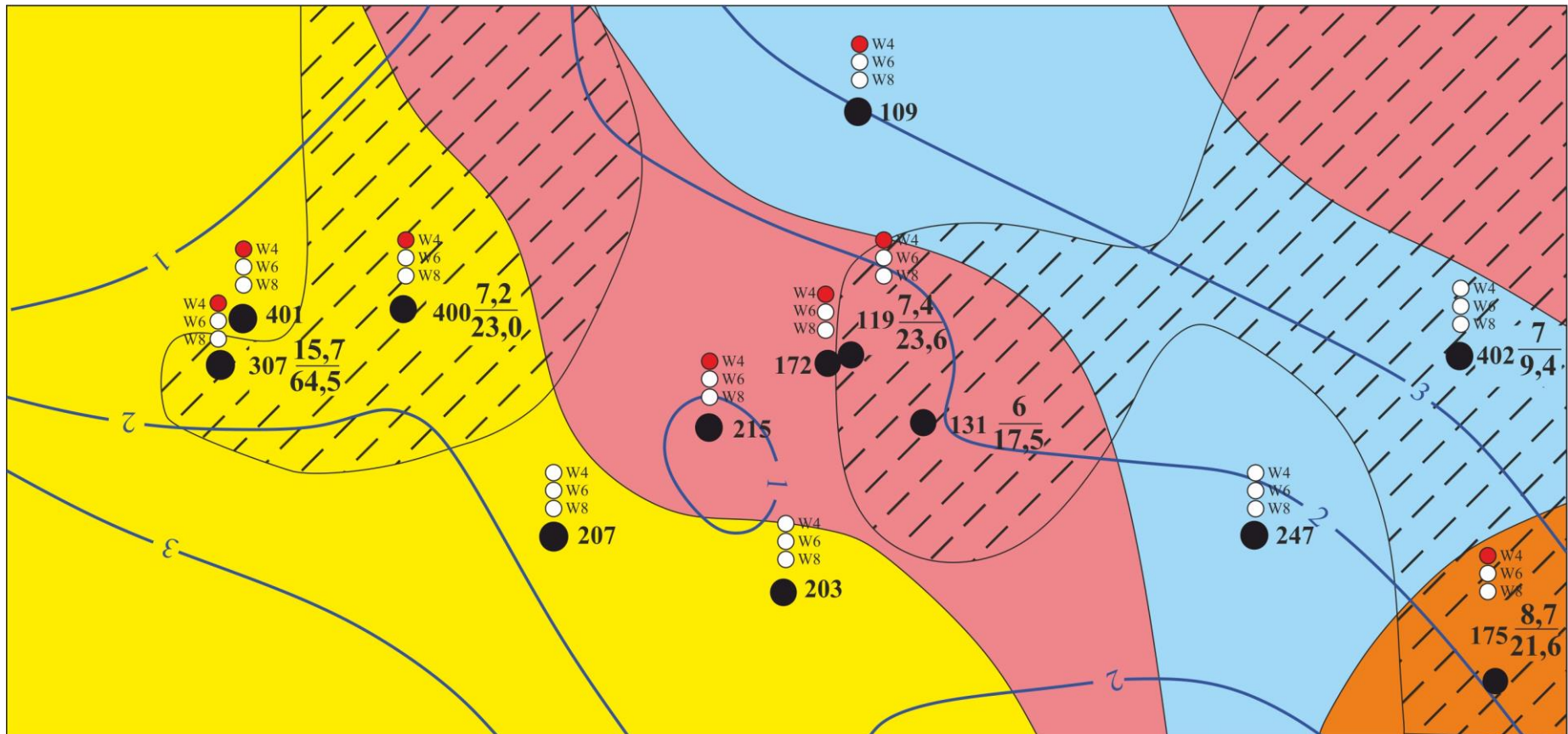















Рисунок 1 – Карта инженерно-геологического районирования участка Речицкого нефтяного месторождения Припятской нефтеносной толщи. Масштаб 1 : 2000

### Условные обозначения к рисунку 1:

	Участок I	Степень воздействия среды на строительную конструкцию:		Неагрессивная
	Участок II			Слабоагрессивная
	Участок III		Марки бетона железобетонных конструкций зданий и сооружений по проницаемости:	
	Участок IV			
	Номер скважины		W4	Бетон нормальной проницаемости
	Глубина до уровня грунтовых вод, м		W6	Бетон пониженной проницаемости
Консистенция грунтов:			W8	Бетон низкой проницаемости
	Твердая			
	Пластичная			

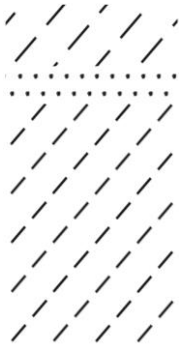
Основная часть условных обозначений к карте представлена в виде таблицы 1. В крайнем левом ряду выделены участки по литолого-генетическому критерию. В предпоследней графе этой таблицы приводятся осложняющие ситуацию негативные факторы. В последней графе даются рекомендации по использованию и инженерной подготовке участков.

Табличная форма дала возможность наглядно представить большой объем инженерно-геологической информации.

Таким образом, естественными основаниями для проектируемых сооружений при намеченной глубине заложения фундаментов (0,6 м) будут служить: пески ИГЭ-1, 2, 4 и супеси ИГЭ-5, 6.

При строительстве потребуется снятие почвенно-растительного слоя, подсыпка и планировка площадки, так же должны применяться методы работ, не приводящие к ухудшению свойств грунтов основания неорганизованным водоотливом, промерзанием, повреждением механизмами и транспортом.

Таблица 1 – Экспликация к карте инженерно-геологического районирования

Типы участков	Генезис и возраст пород	ИГЭ	Литология	Мощность, м	Краткая характеристика пород	Осложняющие факторы	Рекомендации
1	2	3	4	5	6	7	8
I	IaQ <sub>3</sub> pz	2,5		4,2	Супесь с прослоями песка пылеватого	– Затрудненные условия поверхностного стока и слабая дренированность территории ввиду близкого залегания к поверхности земли глинистых грунтов и грунтов со слабыми фильтрационными свойствами, что может привести к затоплению пониженных участков	Дренаж подземных вод. Отвод поверхностных вод
	gQ <sub>2</sub> d	13		4,0	Супесь моренная		



Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
II	1aQ <sub>3</sub> pz	4		1,2 – 3,3	Песок мелкий	– Залегание на отдельных частях участка моренных супесей средней прочности, имеющих невысокие прочностные и деформационные свойства – В периоды обильного выпадения осадков и весеннего снеготаяния возможно образование сезонной верховодки на кровле глинистых грунтов мощностью 0,3–0,5 м	Использование меньших расчетных нагрузок на основание
	gQ <sub>2</sub> d	8–12		6,5 – 4,7	Супесь, суглинок		
III	1aQ <sub>3</sub> pz	5–6		1,3 – 4,2	Супесь	– На отдельных частях участка отмечается близкое залегание грунтовых вод (глубина до уровня менее 1 метра) – Во влагообильные периоды года возможно образование верховодки на кровле глинистых грунтов мощностью 0,5 м, а на участках, где глинистые грунты залегают с поверхности, могут скапливаться дождевые и талые воды	Дренаж подземных вод. Незначительная вертикальная планировка
		1–5,7		7,0 – 4,0	Песок разнозернистый		
IV	1aQ <sub>3</sub> pz	1–2		1,3 – 3,0	Песок мелкий, пылеватый	– Низкие прочностные и деформационные свойства глинистых грунтов, залегающих в активной зоне фундаментов – Залегание с поверхности земли глинистых грунтов и грунтов со слабыми фильтрационными свойствами, что может привести к скоплению дождевых и талых вод – Вероятное образование сезонной верховодки, уровенная поверхность которой на отдельных частях участка выше намеченной глубины заложения фундаментов	Использование меньших расчетных нагрузок на основание. Дренаж подземных вод
		5		0,5 – 5,6	Супесь		
		4		0,2 – 6	Песок мелкий		

### Список использованной литературы

- 1 Алиева, И. А. Отчеты по производственной практике / И. А. Алиева. – Гомель, 2015. – 29 с.
- 2 Геология Беларуси: монография // А. С. Махнач [и др.] ; под ред. А. С. Махнача. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.



3 Геолого-литологическая карта четвертичных отложений. N-36-XXXI. Масштаб 1 : 200 000 / В.И. Гридин, А.Т. Логойко, И.Я. Морозова. – Министерство геологии СССР, Управление геологии при Совете Министров БССР, Белорусский геолого-гидрогеологический трест, Белгеофонд, 1966.

4 Трофимов В.Т. Карты инженерно-геологического районирования / В.Т. Трофимов, Н.С. Красилова // Инженерно-геологические карты: учебное пособие / В.Т. Трофимов, Н.С. Красилова. – М.: КДУ, 2008. – С. 240–244.

I.A. ALIEVA

**ENGINEERING-GEOLOGICAL RANGING FOR THE PURPOSE OF GROUND  
CONSTRUCTION OF THE OBJECT OF THE RECHYCA OIL FIELD  
OF THE PRIPYAT OIL AND GAS REGION**

*The article deals with the engineering-geological features of the oil field with the subsequent allocation of complicating factors, the engineering-geological zoning of the territory is given, recommendations for further use and engineering preparation of the sites are given.*

**УДК 56.0+562/569**

Н.В. ДОРОЖКО, Д.Л. ИВАНОВ

**ИСКОПАЕМЫЕ АМФИБИИ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ:  
СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь,  
natashka\_d10.05@mail.ru*

*В работе проводится краткий анализ изученности ископаемой фауны амфибий голоцена Беларуси. Описываются специфические проблемы изучения этой группы животных и возможные пути их решения. Намечаются перспективы и направления исследования данного вопроса.*

Изучение эволюции структуры и видового состава сообществ земноводных каждого региона, а также динамики условий их обитания в течение разных хроносрезов позднего плейстоцена и голоцена является актуальной проблемой в связи с предстоящим всесторонним изучением истории развития экологических систем, направленных на долгосрочное сохранение биоразнообразия, а также мероприятий по обогащению современной фауны Беларуси [9].

Фауна земноводных Беларуси до настоящего времени остается одной из наименее изученных групп позвоночных животных. Современная фауна земноводных Беларуси насчитывает 12 видов, однако представители этой группы играют важную роль в природных биоценозах и пищевой цепочке, зачастую они являются индикаторами экологического состояния биотопов, поэтому изучение их эволюции, динамики структуры и видового разнообразия, несомненно, представляет не только научный интерес, но и имеет практическую значимость.

Первые научные исследования земноводных территории Беларуси известны еще с XIX в. (Д. Афанасьев, 1861; П. Бобровский, 1863; И. Зененский, 1864; А. Дембовецкий,

1884). В результате исследований этих авторов, к концу XIX в. (1899 г.) для территории Беларуси А.М. Никольским – описано 8 видов амфибий, а в 1918 г. он для отдельных регионов нынешней территории Беларуси отмечает уже 11 видов.

Среди советских ученых изучением амфибий в составе фауны позвоночных региона следует отметить А.В. Федюшина (1927–1932). Однако, первые обобщающие работы были выполнены Ю.Ф. Сапоженковым, где представлен полный список видов амфибий республики и их географическое распределение. Несколько позднее описания амфибий в составе фауны позвоночных страны рассмотрены Ф.Н. Ворониным [1, 7].

Наиболее изученной в батрахологическом отношении представляется территория Беловежской пуши и Березинского заповедника, где ведется постоянный мониторинг за видовым разнообразием. Исследованию экологии земноводных Белорусского Поозерья посвящены работы О.Г. Родионенко. Отдельные данные о видовом составе и встречаемости земноводных в Березинском заповеднике получены Ю.В. Дьяковым. Много работ посвященных изучению видового состава и характеристике редких видов принадлежит П.В. Терентьеву, С.А. Чернову, А.Г. Банникову.

В ходе проведенных исследований к началу 70-х годов в стране сформировалась научная школа белорусских батрахологов и герпетологов возглавляемая М.М. Пикуликом, благодаря чему исследованиям фауны амфибий и рептилий Беларуси придан новый статус. Исследования, проводимые под руководством М.М. Пикулика легли в основу и отражены в монографиях: «Земноводные Белоруссии», «Пресмыкающиеся Белоруссии». Пристальное внимание земноводным на этом этапе было вызвано событиями на Чернобыльской АЭС, что способствовало развертыванию работ по изучению последствий радиоактивного загрязнения на животный мир, полигоном для которых послужил Полесский радиационно–экологический заповедник. Итогом исследований явилось издание сводного труда «Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС» (1995).

Изучение ископаемой фауны амфибий и рептилий на территории Беларуси началось относительно недавно. Первые материалы были собраны П.Ф. Калиновским в 80-е гг. прошлого века [5, 6]. Разрозненные кости амфибий и чешуйчатых рептилий были обнаружены среди ископаемых остатков грызунов в ряде антропогенных местонахождений. Сами герпетологические комплексы не являлись объектом детального изучения, поэтому отбирались фрагментарно в ходе микротериологических изысканий. Тем не менее, кости амфибий и рептилий встречаются в позднекайнозойских отложениях незначительного реже мелких млекопитающих, обычно сопутствуя им в местонахождениях.

К настоящему времени, в ходе активных полевых изысканий по изучению микромамманий голоцена [3], значительное количество ископаемых остатков герпетофауны на территории Беларуси были обнаружены А.Н. Мотузко, Д.Л. Ивановым. В дальнейшем собранные материалы определены В.Ю. Ратниковым [2, 4, 9]. Дополнительные сборы ископаемых материалов дали возможность обобщить материалы, определить проблемы в изучении этих групп животных. В процессе изучения материала по ископаемым рептилиям и амфибиям выявились определенные методические недостатки. Прежде всего, это потеря информации при отборе образцов. Метод промывки на ситах с целью поиска мелких позвоночных, был ориентирован, прежде всего, на сбор остатков мелких млекопитающих. Кости амфибий в такие коллекции попадали по причине крупности, оригинальности формы, но не по причине их систематической ценности. Их отбор считался нерентабельным, так как у мелких млекопитающих кости скелета не диагностичны. А для герпетофауны наибольшую диагностическую ценность имеют именно кости посткраниального скелета. Таким образом, значительная часть информации по холоднокровным позвоночным оказывалась «в отвале».

Поскольку в первую очередь палеонтологов интересовали фоссилии микромамманий (мелких млекопитающих), костных остатков амфибий и рептилий было собрано значительно меньшее количество, отбирались лишь наиболее заметные остатки, без

учета их морфологической ценности и систематической значимости. Поэтому, чтобы избежать таких потерь, необходимо в полевых условиях, при отсутствии в составе экспедиции палеогерпетолога, выбирать все встречающиеся костные остатки, включая и очень мелкие. Это позволит собрать дополнительный фактический материал, который может быть использован при изучении эволюции фауны рептилий и амфибий.

На сегодняшний день на территории Беларуси известно более полутора десятков местонахождений ископаемой герпетофауны, охватывающих разные хроносрезы голоцена (рисунок 1). Фоссилии земноводных и рептилий встречаются в различных генетических типах четвертичных отложений и представляют собой ценный материал для геохронологических корреляций и эколого-палеогеографических реконструкций.

В ходе проведенных исследований на основе полученных материалов выполнен систематический анализ герпетокомплексов из голоценовых местонахождений территории Беларуси, предложена схема появления и смены видовых ассоциаций по этапам голоцена, сделаны выводы о возможных палеоэкологических условиях, существовавших во время формирования захоронений батрахофауны.

1. Бурое, 2. Слобода Дзятковская, 3. Пласюницы, 4. Семениновичи-1,
5. Пески 1-4, 6. Воронка, 7. Ножки Рутковичей, 8. Брод,
9. Дрогды, 10. Кирозо, 11. Лопатиню, 12. Сивилская Слобода,
13. Лутышковка, 14. Пашаню, 15. Семениновичи-2

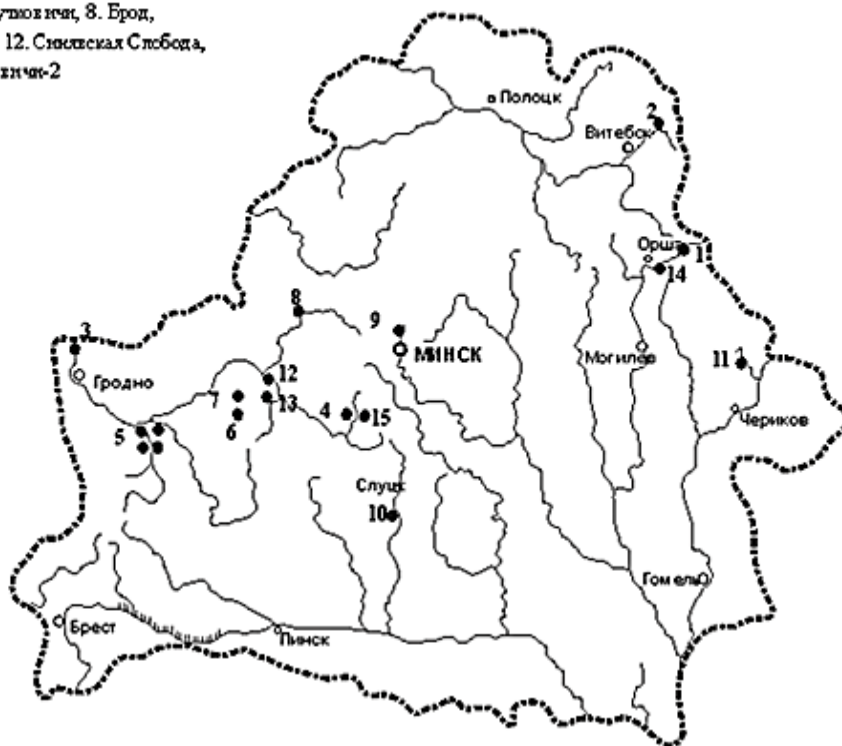


Рисунок 1 – Местонахождения ископаемой фауны амфибий голоцена Беларуси

Вместе с тем, целенаправленных специальных исследований, ориентированных на прицельный сбор и анализ ископаемого герпетологического материала на территории страны не проводилось. Работы в данной области до сих пор являются весьма ограниченными и явно недостаточными. О недостаточном изучении ископаемых сообществ амфибий региона свидетельствует и отсутствие монографических исследований этой группы животных.

Палеогерпетологический метод, как самостоятельный метод палеогеографических реконструкций, обладает рядом преимуществ, но и не лишен недостатков:

1. Земноводные имеют высокие темпы воспроизводства. Являясь массовыми видами, они имеют более высокую численность и плотность по сравнению с крупными

позвоночными, поэтому их ископаемые остатки встречаются в захоронениях значительно чаще и представлены наиболее полно в количественном и видовом отношении. Это дает возможность собрать массовый материал, что повышает достоверность палеогеографических выводов. Массовость позволяет лучше изучить данную группу животных с точки зрения систематики, эволюции, филогении, зонального распределения и расселения.

2. Отдельные представители этой группы узковариабельны к условиям обитания и являются своеобразными индикаторами состояния экосистем. Изменение условий среды и состава фитоценозов неизбежно отражается на структуре видового состава герпетофауны.

3. В целом многие виды амфибий хорошо приспосабливаются к техногенной трансформации ландшафтов. Не случайно, что некоторые из них соседствуют с жильем человека и являются эвсинантропными видами. Среди «сухопутных» амфибий встречаются довольно узковариабельные к условиям среды виды, которые отчетливо реагируют на техногенные преобразования условий обитания сокращением (увеличением) численности особей в популяциях. Поэтому ископаемая батрахофауна является хорошим индикатором антропогенного воздействия на биоценозы и природные экосистемы в целом.

*К недостаткам метода* можно отнести тот факт, что темпы эволюции амфибий значительно ниже по сравнению с эволюцией млекопитающих, в эволюционном отношении современные виды амфибий сформировались уже к началу плейстоцена. Поэтому в местонахождениях позднего плейстоцена и голоцена отсутствуют вымершие виды, а батрахокомплекс имеет вполне современный в видовом отношении облик. Учитывая, что диагностика ископаемых остатков амфибий в местонахождениях, проводится по особенностям морфологии костей посткраниального скелета, который значительно более устойчив к эволюционным изменениям, это ограничивает возможность использования морфологических характеристик ископаемого материала при хроностратиграфических исследованиях.

При реконструкции условий среды и интерпретации полученных данных по ископаемой батрахофауне необходимо учитывать тот факт, что земноводные, являясь холоднокровными животными, тесно связаны с околводными биотопами. Их в определенной степени можно рассматривать как интразональные широко распространенные виды. В силу этих обстоятельств земноводные по отношению к климатическому фактору, являются более резистентными, а их ареал в значительной степени определяется наличием и близостью водоемов, нежели растительным покровом. Поэтому, по сравнению с другими группами животных, они реагируют на изменение климата с некоторым опозданием, а полученные при реконструкциях климатические показатели неизбежно будут иметь более широкую амплитудную разбежку.

В стратиграфическом отношении амфибии, как хладнокровные животные, в отличие от млекопитающих, отсутствуют в отложениях формировавшихся в холодные ледниковые эпохи в перигляциальных условиях, поэтому ископаемые батрахокомплексы характеризуют только интерстадиальные этапы плейстоцена.

Не менее актуальной проблемой при сборе ископаемых остатков голоценовой герпетофауны является плохая сохранность костей посткраниального скелета амфибий и рептилий. Голоценовые остатки еще не прошли процесса фоссилизации, а в условиях средней полосы, при воздействии на них большого количества органических кислот, они являются довольно хрупкими и легко разрушаются.

Учитывая геологический возраст местонахождений ископаемой батрахофауны Беларуси можно констатировать, что проведение палеогеографических реконструкций, изучение хронологии биотических изменений и периодизации природных событий по палеонтологическим данным для голоцена, по сравнению с более ранними этапами четвертичной истории, имеет свою специфику [3, 8].

– Голоцен, как геологическая эпоха, охватывает относительно непродолжительный отрезок геологической истории, который менее всего удален от современности. Поэтому все компоненты географической среды и природные процессы по своим свойствам и интенсивности максимально приближены к современным, что значительно, с большей вероятностью по сравнению с другими геологическими эпохами, позволяет использовать принцип актуализма.

– Голоценовые местонахождения батрахофауны отличаются отсутствием усредненности материала, характерной для фаун плейстоценового времени, и более высоким видовым разнообразием ископаемых остатков. Учитывая данные обстоятельства, изучение ископаемых сообществ амфибий позволяет проследить не только соотношение экологических групп в сообществах, но и динамику отдельных видов в них. Поэтому при хронологии и периодизации природных событий этого времени и пространственно-временных корреляциях развития природных комплексов возможно использование не эволюционно-палеонтологических параметров самих фоссилий, а структурно-экологических особенностей батрахокомплексов и показателей их видового разнообразия по отдельным хроносрезам этого отрезка времени.

– На протяжении голоцена экологические «требования» каждого отдельного вида к условиям обитания изменялись мало. Это позволяет более точно восстановить условия среды по сравнению с более удаленными геологическими этапами, так как палеоландшафтные реконструкции этого этапа основаны на использовании экологических характеристик современных популяций тех видов животных, которые найдены в соответствующих отложениях.

– Ископаемый остеологический материал из голоценовых местонахождений отличается однородностью и, чаще всего, является не переотложенным. Костные остатки более раннего времени, попавшие в голоценовые отложения, как правило, легко отличаются от голоценовых по степени минерализации и сохранности. Это позволяет избежать ошибок при палеогеографических и палеоклиматических реконструкциях, что увеличивает достоверность выводов.

– На протяжении голоцена экологические «требования» каждого отдельного вида к условиям обитания изменялись мало. Это позволяет более точно восстановить условия среды голоцена по сравнению с более удаленными геологическими периодами, так как палеоландшафтные реконструкции позднеледниковья–голоцена основаны на использовании экологических характеристик современных популяций тех видов животных, которые найдены в соответствующих отложениях.

– Немаловажен и тот факт, что практически все местонахождения ископаемой батрахофауны голоцена на территории Беларуси хорошо изучены комплексом геолого-палеогеографических и палеонтологических методов, что позволяет сопоставлять полученные результаты и повышает достоверность их интерпретации.

Таким образом, изучение ископаемой фауны амфибий Беларуси представляется неполным. Недостаточно изученной представляется динамика структуры ископаемых сообществ и смена фаунистических ассоциаций в них, а также динамика видового состава в батрахокомплексах голоцена. Остаются неясными вопросы определения путей и направлений миграций видов, обусловленные потеплением климата в голоцене. Практически не рассмотрена и не дана оценка видовому разнообразию ископаемых сообществ на различных хроносрезам голоцена. Перспективным представляется проведение палеоэкологических реконструкций на основе изучения видового разнообразия амфибий, также выполнение оценки благоприятности условий среды и оценки техногенной трансформации биотопов по данным видового разнообразия в сообществах, изучение возможности использования при хронологических корреляциях и периодизации природных событий позднеледниковья–голоцена не только динамики видового состава и структурно-экологических особенностей батрахокомплексов, но и показателей видового

разнообразия (видового богатства, относительного обилия, доминирования разнообразия ископаемых сообществ по отдельным хроносрезам этого отрезка времени).

Обозначенные проблемы и особенности делают представителей этой группы позвоночных привлекательными и перспективными для палеоэкологических реконструкций, изучения миграций, оценки видового разнообразия и состояния экосистем. Во многом эти направления изучения ископаемой батрахоофауны тесно взаимосвязаны и дополняют друг друга. Поиск новых подходов для изучения динамики и тенденций изменения природных популяций, и фаунистических комплексов, является основой теории эволюции экосистем. Установленные закономерности их развития послужат обоснованием мероприятий по оптимизации планирования и проектирования природопользования, охраны и использования разных групп живых организмов, в том числе и земноводных. Все это делает изучение ископаемых амфибий и сам герпетологический метод актуальным и значимым.

### Список использованной литературы

- 1 Воронин, В.Ф. Фауна Белоруссии и охрана природы. / В.Ф. Воронин – Минск : Высш. Школа, 1967. – 418 с.
- 2 Иванов, Д. Л. Голоценовые амфибии и рептилии Беларуси / Д.Л. Иванов, В.Ю. Ратников, А.Н. Мотузко // Весті БДПУ. – № 1. – 2004. – Сер. 3. – С. 48–52.
- 3 Иванов, Д.Л. Микротериофауна позднеледниковья–голоцена Беларуси / Д.Л. Иванов. – Минск : БГУ, 2008. – 215 с.
- 4 Иванов, Д.Л. Палеогерпетологические исследования в Беларуси: реконструкция условий формирования местонахождения Воронча / Д.Л. Иванов, В.Ю. Ратников, А.Н. Мотузко // Вестник БГУ. – Сер. 2. – 2014. – № 3. – С. 71–76.
- 5 Калиновский, П.Ф. Первые находки ископаемой герпетофауны в Белоруссии и смежных областях / П.Ф. Калиновский // Доклады АН БССР. Т. XXXI. №12. 1987. – С. 1114–1117.
- 6 Калиновский, П.Ф. Первые находки ископаемой герпетофауны в Белоруссии и смежных областях и ее палеогеографическое значение / П.Ф. Калиновский, В.Ю. Ратников // Новые представители ископаемой фауны и флоры Белоруссии и других районов СССР: сб. тр. – Минск, 1990. – С. 91–99.
- 7 Пикулик, М.М. Земноводные Беларуси / М.М. Пикулик. – Минск: Наука и техника, 1985. – 190 с.
- 8 Ратников, В.Ю. Современные проблемы изучения позднекайнозойской истории земноводных и пресмыкающихся с точки зрения палеонтолога / В.Ю. Ратников // Современная герпетология. Т16, вып. 3/4 – 2016 – С. 135–141.
- 9 Ратников, В.Ю. Новые находки остатков голоценовых земноводных и пресмыкающихся в Беларуси / В.Ю. Ратников, А.Н. Мотузко, Д.Л. Иванов // Вестник Воронежского университета. – Геология, 2005. – № 2. – С.23–27.

*N.V. DOROZHKO, D.L. IVANOV*

### ***FOSSIL AMPHIBIANS OF BELARUS: STATE OF KNOWLEDGE, PROBLEMS AND PROSPECTS***

*In this paper provides a brief analysis of the knowledge of the fossil fauna of amphibians of Holocene Belarus. Describes specific problems of studying this group of animals and possible ways of their solution. The prospects and directions of research this issue.*

А.В. ИСАКОВ

## **БЛАГОПРИЯТНОСТЬ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ДОЛИНЫ РЕКИ ПРИПЯТЬ ДЛЯ ЕЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ**

*УО «Гомельский государственный университет  
им. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь,  
artem.isakov1995@gmail.com*

*Статья посвящена изучению особенностей природных условий долины реки Припять. Рассмотрено геологическое строение, тектоническая предопределенность долины Припяти, представлены количественные характеристики элементов долины (пойма и террасы); описаны климатические особенности территории изучения.*

Река Припять образует второй по размерам речной бассейн в пределах Беларуси. Площадь водосбора реки в пределах страны – 52,7 тыс. км<sup>2</sup> (43,6 % от общей площади бассейна). Река берет начало на западе Украинского Полесья (Волинская область) и с запада на восток пересекает Полесскую низменность. На территории Беларуси ее протяженность составляет 548 км (65,7 % общей протяженности реки). Припять берет начало из небольших болот, расположенных к югу от озера Свитязского.

Геологическое строение бассейна Припяти довольно сложное. В нем принимают участие отложения и древних кристаллических пород и современного осадочного покрова. На рассматриваемой территории неоднократно происходили изменения обстановки: морские условия сменялись континентальными [1, с. 4].

Наиболее древние горные породы образовались более 2 млрд. лет назад, они залегают на большой глубине (3000 – 4500 м ниже уровня моря), но в отдельных местах выходят на поверхность. Понижение кристаллического фундамента в центральной части Полесья сформировало Припятскую впадину. К северу и северо-западу от Украинского щита неглубоко под осадочными породами протягивается Полесская седловина. В девоне в восточной части бассейна Припяти образовались отложения поваренных и калийных солей, залежи нефти, газов и сланцев. В меловой период моря оставили мощные пласты мела и мергеля [2, с. 4–5].

В кайнозое происходили резкие изменения природных условий. К началу антропогена уже существовала в основных чертах речная сеть. Отложения антропогена это, прежде всего песчаные породы, а также торф.

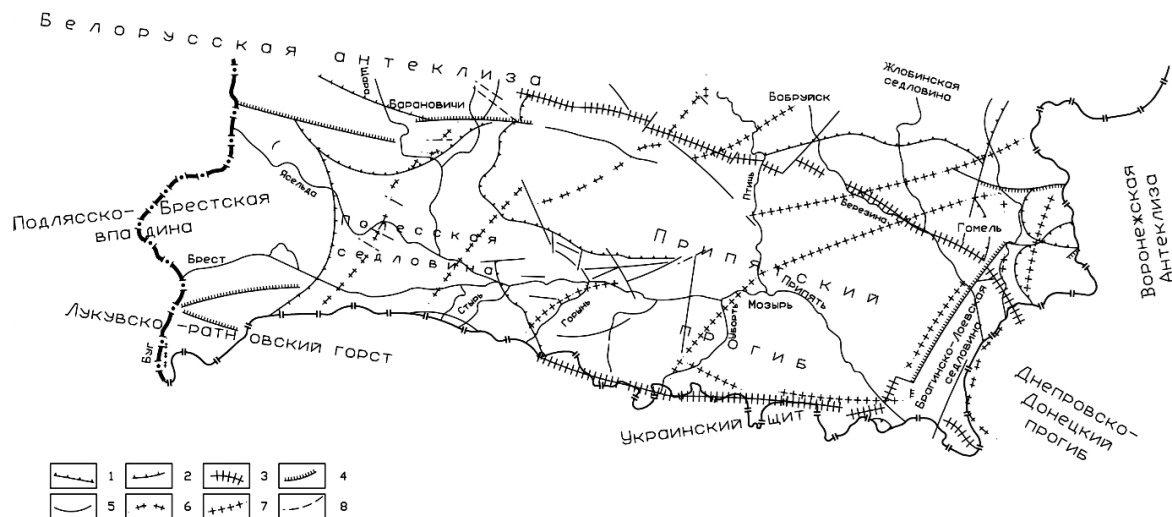
С мергельно-меловыми отложениями связан карст, распространенный в верховьях Припяти, он оказывает существенное влияние на водный режим территории.

Земная поверхность в результате процессов, происходящих в глубинах, меняет свое высотное положение. Это проявляется в виде очень медленных вертикальных движений земной коры. Медленный (5 – 10 мм/год) подъем Припятского Полесья происходит в настоящее время. В связи с этим меняется высотное положение базисов эрозии, уклон рек [2, с. 5].

Современная гидрографическая сеть республики находит связь с тектоническими структурами и нарушениями поверхности фундамента (рисунок 1).

Речные долины для своего заложения избирали в основном районы сочленения крупных структур, тектонически ослабленные зоны, осевые части отрицательных структур и так далее.

Река *Припять* как отмечалось З.А. Гореликом (1958, 1961), Э.А. Левковым, З.А. Гореликом (1979), А.В. Матвеевым, Н.Н. Абраменко, Э.А. Левковым, А.А. Костко (1980), субширотно проходит по территории Припятского прогиба в сторону наибольшего погружения фундамента, четко реагируя на густую сеть разломов и ступеней. Детальные исследования позволили конкретизировать сказанное выше о влиянии тектоники на главную водную магистраль Белорусского Полесья [3, с. 98].



(1 – крупнейшие надпорядковые структуры: авлакогены, антеклизы, синеклизы; 2 – крупные (первого порядка). Разломы: проникающие в чехол (3 – суперрегиональные, 4 – региональные, 5 – субрегиональные и локальные) и не проникающие в чехол (6 – суперрегиональные, 7 – региональные, 8 – субрегиональные и локальные)

Рисунок 1 – Схема тектонического районирования

Припять, формируя долину, старалась освоить наиболее пониженные в тектоническом отношении участки, и направление течения ее хорошо увязывается с тектоническими нарушениями и абсолютными отметками кристаллического фундамента. Наследуя зону трещиноватости вдоль Северо-Ратновского разлома на территории Украины, р. Припять от южной границы республики до Пинска имеет северо-восточное направление в соответствии с локальными нарушениями, идущими от упомянутого выше регионального разлома. Затем река поворачивает на восток в сторону снижения абсолютных отметок поверхности фундамента, а изгиб ее у Пинска скорее всего связан с ростом новейшего поднятия в районе Лемешевичей. Коэффициент меандрирования здесь снижается до 1,12 при среднем 1,35 [3, с. 98].

После впадения Стыри, Припять имеет общую ширину долины до 40–50 км, что согласуется с погружением поверхности фундамента в сторону Припятского прогиба. На западе Припятского прогиба долина Припяти наследует Туровскую депрессию, причем в той ее части, где амплитуда погружения поверхности фундамента от Микашевичско-Житковичского горста к Туровской депрессии достигает 2–3 км, и до устья Горыни имеет наибольшие размеры (70–75 км). Здесь река собирает мелкие притоки, долина ее плохо выражена, сильно заболочена. В месте впадения Пины и Горыни пойма расширяется до 16–18 км и от Кожан-Городка до устья Ствиги составляет 8 – 9 км. На данном участке русло интенсивно меандрирует, и максимальные коэффициенты меандрирования установлены в районах впадения Цны (2,8), Лани, Горыни (2,1) и Случи (2,4). Все это говорит о новейшем тектоническом прогибании.



Восточнее в пределах зоны Шестовичских поднятий долина реки сужается до 8–10 км, русло спрямляется, местами исчезает вторая надпойменная терраса, ширина поймы равна 2–3 км. Далее в районе впадения р. Птичь, пересекая Северо-Скрыгаловецкую синклиналию зону по поверхности верхнефаменских соленосных отложений, долина расширяется до 30 км, а затем снова сужается, проходя Прудокское и Калинковичское соляные поднятия. На следующем отрезке также отмечается влияние глубинных структур на особенности долины – Хобнинское поднятие фундамента и Мозырская ступень выражаются в сужении поймы (до 1–2 км вдоль Мозырской гряды) и первой надпойменной террасы. Однако при прохождении Наровлянского горста долина Припяти расширяется до 30–40 км (пойма до 9 км), что, по-видимому, связано с распространением здесь мощных водных потоков после деградации последнего ледника и сильным блужданием их перец региональным краевым разломом. В подтверждение сказанного следует отметить, что Припять, имея на значительном расстоянии субширотное направление, лишь на небольших участках наследует отрицательные формы рельефа ложа антропогенного покрова (у Турова, в месте впадения Ствиги, северо-восточнее Петрикова), а изменив субширотное направление на юго-восточное, полностью наследует того же простираения обширную и глубокую ложбину ледникового выплывания и размыва (от Мозыря до границы с Украиной) [3, с. 98].

В геоморфологическом отношении центральное положение в долине реки Припять занимает Припятская низменность. Она представляет собой слабоврезанную плоскую, местами слабоволнистую поверхность, и осложненную отдельными сильно денудированными краевыми комплексами – останцами, эоловыми массивами и слабовыраженными в рельефе надпойменными террасами. В нижнем течении Припяти среди монотонного равнинного ландшафта выделяются Мозырская гряда (отметки высот составляют: на урзе Припяти 110–113 м, максимальные отметки колеблются от 160–180 до 221 м) и Хойникско-Брагинские высоты (абсолютные высоты поверхности изменяются в пределах 120–165 м, максимальная отметка составляет – 167,5 м).

Долина Припяти слабо выражена, её ширина достигает 70–75 км (рисунок 2). В пределах долины выделяются пойма и две надпойменные террасы. Русло в верховье канализировано; ниже – извилистое, образует меандры, старицы, много протоков; есть песчаные острова [4, с. 20]. Пойма развита на всем протяжении реки. Ширина поймы в верхнем течении 2–4 км и более, в отдельные годы затопливается на несколько месяцев. В низовьях ширина поймы достигает 10–15 км. Выделяется два пойменных уровня: старая высокая пойма (2–3 м) и значительную часть занимает молодая сильно заболоченная пойма, протягивающаяся вдоль Припяти широкой полосой от 0,5 до 1,0 км. На приустьевых участках притоков характерными формами рельефа являются гривистые заболоченные участки с протоками и старицами. На притеррасных участках поймы хорошо выражены крупногривистые эоловые формы высотой 0,5–1,0 м, длиной до 5,0 км, а на некоторых отрезках поймы широко распространены прирусловые валы.

Первая надпойменная терраса у Припяти аккумулятивная, наблюдается на всем протяжении, за исключением нескольких участков у городов Мозыря и Петрикова. Ширина террасы изменяется от 1 до 8 км, в местах впадения крупных притоков достигает 18 км. На отдельных участках она сужается до 100 м. Высота уступа террасы обычно 0,3–1,0 м, местами достигает 3–4 м. Поверхность террасы пологая, осложнена эоловыми образованиями, у староречий и притеррасных участках заболоченная. Первая надпойменная терраса отделяется от поймы пологим уступом. Наибольшей ширины (до 20–30 км) она достигает в местах впадения в Припять крупных притоков, а также на участке бывших озер. Вместе с поймой первая надпойменная терраса занимает большую часть территории Полесья. Ее поверхность повышается вниз по течению от 3–4 (Пинск) до 7–8 м (Мозырь).

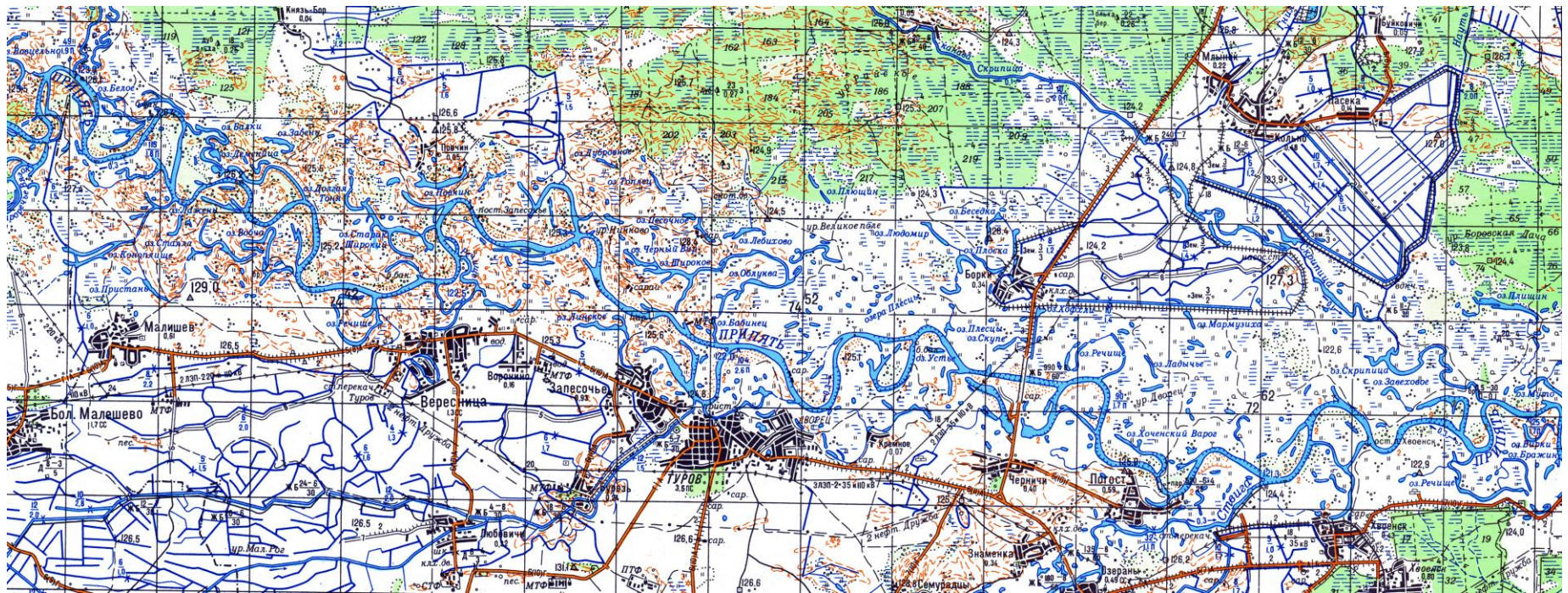


Рисунок 2 – Долина реки Припять (фрагмент карты, М 1:180000)

Вторая надпойменная терраса преимущественно эрозионно-аккумулятивного типа развита повсеместно, кроме сквозных участков долины (Мозырь, Петриков). Колебание ширины террасы составляет от 200 – 500 м до 28 км. Высота уступа террасы над урезом воды увеличивается с запада на восток, возрастая по течению от 7 до 20 м. Вдоль бровки террасы развиты разнообразные эоловые формы рельефа.

Вторая надпойменная терраса выделяется в рельефе на абсолютных отметках 140–120 м. Высота ее над уровнем Припяти увеличивается по течению реки от 6–7 м в районе Пинска до 10–15 м ниже Петрикова и Мозыря. Многочисленные притоки Припяти расчленили эту террасу и увеличили ее ширину в результате слияния их террас и аналогичных озерных террас, включающих большие болотные массивы с зарастающими озерами.

На поверхности террас существует большое количество участков грядово-бугристого дюнного рельефа с относительными высотами 4–6 м. Часто наблюдается современное развевание песков ветром, особенно в прирусловой части поймы, с формированием эоловых форм рельефа.

Климатические условия долинного комплекса Припяти в целом умеренно континентальный, влажный, с мягкой и влажной зимой. Лето относительно прохладное и часто дождливое, особенно во второй половине. Осень нередко дождливая, весна чаще с неустойчивой погодой. К неустойчивости погоды приводит смена различных воздушных масс, циклонов и антициклонов. Территория бассейна Припяти находится в основном под влиянием воздушных масс Атлантики и арктического воздуха, приносящего похолодание. Южные тропические воздушные массы, которые достигают Полесья реже, вызывают зимой потепление, а летом жару и сухость.

Самый теплый месяц – июль, самый холодный – январь, но нередко наблюдается смещение тепла и холода на август и февраль соответственно. Температура воздуха в июле в среднем равна 18–19 °С, в январе от минус 4,5 до минус 7 °С. Абсолютный максимум температуры составляет 36–38 °С, минимум – от минус 35 до минус 39 °С. Осадки в бассейне выпадают довольно часто: почти половина дней в году с осадками, дождь нередко идет несколько дней подряд с небольшими перерывами. Осадки приносятся в основном циклонами, идущими с Атлантики. Их средняя многолетняя величина колеблется в значительных пределах и составляет по левобережью 650–750, по правобережью – 600–700 мм. В апреле-октябре выпадает более двух третей годовой суммы осадков. Обычно наибольшее количество осадков приходится на июль-август. За многолетний период годовые суммы осадков также подвержены значительным колебаниям. В сухие годы их величина снижается до 350 мм, во влажные повышается до 1000 мм и даже более [1, с. 10–11].

В последнее время наблюдается выраженное потепление климата – зима и весна стали более теплыми в среднем на 0,4 °С. В этот период средняя многолетняя температура воздуха в верховьях Припяти достигла 7,4 °С, что на 0,2 °С выше нормы. Повышение зимних температур привело к неустойчивой зиме и увеличению зимнего и весеннего гидрологических стоков [4, с. 26].

Гидрологический режим реки главным образом определяется талыми и дождевыми водами, а также за счет подземного питания. В периоды интенсивного таяния снега и дождей наблюдается высокий уровень половодья. Гидрологические наблюдения показывают, что ежегодные подъемы уровня воды в Припяти 4–5 м, а в аномальные по водности годы могут достигать 7 м, вызывая катастрофические наводнения. Продолжительность половодья иногда достигает 125 дней. Ширина разлива р. Припять составляет 5–15 км, достигая 25 км. В основных притоках ширина разлива 5–10 км.

Таким образом, природные условия долины реки Припять достаточно благоприятны для инженерно-геологического освоения: долинный комплекс Припяти характеризуется следующими природными особенностями: в тектоническом отношении практически

полностью располагается в пределах Припятского прогиба, в геоморфологическом плане занимает территорию Полесской низменности. В пределах долины реки Припять выделяется двухуровневая пойма («старая» – высокая и «молодая» – низкая заболоченная), первая и вторая надпойменные террасы. Климатические условия характеризуются как умеренно-континентальные и формируют гидрологический режим реки.

### Список использованной литературы

- 1 Дрозд, В.В. Река Припять / В.В. Дрозд, О.З. Ревера. – Минск : Университетское, 1988. – 77 с.
- 2 Калицкий, Т. Эволюция некоторых речных долин Беларуси в позднеледниковье и голоцене / Т. Калицкий // Литосфера. № 10 – 11. – 1999. – С. 49–55.
- 3 Нечипоренко, Л.А. Условия залегания и тектоническая предопределенность антропогенного покрова Белоруссии / Л.А. Нечипоренко. – Минск : Наука и техника, 1989. – 114 с.
- 4 Михальчук, Н.В. Гидрогенно-карбонатные ландшафты Полесья: генезис, состояние фитобиоты, охрана / Н.В. Михальчук. – Минск : Белорусская наука, 2015. – 296 с.

A.V. ISAKOV

### **FEATURES OF THE NATURAL CONDITIONS OF THE PRIPYAT RIVER VALLEY**

*The article is devoted to the study of the peculiarities of the natural conditions of the Pripyat River valley. The geological structure, the tectonic predetermination of the Pripyat valley, the quantitative characteristics of the elements of the valley (floodplains and terraces) are presented; describes the climatic features of the study area.*

УДК 624.131.3

К.И. КАШУТЧИК

### **ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПЕСКОВ УСТЬЯ РЕКИ ИПУТЬ**

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

*Статья посвящена аллювиальным отложениям устья реки Ипуть. Изучены гранулометрический и микроагрегатный составы образцов, также проведены вспомогательные опыты по определению гигроскопической влажности и плотности твердой фазы. В результате эксперимента был определен гранулометрический и микроагрегатный состав и установлена их зависимость от генезиса, а также определены коэффициенты неоднородности и агрегированности.*

Гранулометрический состав характеризует предельную дисперсность грунта, а так как он постоянен для данного грунта, то используется как классификационный признак [1].



Данный параметр определяет многие физико-механические свойства породы: усадка, пластичность, пористость, водопроницаемость и т.д. Микроагрегатный состав характеризует не предельную, а естественную дисперсность пород; отражает степень агрегированности грунта при данных условиях и может использоваться для характеристики структурных связей в грунте.

Данные гранулометрического анализа используются для классификации пород, восстановлении палеогеографических обстановок. Также результаты анализа широко используются в инженерной геологии для оценки пригодности пород для строительства, прогнозирования опасных геологических явлений и процессов, например, суффозии; в гидрогеологии для расчета коэффициента фильтрации.

В связи с вышесказанным можно судить о практической значимости и актуальности исследования пород с точки зрения гранулометрии.

Аллювиальные толщи по гранулометрическому составу сильно изменчивы. Между фациями они могут изменяться от песков и галечников в русловой до супесей и суглинков в пойменной. Внутри фаций таких закономерностей не установлено, поэтому при исследовании аллювия одного генезиса будет получаться различный результат, который будет представлять научный интерес.

В ходе учебной практики по геологической съемке и картографированию, проходившей в июне-июле 2016 года, на левом берегу в устье реки Ипуть (рисунок 1) было отобрано два образца пород, относящихся к аллювиальным отложениям [2]. Первый образец представляет собой песок, соответствующий русловой фации реки Ипуть, второй – супесь, относящейся к пойменной фации (рисунок 2).

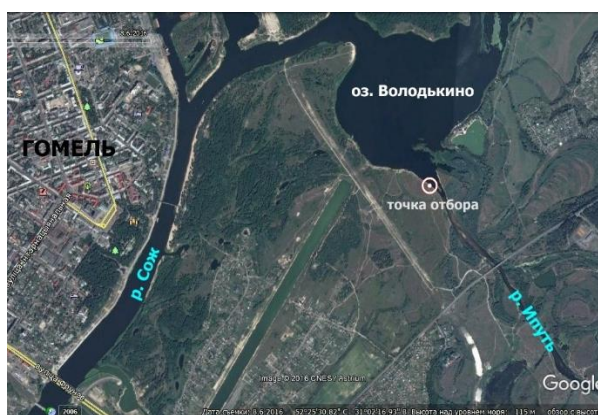


Рисунок 1 – План отбора проб



Рисунок 2 – Общий вид места отбора (над урезом воды в р. Ипуть)

Гранулометрический и микроагрегатный составы обоих образцов определялся пипеточным методом по ГОСТ 12536-2014 [3]. Из общей пробы методом квартования были отобраны пробы для определения плотности частиц грунта ( $\rho_s$ ) и гигроскопической влажности ( $w_r$ ). Эти показатели устанавливались по ГОСТ 5180-2015 [4]. В результате были получены следующие значения: гигроскопическая влажность песков русловой фации составила  $w_{r1} = 0,12 \%$ , а пойменной –  $w_{r2} = 0,80 \%$ ; плотность твердой фазы –  $\rho_{s1} = 2,65 \text{ г/см}^3$  и  $\rho_{s2} = 2,58 \text{ г/см}^3$  соответственно. В научной литературе такие значения объясняются наличием органики, которая увеличивает значение гигроскопической влажности и, за счет своей низкой плотности, снижает показания плотности твердой фазы [1].

Все опыты проводились с образцами в воздушно-сухом состоянии. В результате эксперимента были получены следующие значения (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты определения гранулометрического и микроагрегатного состава образцов пипеточным методом [3]

Содержание фракций грунта, %, мм	микроагрегатный состав		гранулометрический состав	
	русловая фация	пойменная фация	русловая фация	пойменная фация
Более 10	0	0	0	0
10–5	0	0	0	0
5–2	0,03	0	0,05	0
2–1	0,54	0	0,58	0
1–0,5	13,95	0	11,81	0
0,5–0,25	77,94	0	75,34	0
0,25–0,1	6,06	0,56	9,52	0,57
0,1–0,05	1,08	74,92	2,09	74,85
0,05–0,01	0,06	18,53	0,06	17,09
0,01–0,005	0,04	1,87	0,03	2,11
0,005–0,002	0,02	1,12	0,14	1,73
0,002–0,001	0,14	0,94	0,19	1,54
Менее 0,001	0,14	2,06	0,19	2,11

Для более наглядного представления о гранулометрическом составе грунта и определения степени неоднородности были построены интегральные кривые гранулометрического и микроагрегатного состава (рисунки 3, 4).

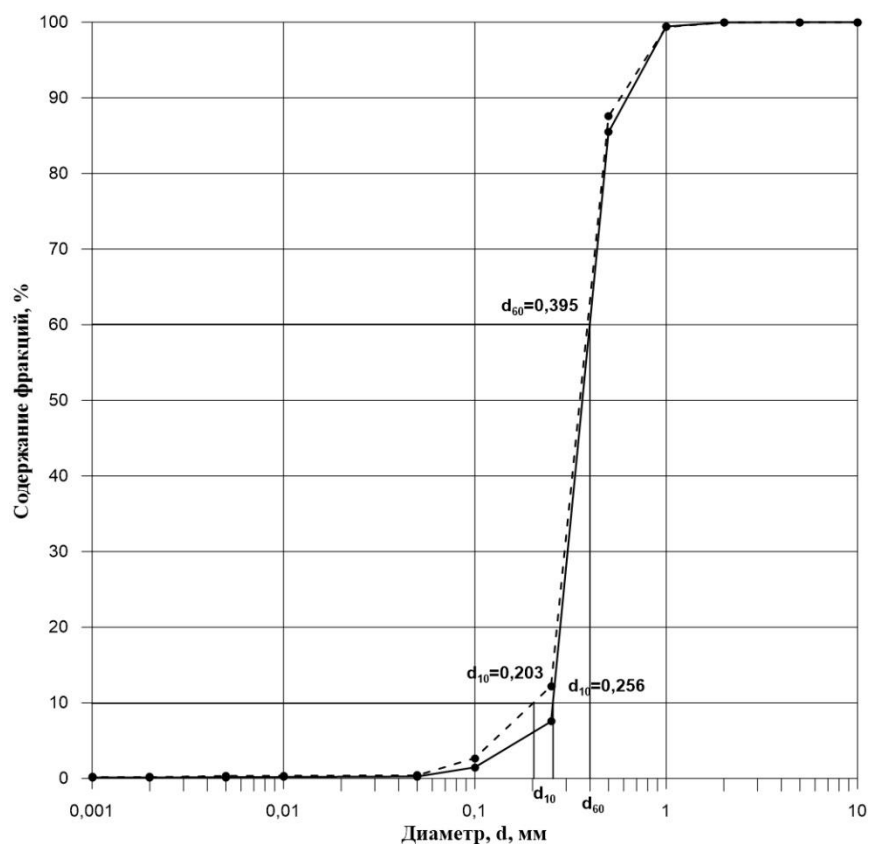


Рисунок 3 – Кривые гранулометрического и микроагрегатного состава русловой фации аллювиальных песков устья реки Ипуть (сплошной линией обозначена кривая микроагрегатного состава, а пунктирной – гранулометрического)

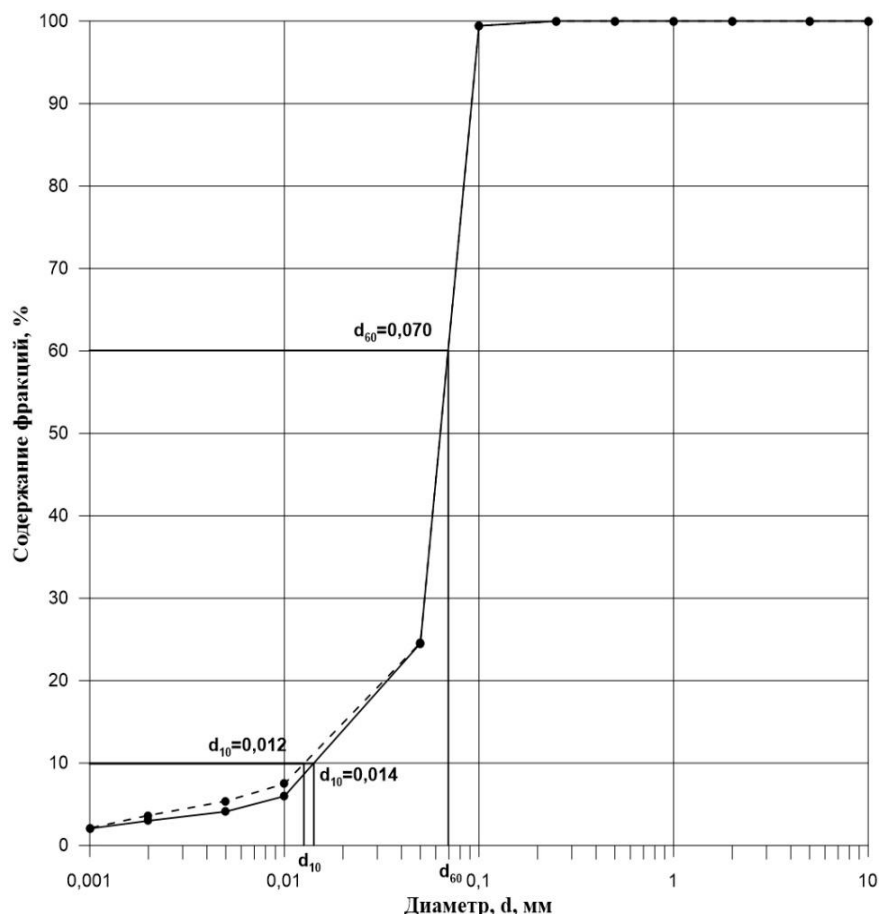


Рисунок 4 – Кривые гранулометрического и микроагрегатного состава пойменной фации аллювиальных песков устья реки Ипуть (сплошной линией обозначена кривая микроагрегатного состава, а пунктирной – гранулометрического)

По результатам гранулометрического анализа можно дать наименование образцам. Исходя из полученных данных видно, что содержание в образце руслового аллювия частиц крупнее 0,25 мм составляет более 50 %. Таким образом, согласно СТБ 943-2007, образец русловой фации относится к *пескам средним*, а по классификации Охотина – к *пескам* [1].

В СТБ 943-2007 классификация глинистых пород производится не по гранулометрическому составу, а по числу пластичности. Но так как таких исследований не проводилось, то для наименования образца пойменной фации была использована наиболее распространенная классификация грунтов В.В. Охотина [1]. Согласно ней, образец относится к *супеси легкой*, для которой характерно содержание глинистых частиц с размерами менее 0,002 мм от 3 до 6 %, а содержание песчаных частиц (0,05–2 мм) больше, чем пылеватых (0,002–0,05 мм).

Также по формуле (1) был рассчитан коэффициент неоднородности (по Хазену), значения которого представлены в таблице 2.

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad (1)$$

где  $d_{60}$  и  $d_{10}$  – диаметры частиц, мм, меньше которых в данном грунте содержится (по массе) соответственно 60 % и 10 % частиц.

Таблица 2 – Коэффициенты неоднородности исследуемых образцов

№, п/п	Состав	Фация	Диаметр частиц, мм		Коэффициент неоднородности, $C_u$
			$d_{60}$	$d_{10}$	
1	микро-агрегатный	русловая	0,395	0,256	1,54
2		пойменная	0,070	0,014	5,00
3	гранулометрический	русловая	0,395	0,203	1,95
4		пойменная	0,070	0,012	5,83

В ходе анализа коэффициентов неоднородности образцов, снова опираясь на СТБ 943 – 2007, установлено, что образец русловой фации является *однородным* ( $C_u < 3$ ) с преобладающей фракцией 0,5–0,25 мм. А образец пойменной фации является *неоднородным* ( $C_u > 3$ ). Для оценки агрегированности был рассчитан коэффициент агрегированности И.М. Горьковой [1], формула 2.

$$K_a = \frac{\text{выход частиц при гранулометрическом анализе (в \%)} }{\text{выход частиц при микроагрегатном анализе (в \%)} } \quad (2)$$

Для частиц размером менее 0,005 мм песка среднего этот показатель составил 2,06, а для частиц менее 0,001 мм – 1,36. Таким образом более агрегированными являются частицы фракции 0,005–0,001 мм.

Коэффициент агрегированности частиц размером менее 0,005 мм супеси легкой составил 1,31, а частиц менее 0,001 мм – 1,02. То есть эти частицы практически неагрегированны.

Агрегированность частиц обусловлена водно-коллоидными связями, которые формируются в результате электростатических сил взаимодействия между пленочной водой и твердыми частицами. Чем тоньше пленки воды, тем эти силы больше и наоборот. Данные эксперимента это подтверждают.

Полученные результаты можно использовать для дальнейших исследований аллювия данной территории и сравнивать их со значениями похожих территории в других районах. Также можно определять различные физико-механические показатели грунтов, которые напрямую зависят от гранулометрического состава.

### Список литературы

1 Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королев, Е.А. Вознесенский, Г.А. Голодковская, Ю.К. Васильчук, Р.С. Зиангиров; под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., переработ. и доп. – Москва: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.

2 Отчет по учебной практике по геологической съемке и картографированию / А.М. Житко [и др.]. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2016. – 181 с.

3 ГОСТ 12536 – 2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – Взамен ГОСТ 12536 – 79; введ. 01.07.2015. – Москва. Стандартинформ, 2015. – 22 с.

4 ГОСТ 5180 – 2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – Взамен ГОСТ 5180 – 84; введ. 01.04.2016. – Москва. Стандартинформ, 2016. – 23 с.



K.I. KASHUTCHIK

## **GRANULOMETRIC AND MICROAGGREGATES COMPOSITION OF THE ALLUVIAL SANDS IN THE MOUTH OF THE RIVER IPUT**

*The article is devoted to the alluvial deposits of the estuary of the river Iput. Studied granulometric and microaggregate the composition of the samples, also performed auxiliary experiments to determine the hygroscopic moisture and density of the solid phase. At the end of the experiment was determined granulometric and microaggregate composition. Installed their dependence on genesis, as well as the coefficients of heterogeneity and aggregation.*

УДК 551.4 (476.1)

И.И. КЛЕВКО

## **ОСОБЕННОСТИ ДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ**

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

*Девонские отложения широко распространены в пределах Беларуси. Они интересны как в практическом, так и в научном отношении. Научный интерес определяется тем, что девонский период является одним из самых важных этапов соленакопления на планете. Наибольший интерес для изучения девонских отложений представляет Припятский прогиб, так как в нем сосредоточены наиболее важные из выявленных на территории Беларуси полезных ископаемых: каменная и калийные соли, нефть, каменный и бурый уголь, горючие сланцы, минеральные и пресные воды, строительные материалы.*

Девон – четвертая снизу система палеозойской эратемы (группы), соответствующая одноименному периоду палеозойской эры. В Международной стратиграфической шкале девон размещается после силурийской системы (периода) и предшествует каменноугольной системе (периоду). Время формирования отложений составляет более 50 млн. лет (с 416 по 359 млн. лет назад). Девон на территории Беларуси представлен отложениями всех трех отделов (нижний, средний, верхний), однако наиболее распространен средний отдел. Подразделяется также на 7 ярусов (веков): лохковский, пражский и эмский (в нижнем отделе), эйфельский и живетский (в среднем), франский и фаменский (в верхнем). На основании изучения особенностей вещественного состава пород и содержащихся в них ископаемых органических остатков: брахиопод, конодонтов, рыб, остатков растений (спор) белорусскими исследователями разработана новая стратиграфическая схема девонской системы Беларуси. В ней были выделены наряду с отделами и ярусами более детальные стратиграфические подразделения – региональные горизонты и слои, а также соответствующие им местные свиты и подсвиты [2].

Девон – наиболее изученный из всех периодов палеозойской эры на территории Беларуси. Это связано с большим практическим значением накопившихся в это время образований (калийные и каменная соли, нефть, доломит, пресные и минеральные подземные воды, промышленные рассолы).

Девонский период отмечен двумя перестройками структурного плана территории, повлекшими за собой изменения контуров области осадконакопления.

Первая перестройка произошла в раннедевонскую эпоху (лохковский век), осадконакопление происходило только в Подляско-Брестской впадине и на Волынской моноклинали. Это была мелководная морская карбонатная седиментация в условиях, очень благоприятных для обитания бентоса (мшанки, брахиоподы, криноидеи) и водорослей.

Наступил герцинский геотектонический этап, главным событием которого стало формирование Припятского прогиба – активной, рифтовой структуры [1].

Шла морская седиментация в пределах Оршанской впадины, Латвийской и Жлобинской седловин, восточных склонов Белорусской антеклизы, отдельных участков севера и северо-запада территории будущего Припятского прогиба. Эмское эпиконтинентальное море было мелководным; терригенное осадконакопление в нем сочеталось с карбонатным. Бассейн испытывал значительный принос грубообломочного неотсортированного материала – гравелитов и разнозернистых песчаников.

Море **среднедевонской эпохи** занимало примерно те же площади, что и в конце раннего девона. Для *эйфельского века* было характерно значительное разнообразие обстановок осадконакопления в мелком эпиконтинентальном море. На протяжении живетского века суша выравнивалась: в первой половине века накапливался преимущественно песчаный и алевроитовый материал, во второй – глинистый и карбонатный.

В позднедевонскую эпоху (первая половина ланского времени) накапливался песчаный материал, во второй половине – глинистый. В первой половине саргаевского времени на территории Припятского прогиба существовал мелководный морской бассейн с повышенной соленостью; временами отлагался сульфатный материал. Южная часть территории характеризовалась рифтовым режимом развития – начинал формироваться Припятский прогиб (рифтовый грабен). Именно на этой стадии накопилась верхняя часть подсолевой карбонатной толщи, нижняя солевая, межсолевая, верхняя солевая и надсолевая толщи Припятского прогиба.

Речицкое время ознаменовалось началом заложения рифтовых разломов. Шла карбонатная и глинисто-карбонатная седиментация в мелководных условиях. В северо-западной, юго-западной и крайней северной частях вместо солей накапливались сульфатные, карбонатные или терригенные отложения, иногда формировались строматолитовые постройки.

С начала *фаменского века* началось формирование межсолевой толщи; ее накопление происходило в течение задонского, елецкого и петриковского времени [1].

Важной особенностью «межсолевого» бассейна были нередкие перерывы в осадконакоплении. На некоторых подобных участках межсолевые отложения оказались полностью размытыми. В начале лебедянского времени происходило накопление каменной соли в наиболее погруженных участках бассейна, а в дальнейшем и на выступы внутри котловины. В конце концов она вся заполнилась солью и образовалась нижняя галитовая подтолща верхней солевой толщи.

В начале оресского времени началось формирование глинисто-галитовой (калиеносной) подтолщи верхней солевой толщи. Особенностью осадконакопления было частое чередование отложения галита, сильвина и галопелитового материала.

Важным элементом геологического развития верхней солевой толщи стали процессы соляной тектоники, которые начали проявляться уже в лебедянское время и продолжались до кайнозоя включительно. Соляной тектогенез в галитовой подтолще сыграл важную роль в формировании и размещении отдельных суббассейнов, в которых накапливались отложения калиеносной подтолщи [1].

Вторая половина стрешинского времени ознаменовалась окончанием галогенеза на большей части территории Припятского прогиба. Наступил перерыв в осадконакоплении, во время которого верхняя часть калиеносной подтолщи подверглась процессам размыва и подземного выщелачивания. В результате этих процессов нижняя часть надсолевой

девонской толщи оказалась сложенной преимущественно глинисто-мергельными породами, представляющими собой нерастворимый материал каменной и калийных солей. Пласты ангидрита вследствие его гидратации превратились в пласты гипса.

Наступило полесское время фаменского века. Им завершились девонский период и рифтовая стадия развития территории Припятского прогиба.

Девонские отложения охватывают около 60 % территории Беларуси. Они широко распространены на территории Оршанской впадины, Припятском прогибе (Припятском грабене и Северо-Припятском плече), также на Латвийской, Жлобинской, Брагинско-Лоевской седловинах, восточным и северным склонам Белорусской антеклизы. В виде отдельных изолированных участков известны в Подляско-Брестской впадине и на Волынской моноклинали.

Девонские отложения залегают согласно на силурийских (Подляско-Брестская впадина и Волынская моноклинали), на остальной территории трансгрессивно на размытой поверхности пород нижнего палеозоя, верхнего протерозоя и кристаллического фундамента. Перекрываются они в Припятском прогибе преимущественно каменноугольными отложениями, в Подляско-Брестской впадине – пермскими, на остальной территории – мезозойскими и кайнозойскими (в основном четвертичными) образованиями.

На территории Беларуси породы девонской системы вскрываются скважинами на глубинах от 100 до 1500 м, в отдельных местах (по р. Днепр у г. Орши, р. Зап. Двине у г. Витебска и р. Сарьянке у г. Верхнедвинска) выходят на дневную поверхность. Разрез девонских отложений в разных разрезах представлен глинами, мергелями, глинистыми доломитами, известняками, песчаниками, песками, доломитизированными известняками, ангидритами, гипсами, а в Припятском прогибе, кроме того, мощной (до 3000–3500 м) толщей (верхнедевонские отложения) сложенной в основном каменной солью, перемежающейся с карбонатными, глинистыми и реже песчаными породами [3].

Девонские отложения характеризуются разнообразными по составу и генезису породами: морскими, лагунными (от опресненных до осолоненных), субконтинентальными и континентальными, вулканоматматическими и переходными разностями. Для них характерно отчетливо выраженное ритмическое строение разрезов: от элементарных ритмов до ритмопачек, слоев и горизонтов.

Породы нижнего девона известны только на юго-западе Беларуси, где они представлены глинами, мергелем и известняками мощностью не более 80 м. Отложения нижнего девона представлены образованиями лохковского и эмского ярусов. Первые распространены только на отдельных участках Подляско-Брестской впадины и на Волынской моноклинали, вторые – в целом ряде районов Беларуси. Отложения согласно залегают на юго-западе (Подляско-Брестская впадина, Волынская моноклинали) и востоке (в основном на территории Оршанской впадины, на Латвийской и Жлобинской седловинах, в меньшей степени в Припятском прогибе) республики [3] (рисунок 1).

На врезке главные тектонические структуры платформенного чехла в современном структурном плане: I – Украинский щит; антекилзы: II – Белорусская, III – Воронежская; прогибы: IV – Припятский, V – Днепровско-Донецкий; VI – Балтийская синеклиза; впадины: VII – Оршанская, VIII – Подляско-Брестская; седловины: 1 – Латвийская, 2 – Жлобинская, 3 – Полеская, 4 – Северо-Припятское плечо; 5 – Микашевичско-Житковичский выступ.

Породы среднего девона, имеющие мощность около 300 м, сложены мергелем, доломитами и глинами. Отложения среднего девона широко развиты в Припятском грабене, на Северо-Припятском плече, в Оршанской впадине, на восточных склонах Белорусской антеклизы, на Жлобинской и Латвийской седловинах. Максимальные мощности среднедевонских отложений – до 350 метров характерны для Оршанской впадины, в Припятском прогибе – 250–300 м, минимальные (несколько метров) – для склонов Белорусской антеклизы. В среднем отделе девона выделены эйфельский и живетский ярусы [1].

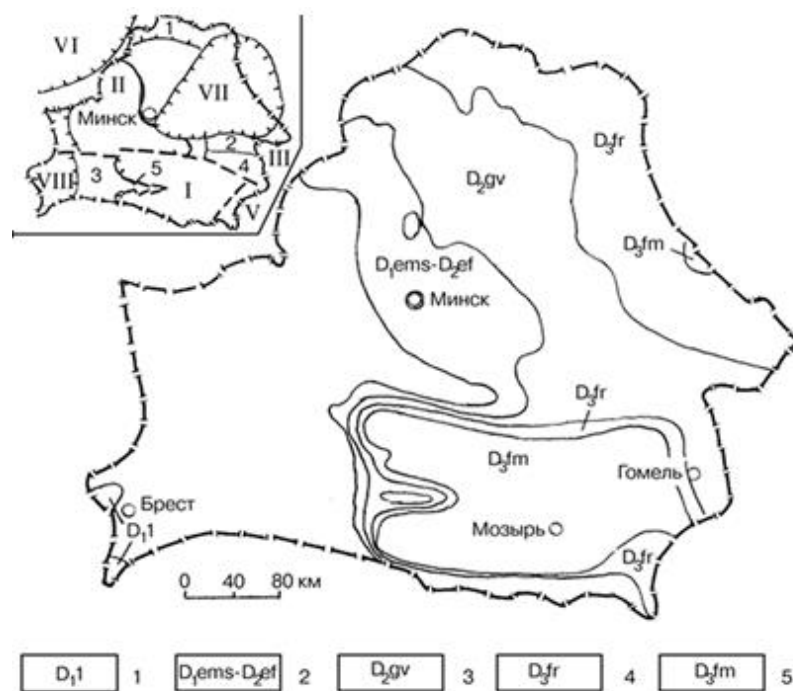


Рисунок 1 – Распространение девонских отложений на территории Беларуси (Геология Беларуси, 2001). 1 – лоховский ярус, 2 – верхний эмс и эйфельский ярус нерасчлененные, 3 – живетский ярус, 4 – франский ярус, 5 – фаменский ярус

Породы верхнего девона характеризуются весьма значительной мощностью и занимают обширные территории на юге, юго-востоке и востоке Беларуси. По особенностям строения и залегания слоев выделяются Припятский прогиб и Оршанская впадина с прилегающими склонами Латвийской седловины. В Припятском прогибе мощность верхнедевонских отложений достигает 3,5 км, где они образуют несколько толщ различного состава с прослойками каменной и калийной соли, горючих сланцев и др. В пределах Оршанской впадины и Латвийской седловины толщи верхнего девона представлены доломитами, известняками, глинами, мергелем, остатками богатой фауны брахиоподов, трилобитов и других морских беспозвоночных. Мощность отложений – около 150 м. В отдельных местах по долинам Днепра и Западной Двины отложения верхнего девона выходят на дневную поверхность.

Наиболее полный и разнообразный разрез образований этого возраста – в Припятском грабене. Здесь по структурно-литологическому признаку снизу вверх выделяется шесть мощных толщ (или комплексов): подсолевая терригенная, подсолевая карбонатная, нижняя солевая (соленосная), межсолевая, верхняя солевая (соленосная) и надсолевая [1].

Особенностью образований девонской системы Беларуси является:

1. наличие среди карбонатных пород северной и западной частей Припятского прогиба органогенно-аккумулятивных отложений и нефтесодержащих органогенных построек;
2. в разрезах, расположенных в южной части Припятского прогиба, вблизи Украинского кристаллического щита – дельтовых образований палеорек и конусов выноса временных водных потоков;
3. вулканогенных построек в зоне сочленения восточной части Припятского прогиба и Брагинско-Лоевской седловины; широкое развитие пластов калийных солей в западной части прогиба [4].

К отложениям девона Беларуси приурочены основные месторождения полезных ископаемых.

Огромное значение для Беларуси имеют запасы калийных солей. По их запасам и добыче республика входит в первую тройку стран мира. Калийные соли приурочены к девонским отложениям Припятского прогиба и залегают на глубинах от 350 до 4000 м. На данный момент разведаны 3 месторождения: Старобинское, Петриковское и Октябрьское, первое из которых разрабатывается.

Также к девонским отложениям Припятского прогиба приурочены месторождения каменной соли (Мозырское, Старобинское и Давыдовское месторождения), месторождение доломитов (Рубовское месторождение), горючие сланцы (Туровское, Любанское месторождения). В восточной части Припятского прогиба выявлено более 60 месторождений нефти. Одними из крупнейших среди них являются Речицкое и Осташковичское. Из-за сложного тектонического строения Припятского прогиба преобладают небольшие месторождения. Нефть залегают на глубинах 1600 до 4600 м.

С вулканоматматическими образованиями Жлобинской седловины и Гомельской структурной перемычки связывают перспективы поисков коренных алмазов [4].

### Список использованной литературы

1 Махнач, А.А. Введение в геологию Беларуси / А.А. Махнач; науч. ред. А.В. Матвеев. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2004. – 198 с:

2 Стратиграфия отложений платформенного чехла Беларуси: метод. рекомендации для студентов геогр. фак. спец. 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» / А.Ф. Санько, С.А. Кручек. – Минск : БГУ, 2014. – 58 с.

3 Физическая география Беларуси: курс лекций для студентов вузов специальности «География» / Г.Н. Каропа. – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2008. – 141 с.

4 Природа Беларуси: энциклопедия : в 3 т. Т. 1. Земля и недра / редкол. : Т.В. Белова [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі. – 2009. – 464 с.

I.I. KLEVKO

### **FEATURES OF THE DEVONIAN DEPOSITS IN BELARUS**

*Devonian deposits are widely distributed within Belarus. They are interesting both in practical and scientific terms. Scientific interest is determined by the fact that the Devonian period is one of the most important stages of salt accumulation on the planet. The most interesting for the study of Devonian deposits is the Pripyat trough, cause it contains the most important minerals found on the territory of Belarus: rock and potassium salts, oil, stone and brown coal, oil shale, mineral and fresh water, building materials.*

УДК [628.11:556.388](477.52/.54)

А.В. КОНОНЕНКО

### **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛОВЫХ ВОДОЗАБОРОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ УКРАИНЫ**

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, г. Харьков, Украина  
kononenko\_alina01@ukr.net*

*В статье обобщен комплекс проблем, связанный с обеспечением населения качественной питьевой водой на территории Украины. Описаны особенности эксплуатации*

*меловых водозаборов в сельской и городской местности, на примере Северо-Восточной Украины. Охарактеризованы основные причины, влияющие на изменение качественного состава питьевых подземных вод меловых водозаборов на исследуемой территории.*

Проблема обеспечения населения качественной питьевой водой является одной из основных для каждого государства. У этой проблемы есть три стороны. Одна устаревшая – неравномерность распределения водных ресурсов по территории государства. С указанной проблемой, в общем-то, научились справляться, путем создания искусственных каналов, водохранилищ и т. п. Вторая – значительное увеличение масштабов водопотребления и водопользования. И третья, относительно новая, но самая важная – стремительное ухудшение качества питьевых кондиционных вод. Именно третьему аспекту уделено внимание в данной работе.

Доказано, что стремительное ухудшение качества питьевых кондиционных вод связано, как с увеличением числа потенциальных источников загрязнения, так и появлением новых видов загрязнителей [2]. Украина в этом отношении принадлежит к странам с интенсивно развивающейся промышленностью и сельским хозяйством. К тому же Украина – страна, которая характеризуется, как малообеспеченная водными ресурсами (менее 1 тыс. м<sup>3</sup>/год на одного жителя, тогда как по данным ООН достаточным считается этот показатель на уровне 10–15 тыс. м<sup>3</sup>/год). Как результат, проблема сохранения качества питьевых кондиционных вод и поиски новых источников хозяйственно-питьевого водоснабжения становится все более актуальной и архиважной.

Общеизвестным фактом является то, что в Украине для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются как поверхностные, так и подземные воды [1, 4]. Причем приоритетным источником питьевого водоснабжения являются, именно, подземные воды, обладающие, по сравнению с поверхностными водами, более высоким качеством и стабильностью состава. При этом отмечено, что поверхностные воды страны, в основном, загрязнены и скорее напоминают техногенные стоки по своему химическому составу. Вместе с тем, по сравнению с поверхностными водами, охрана подземных вод от загрязнения представляет собой гораздо более сложную задачу, что связано с необходимостью не столько заранее обнаружить, сколько своевременно предупредить возможность поступления загрязнителя в водоносный горизонт. В противном случае, загрязнение подземных вод фиксируется с запозданием, и ликвидация его становится делом сложным, дорогостоящим, а порой и просто невозможным [2]. Установлено, что в Украине особенно тяжелое положение с охраной водных ресурсов от загрязнения и истощения сложилось в бассейне р. Северский Донец, на северо-востоке страны, где сосредоточены крупные промышленные и горнодобывающие центры Донбасса и Харьковского промышленного района. Остальные водопотребители подземных вод, в значительной мере рассредоточены по территории бассейна и интенсивность водоотбора у них незначительная.

Отмечено, что хозяйственно-питьевое водоснабжение Северо-Восточной Украины осуществляется, в основном, за счет эксплуатации верхнемелового водоносного горизонта. Водоотбор подземных вод из верхнемелового водоносного горизонта производится как одиночными шахтными колодцами, скважинами, так и крупными водозаборами. Как правило, сельское население для хозяйственно-питьевого водоснабжения использует подземные воды при помощи неглубоких шахтных колодцев. Замечено, что в последние годы все больше проявляется тенденция к скважинному водоснабжению населения. Городское и промышленное водоснабжение базируется, главным образом, на крупные водозаборы, из которых подземные воды подаются в развитую сеть централизованного водоснабжения. Установлено, что на территории бассейна р. Северский Донец функционирует до 45 крупных водозаборов, эксплуатирующих верхнемеловой

водоносный горизонт. При этом крупные водозаборы, эксплуатирующие верхнемеловой водоносный горизонт сосредоточены в таких городах: Харьков, Змиев, Волчанск, Балаклея, Купянск, Чугуев, Золочев, Изюм, Краматорск, Славянск, Лисичанск, Кременная и др.

Основная цель – выявить и охарактеризовать комплекс причин, влияющих на изменение качественного состава питьевых подземных вод меловых водозаборов на территории Северо-Восточной Украины.

Отмечено, что в последнее время на меловых водозаборах Северо-Восточной Украины наблюдается тенденция к стремительному ухудшению качества питьевых подземных вод. При этом характерной особенностью является то, что в подземных водах увеличивается содержание компонентов, характерных как для природных подземных вод (хлориды, сульфаты и др.), но также появляются компоненты и соединения, связанные исключительно с деятельностью человека – поверхностно-активные вещества, ядохимикаты, тяжелые металлы, синтетические компоненты, органика и др. [2]. Основными причинами указанных явлений являются следующие:

- 1) поступление с поверхности земли загрязняющих веществ, в результате инфильтрации загрязненных сточных вод с территорий предприятий и населенных пунктов;
- 2) подтягивание высокоминерализованных подземных вод к водозабору из более глубоких частей пласта;
- 3) поступление загрязненных грунтовых вод, в виде вертикального перетока, в нижележащий эксплуатируемый водоносный горизонт через гидрогеологические «окна» или через разделяющий слабопроницаемый слой;
- 4) подтягивание загрязнений в эксплуатируемый водоносный горизонт за счет депрессии пласта (депресссионная воронка);
- 5) загрязнение водоносного горизонта через неисправные водозаборные, разведочные, газовые, нефтяные скважины и другие горные выработки.

Анализ фактического материала по изменению качественных характеристик питьевых подземных вод на территории исследований позволяет сделать вывод, что загрязнение подземных вод в бассейне р. Северский Донец происходит как непосредственно от очага загрязнения, так и посредством загрязненных поверхностных вод. В первом случае, очаг загрязнения располагается непосредственно на территории области питания меловых водозаборов, во втором – находится на значительном расстоянии от области питания. Замечено, что при этом загрязняются первоначально поверхностные воды, а затем подземные воды трещиноватой зоны мела, имеющие гидравлическую связь с водами перекрывающего аллювия и поверхностными водами. Также известно, что загрязнение подземных вод может происходить на участках непосредственного выхода меловых пород на дневную поверхность, и на участках, где они перекрыты водопроницаемым надмеловым покровом. К таким участкам относится правобережье долины р. Северский Донец, на левобережье – отдельные участки в верховье притоков р. Северский Донец [4].

Определено, что наиболее значительная по масштабам инфильтрация загрязненных вод в эксплуатируемые водоносные горизонты происходит на участках расположения промышленных площадок, из шламо- и хвостохранилищ, накопителей и испарителей сточных вод, на полях орошения и фильтрации [2]. Вместе с тем сброс загрязненных сточных вод на рассматриваемой территории распределен крайне неравномерно. Наибольшая концентрация сбросных вод приурочена к среднему Придонцовью, особенно на территории промышленного Донбасса, несколько меньше в районах промышленных центров Харьковской области.

Примером такого вида загрязнений может служить Светличанский водозабор. Признаки загрязнения подземных вод на указанном водозаборе проявляются, в отчетливо выраженной тенденции увеличения общей минерализации, понижении прозрачности

воды, повышении содержания сульфатов, хлоридов, азота в скважинах, расположенных в пойме долины р. Северский Донец. Также фиксируются многочисленные факты проникновения фенолов непосредственно в эксплуатационные скважины Правобережной группы водозабора. Известно, что шахтные воды обладают щелочной реакцией, высокой минерализацией, при значительном содержании сульфатов и хлоридов. Проанализировав данные наблюдений, выявлено, что причиной хлоридного и сульфатного загрязнения подземных вод Светличанского водозабора является именно сброс высокоминерализованных шахтных вод шахтой «Пролетарская» в балку Светличная, находящуюся в 3 поясе зоны санитарной охраны описываемого водозабора [3].

Ведущим фактором водообмена в бассейне р. Северский Донец является вертикальное перетекание между горизонтами [4]. Пути вертикального перетекания контролируются, с одной стороны, орографическими особенностями, а с другой, литологическими и тектоническими условиями территории исследований. Установлено, что район исследований характеризуется сложными тектоническими условиями. Сложность тектонических условий определяется его месторасположением в пределах трех тектонических структур регионального значения: это юго-западный склон Воронежского кристаллического массива, Днепровско-Донецкая впадина и Донецкое складчатое сооружение.

Для примера приведем все тот же Светличанский водозабор, поскольку он является наиболее показательным для раскрытия второй причины изменения качества вод на водозаборах. Отмечено, что в связи с частичной разгрузкой подземных вод каменноугольных отложений по региональному Северодонецкому надвигу со стороны Старобельско-Миллеровской моноклинали, при проходке горных выработок некоторыми шахтами («Пролетарская», «Луганская», «Кременная», имени Г.Г. Капустина) вскрыты высокоминерализованные воды. Так, сухой остаток шахтных вод, перечисленных выше угледобывающих предприятий, составляет соответственно: 16,0–20,0 г/дм<sup>3</sup>; 20,0 г/дм<sup>3</sup>; 27,0 г/дм<sup>3</sup>; 11,0 г/дм<sup>3</sup>. Отмечено, что при этом фиксируется восходящее перетекание в вышерасположенные водоносные горизонты высокоминерализованных вод нижних горизонтов. Установлено, что после вскрытия шахтой «Пролетарская» на глубине 680 м высокоминерализованных подземных вод, наблюдается интенсивное увеличение техногенной нагрузки на подземные воды верхнемелового водоносного горизонта, эксплуатируемого Светличанским водозабором. При этом зафиксировано образование линзы подземных вод с повышенной минерализацией (до 6,0 г/дм<sup>3</sup>) в районе Правобережной, а впоследствии Левобережной, а также Бобровской групп эксплуатационных скважин Светличанского водозабора [3].

Кроме того, изменение качества воды на водозаборе связано с перетеканием некондиционных вод через локальные участки в водоупорных пластах, перекрывающих или подстилающих водоносные горизонты, которые эксплуатируются. Выявленные участки неоднородности в водоупорных пластах могут классифицироваться как гидрогеологические «окна».

В этом случае возникает необходимость выявления этих «окон» для определения их влияния на качество воды водозаборов. Под гидрогеологическим «окном» понимается локальный участок в водоупорном пласте, через который происходит более интенсивное перетекание (по сравнению с остальной площадью пласта) из смежных водоносных горизонтов в исследуемый (эксплуатируемый) [2]. Вопросам изучения гидрогеологических «окон» в разное время и в разных странах уделяли внимание огромное количество ученых. Среди которых Ф.М. Бочеввер, В.М. Гольдберг, А.Е. Орадовская, М.М. Лапшин, Р.В. Булатов, Г.П. Гусейнов, С.М. Слохина, Д.Ф. Чомко, И.К. Решетов, А. Адамчик, С. Хавински и др.

Отмечено, что распространение гидрогеологических «окон» на исследуемой территории приурочено к долине р. Северский Донец [1, 4]. При этом основными причинами



возникновения гидрогеологических «окон» являются следующие: выклинивание водопора, его литологическая, минералогическая неоднородность, повышенная трещиноватость и др.

Установлено, что интенсивность и время проникновения загрязняющих веществ в водоносный горизонт верхнего мела, прежде всего, зависит от геологического строения местности и наличия в кровле водоносного горизонта водоупорных пород. На участках территории бассейна р. Северский Донец, где в кровле трещиноватых верхнемеловых пород залегают хорошо фильтрующиеся разности (пески, супеси, суглинки), обладающие низкими сорбционными свойствами и относительно высокой скоростью движения водных потоков, имеются благоприятные условия для проникновения загрязняющих веществ в верхнемеловой водоносный горизонт. При этом иную картину следует ожидать, на участках, где в кровле верхнемеловых пород залегают водоупорные глины. На этих участках при значительном распространении глин по площади и мощности, верхнемеловой водоносный горизонт защищен от проникновения загрязняющих веществ.

Из этого следует, что на территории бассейна р. Северский Донец по условиям защищенности условно можно выделить 3 области.

Отмечено, что к первой области отнесена долина р. Северский Донец, долины левобережных и частично правобережных приток. В пределах долин рек, современной глубокой эрозией (неоген-четвертичное время) размыты водоупорные породы палеогена, залегающие в кровле верхнемеловых пород. Именно через эти участки (гидрогеологические «окна») осуществляется проникновение загрязняющих веществ в верхнемеловой водоносный горизонт. Область характеризуется отсутствием в кровле верхнего мела водоупорных глинистых пород. Эта территория имеет благоприятные условия для проникновения загрязняющих веществ в верхнемеловой водоносный горизонт.

Определено, что вторая область занимает ограниченную площадь на территории бассейна, она прослеживается в долинах рек Харьков и Лопань в районе г. Харькова и несколько южнее. В пределах второй области условия для проникновения загрязняющих веществ в водоносный горизонт верхнего мела затруднены. Здесь водоупорные породы в кровле верхнемеловых отложений распространены не повсеместно, имеются локальные «окна», где возможно проникновение загрязняющих веществ в водоносный горизонт верхнего мела. Загрязняющие вещества проходят через зону аэрации пойменной, первой и второй надпойменных террас, далее они попадают в аллювиальный водоносный горизонт, и через гидрогеологические «окна» они проходят в палеогеновый водоносный горизонт, затем могут проникать в верхнемеловой водоносный горизонт. Загрязнение водоносного горизонта при такой схеме движения загрязняющих веществ очень затруднено и возможно только при условии наличия очень стойких веществ, большой мощности источника загрязнения и при соответствующих гидродинамических особенностях верхнемелового горизонта.

Установлено, что к третьей области относятся участки водораздельного плато, где в кровле верхнемеловых отложений сохранились от размыва водоупорные породы палеогена. Область характеризуется повсеместным распространением водоупорных пород в кровле верхнемеловых отложений. В этих условиях верхнемеловой водоносный горизонт полностью защищен от проникновения загрязняющих веществ.

Обобщая, можно определить, что гидрогеологические «окна» играют существенную роль в процессе проникновения загрязнений в эксплуатируемый водоносный горизонт.

Вместе с тем изменение качества вод верхнемелового водоносного горизонта может быть связано с подтяжкой загрязняющих веществ депрессионной воронкой. Как известно, в районе г. Харькова также образовалась депрессионная воронка. Зафиксировано, что в период максимального водоотбора уровень водоносного горизонта

мергельно-меловой толщии снизился до отметки 70 м [4]. Произошло не только падение уровня, но и некоторая переориентировка направления подземного потока. Так, в ненарушенных условиях линии токов были направлены к руслу рек, их питающих, после интенсификации водозабора линии токов приобрели направленность к центру депрессионной воронки, которая создалась в районе слияния рек Лопань и Харьков. В границах развития депрессионной воронки, связанной с водозабором подземных вод из мергельно-меловых пород, там, где имеется с ними прямая взаимосвязь, часть бокового притока со стороны перехватывается и обеспечивается, таким образом, искусственный дренаж. Отрицательной стороной этого процесса является то, что перехватываемые воды техногенных утечек сильно загрязнены и поэтому вызвали загрязнение водозаборов, а затем и сокращение водоотбора. В свою очередь, это вызвало восстановление ранее сработавшего уровня водоносного горизонта мергельно-меловой толщии и подъем уровня связанных с ним грунтовых вод. Это значит, что при полном восстановлении уровня вод водоносного горизонта верхнемеловых отложений в пойменной части рек Лопань, Харьков, Немышля, Уды потребуются строительство специальных защитных сооружений, которые объемом забираемой воды обеспечили бы водоотведение инфильтрационных потерь в существующих водообменных бассейнах [1, 4].

Поступление загрязняющих веществ в эксплуатируемый водоносный горизонт возможно также через неисправные водозаборные, разведочные, газовые, нефтяные скважины [2]. При этом заброшенные поисковые и разведочные скважины являются потенциальными источниками загрязнения подземных вод. Только на территории Луганской и Донецкой областей насчитывается более 100 заброшенных водозаборных скважин. Поступление загрязнений также происходит через незатампонируемые дефектные разведочные и наблюдательные скважины при недоброкачественном тампонаже или недостаточно надежном закреплении стенок скважин обсадными трубами.

### Список использованной литературы

- 1 Абрамов, И.Б. Оценка воздействия на подземные воды промышленно-городских агломераций и экологическая безопасность: монография / И.Б. Абрамов. – Х. : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2007. – 284 с.
- 2 Орадовская, А.Е. Санитарная охрана водозаборов подземных вод / А.Е. Орадовская, Н.Н. Лапшин. – М. : Недра, 1987. – 167 с.
- 3 Удалов, И.В. Трансформация геологической среды под влиянием техногенных процессов в условиях Северо-Восточного Донбасса: монография / И.В. Удалов. – Харьков : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2016. – 176 с.
- 4 Шестопапов, В.М. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях / В.М. Шестопапов, Н.С. Огняник, Н.И. Дробноход и др. – Киев : Наукова думка, 1991. – 528 с.

A.V. KONONENKO

### **FEATURES EXPLOITATION OF CHALK WATER INTAKES IN THE NORTH-EASTERN UKRAINE**

*The complex of problems associated with providing the population with high-quality drinking water in the territory of Ukraine is generalized. Features of exploitation of chalk water intakes in rural and urban areas are described, using the example of the North-Eastern Ukraine. The main factors influencing the change in the qualitative composition of drinking underground waters of chalk water intakes on the investigated territory are characterized.*

К.С. КОРШУКОВА, О.И. ГАЛЕЗНИК

**ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ И МИКРОАГРЕГАТНЫЙ СОСТАВ  
ПАЛЕОГЕНОВЫХ АЛЕВРИТОВ УЧАСТКА САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ  
ОАО «ГОМЕЛЬСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
olka-lelya88@mail.ru  
korshukova2012@mail.ru*

*В статье рассматриваются особенности гранулометрического и микроагрегатного состава палеогеновых алевритов. Актуальность исследования заключается в необходимости изучения грунтов, расположенных на территории предприятия, и их свойств, которые в значительной мере определяются гранулометрическим и микроагрегатным составом.*

ОАО «Гомельский химический завод» является одним из крупнейших предприятий нефтехимической отрасли Беларуси и единственным в стране выпускающим фосфорсодержащие минеральные удобрения. Однако выбросы загрязняющих и токсичных веществ данного предприятия химической промышленности негативно влияют на атмосферу, почву и подземные воды, находящиеся в зоне влияния завода.

Актуальность исследования заключается в необходимости изучения грунтов, расположенных на территории предприятия, и их свойств, которые в значительной мере определяются гранулометрическим и микроагрегатным составом.

Отложения палеогена широко распространены в южной части Беларуси – на территории Припятского прогиба, Воронежской антеклизы, Жлобинской и Брагинско-Лоевской седловин, северных отрогов Украинского кристаллического щита и Гремячского погребенного выступа. Литологически представлены песками, алевритами, глинами и мергелями. В породах в значительном количестве содержится глауконит.

В рамках исследования проводилось определение гранулометрического и микроагрегатного состава палеогеновых алевритов участка санитарно-защитной зоны ОАО «Гомельский химический завод» проводилось пипеточным методом в соответствии с ГОСТ 12536-2014 [1].

Образцы грунта были отобраны с глубины 26,5–26,7 м (скважина 25<sup>Б</sup>).

Экспериментальная часть исследований проводилась в лаборатории грунтоведения (аудитории 0-14, 0-15 и 0-16) УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины».

Помимо экспериментального определения гранулометрического и микроагрегатного состава потребовалось установить гигроскопическую влажность и плотность частиц грунта. Данные физические характеристики определялись для двух параллельных проб, отбираемых из исследуемого образца грунта, согласно ГОСТ 5180-84. Значение характеристик вычислено как среднеарифметическое результатов параллельных определений. Разница между параллельными определениями не превышает значений, указанных в межгосударственном стандарте [2].

Под *гигроскопической влажностью* понимается отношение массы воды, удаляемой из образца воздушно-сухого грунта (высохшего на воздухе при данной температуре и влажности воздуха) высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта, выраженное в процентах [7].

Определение влажности алевритов проводилось по ГОСТ 5180-84 методом высушивания до постоянной массы. Было получено следующее значение гигроскопической влажности – 4,64 % (таблица 1). Большое влияние на величину данной физической характеристики оказала дисперсность грунта, а также содержание органического вещества в нем.

Таблица 1 – Определение влажности грунта

Номер образца	Глубина отбора образца грунта, м	Масса стаканчика с крышкой $m$ , г	Масса влажного грунта со стаканчиком и крышкой $m_0$ , г	Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой $m_0$ , г		Влажность $w$ , %	
				1-е взвешивание	2-е взвешивание	отдельной пробы	средняя
1	26,5–26,7	22,22	37,22	36,57	36,55	4,68	4,64
2		21,60	36,64	36,00	35,98	4,59	

Плотность частиц грунта определялась пикнометрическим методом по ГОСТ 5180-84 и составила  $2,65 \text{ г/см}^3$  (таблица 2). Полученное значение отражает природу входящих в грунт минералов.

Таблица 2 – Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом

Глубина отбора образца грунта, м	Масса, г					Температура воды, °С	Плотность частиц грунта $\rho_s$ , $\text{г/см}^3$	
	пикнометра, заполненного водой на 1/3 его емкости	пикнометра, заполненного водой на 1/3 его емкости и грунтом	пикнометра с водой и грунтом	пикнометра с водой	сухого грунта		образца	средняя
26,5—26,7	71,70	94,00	146,91	137,98	14,36	22,5	2,64	2,65
	72,40	104,96	147,60	138,64	14,33	22,5	2,66	

Под *гранулометрическим составом* понимается количественное соотношение различных фракций в дисперсных породах, т.е. гранулометрический состав показывает, какого размера частицы и в каком количестве содержатся в той или иной породе. Количество и размер первичных частиц в грунте определяет его первичную, или предельную, дисперсность. Вторичная, или природная, дисперсность, характеризуемая *микроагрегатным составом*, учитывает при анализе как первичные, так и вторичные частицы [5, с. 144–145].

Гранулометрический и микроагрегатный состав алевритов определялся пипеточным методом. Результаты эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Определение гранулометрического и микроагрегатного состав глинистых грунтов пипеточным методом

Определяемый параметр	Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	Гигроскопическая влажность грунта w, %	Содержание фракций грунта, %												
			более 10	10—5	5—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,002	0,002—0,001	менее 0,001
Гранулометрический состав	2,65	4,64	0	0	0	0,188	2,423	3,880	5,640	59,643	9,182	3,760	5,431	3,169	6,684
Микроагрегатный состав			0	0	0	0,204	2,449	4,208	4,543	59,337	7,834	5,013	6,594	1,925	7,893

Важным параметром, определяющим многие свойства грунтов, является неоднородность. Количественно ее можно оценить коэффициентом неоднородности. В рамках исследования неоднородность грунта определялась коэффициентом неоднородности (по Хазену), который рассчитывается по формуле (1):

$$K_n = \frac{d_{60}}{d_{10}}. \quad (1)$$

Если для глинистых грунтов  $K_n > 5$ , то грунт считается неоднородным [4, с. 159].

Коэффициент неоднородности для образцов грунта, у которых определялся гранулометрический состав, составил  $K_n = 34,76$ . А для образцов грунта, у которых определялся микроагрегатный состав,  $K_n = 33,49$ . Следовательно, палеогеновые алевриты являются неоднородными грунтами.

Для анализа результатов исследований были построены кривые гранулометрического и микроагрегатного состава в полулогарифмическом масштабе (рисунок 1). Характер кривых отражает степень неоднородности частиц грунта. На неоднородность указывает пологость кривой, а на однородность – крутизна.

Сравнение гранулометрического и микроагрегатного состава алевритов проводилось путем вычисления коэффициента агрегированности по И.М. Горьковой (таблица 4), который определяется по формуле (2) [6, с. 115; 11, с.172]:

$$K_a = \frac{\text{выход частиц при гранулометрическом анализе (в \%)}}{\text{выход частиц при микроагрегатном анализе (в \%)}}. \quad (2)$$

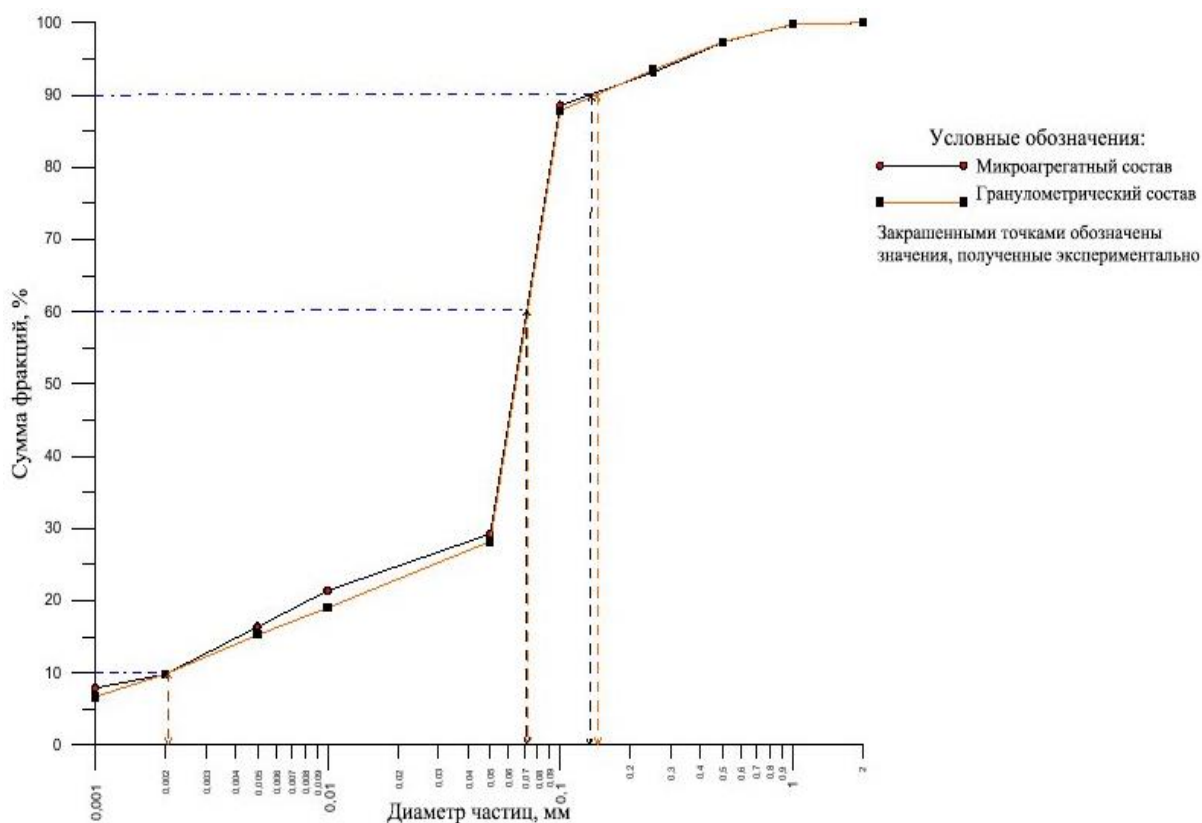


Рисунок 1 – Кривые гранулометрического и микроагрегатного состава в полулогарифмическом масштабе

Следует отметить, что наиболее агрегированы мелкие пылеватые частицы ( $K_a = 0,61$ ) и крупные пылеватые частицы ( $K_a = 0,85$ ), в которых содержатся микроагрегаты, переходящие при диспергировании во фракции мелких пылеватых частиц ( $K_a = 1,21–1,33$ ), а также в глинистые частицы ( $K_a = 1,18$ ).

В почвоведении почвенные агрегаты делятся на три группы: микроагрегаты (частицы  $< 0,25$  мм), мезоагрегаты (частицы  $0,25–7$  мм) и макроагрегаты (частицы  $> 7$  мм). В изучаемом грунте среди всех почвенных агрегатов преобладают микроагрегаты. Они составляют 93,512 % массы грунта. Оставшиеся 6,448 % приходятся на мезоагрегаты. Макроагрегаты в палеогеновых алевритах отсутствуют [6, с. 52]. Превышение процентного содержания фракции  $0,25–0,1$  мм гранулометрического состава над микроагрегатным составом обусловлено переходом частиц при диспергации из фракций  $1–0,5$  и  $0,5–0,25$  мм во фракцию  $0,25–0,1$  мм. Это объясняется неодинаковым содержанием фракций в пробах для гранулометрического и микроагрегатного анализа. Также это явление может быть обусловлено погрешностями в измерениях.

По классификации Качинского данный грунт является супесью, что подтверждается содержанием физической глины в интервале 10–20 % и физического песка в пределах 80–90 % [3, с. 205–207].

Таким образом, в ходе проведения экспериментальной части исследования пипеточным методом был определен гранулометрический и микроагрегатный состав палеогеновых алевритов участка санитарно-защитной зоны ОАО «Гомельский химический завод». Помимо этого потребовалось установить гигроскопическую влажность (методом высушивания до постоянной массы) и плотность частиц грунта (пикнометрическим методом). Данные физические характеристики определялись для двух параллельных проб, отбираемых из исследуемого образца грунта, согласно ГОСТ 5180-84.

Таблица 4 – Фракционный состав алевритов по результатам определения гранулометрического и микроагрегатного состава

Фракции грунта, мм	Наименование структурных элементов твёрдой компоненты по И.В. Попову [3, с. 201]	Содержание, %		Коэффициент агрегированности по И. М. Горьковой
		Гранулометриче- ский состав	Микроагрегат- ный состав	
Более 10	–	–	–	–
10–5	–	–	–	–
5–2	–	–	–	–
2–1	Песчаные частицы грубые	0,188	0,204	1,09
1–0,5	Песчаные частицы крупные	2,423	2,449	1,01
0,5–0,25	Песчаные частицы средние	3,880	4,208	1,08
0,25–0,1	Песчаные частицы мелкие	5,640	4,543	0,81
0,1–0,05	Песчаные частицы тонкие	59,643	59,337	0,99
0,05–0,01	Пылеватые частицы крупные	9,182	7,834	0,85
0,01–0,005	Пылеватые частицы мелкие	3,760	5,013	1,33
0,005–0,002		5,431	6,594	1,21
0,002–0,001		3,169	1,925	0,61
Менее 0,001	Глинистые частицы	6,684	7,893	1,18

Анализ результатов эксперимента:

- 1) грунт является неоднородным;
- 2) наиболее агрегированы мелкие пылеватые и крупные пылеватые частицы;
- 3) среди почвенных агрегатов преобладают микроагрегаты, а макроагрегаты вовсе отсутствуют;
- 4) согласно классификации Охотина, исследуемый грунт относится к супесям тяжёлым, а по классификации Качинского – к супесям.

#### Список использованной литературы

- 1 ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
- 2 ГОСТ 5180-84. Методы лабораторного определения физических характеристик.
- 3 Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королёв, Е.А. Вознесенский, Г.А. Голодковская, Ю.К. Васильчук, Р.С. Зиангиров; под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.
- 4 Дмитриев, В.В. Методы и качество лабораторного изучения грунтов / В.В. Дмитриев, Л.Л. Ярг. – М.: КДУ, 2008. – 542 с.

5 Инженерная геология: учеб. для строит. спец. вузов / В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. – 3-е изд., перераб. и испр. – М.: Высш. шк., 2005. – 575 с.

6 Ковда, В.А. Почвоведение: в 2 ч. / В.А. Ковда, Б.Г. Розанова. – М.: Высш. шк., 1988. – Ч. 1. – 400 с.

7 Чаповский, Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов: учеб. пособие / Е.Г. Чаповский. – М.: Недра, 1975. – 304 с.

*O.I. GALEZNIK, K.S. KORSHUKOVA*

***GRANULOMETRIC AND MICROAGGREGATE COMPOSITION OF PALEOGENIC ALEVRITES OF A SANITARY PROTECTION ZONE « GOMEL CHEMICAL PLANT»***

*In the article features of granulometric and microaggregate composition of Paleogene silts are considered. The relevance of the study lies in the need to study the soils located on the territory of the enterprise and their properties, which are largely determined by the granulometric and microaggregate composition.*

**УДК 556.3 (553)**

**О.С. ЛЮБЧИК**

**АДАПТАЦИЯ ЗАКОНОВ УКРАИНЫ ДО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ЕС  
В СФЕРЕ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина,  
ksuha777ha777@gmail.com*

*В статье проведен системный анализ процесса адаптации украинского законодательства к европейскому в управлении водными ресурсами. Проведен сравнительный анализ законодательства Европейского Союза и Украины в сфере мониторинга подземных вод. Были сделаны рекомендации по совершенствованию принципа управления подземными водами и мониторинга.*

**O. LIUBCHYK**

***ADAPTATION OF THE UKRAINIAN LAWS TO THE EU LAWS TOWARDS  
GROUNDWATER MONITORING***

*In the article, the system analysis of the process of adapting the Ukrainian legislation to the European one in the water resources management was carried out. A comparative analysis of the legislation of the European Union and Ukraine about groundwater monitoring was conducted. Recommendations for improving the principle of groundwater management and monitoring were made.*

The aim of *sustainable development* is to meet the human needs in natural resources, while preserving the interests of future generations, requires systematic approach. The implementation of such systematic approach is the creation of international standards and directives. The regulation of quality and quantity of water in the EU is in accordance with the EU Water Framework Directive 2000/60/EC of 23 October 2000 (hereinafter WFD) [15].



The policy of Ukraine aiming to develop Ukraine-EU relations is based on the Law of Ukraine dating from the signing of Ukraine-EU Association Agreement.

In Ukraine the water resources management legislation is regulated both by the Water Code of Ukraine [8] and the Code of Ukraine about Subsoil [9]. According to Article 3 of the Water Code of Ukraine (hereinafter WCU) groundwater belongs to the water fund of Ukraine [8]. The groundwater (mineral, drinking, industrial, technical, thermal) are defined as minerals of national importance according to the decree "On Approval of Lists of Minerals of National and Local Importance" [13].

Regulation of water quality and quantity in the EU falls under the WFD [15]. The key concept of WFD is the single system of water management – River Basin Management. The Directive follows a powerful ecosystem logic of managing water according to biophysical, rather than political-administrative, boundaries. The Member States must produce the River Basin Management Plan (hereinafter RBMP) for each River Basin District in accordance with Article 13 WFD. The plan includes the information detailed in Annex VIII WFD [6].

The problems of groundwater monitoring were considered by V. M. Shestopalov, G. G. Lyutyi, N. G. Lyuta, O. Ye. Koshliakov, V. M. Shestakov, S. A. Brusilovsky, I. V. Sanina, L. P. Kurganevich and the others. One of the recent study is «The ways of development of operation reserves of drinking groundwater monitoring» by scientists G. G. Lyutyi, N. G. Lyuta and I. V. Sanina. The team of authors suggest the real methods of improving the system for processing information received from the subsoil users, organization of observation posts for monitoring of groundwater operational reserves (hereinafter GWOR) and working models for individual objects. It was suggested to create territorial GWOR monitoring centers based on the state regional geological enterprises [17].

The purpose and objectives of this Study: to analyze the compliance of Ukraine's legislative framework in the field of groundwater management with the requirements of similar European documents; to carry out systematic analysis of the implemented activities in Ukraine on the way to implementation of the European principles of water resources management; to compare principles of groundwater monitoring in accordance with national and European requirements; to create a map of the basin water resources management in accordance with the requirements of the WFD on the basis of the scheme of hydrographic zoning of the Ukrainian territory in 2013.

In Ukraine the water resources management legislation is regulated both by the Water Code of Ukraine [8] and the Code of Ukraine about Subsoil [9]. According to Article 3 of the Water Code of Ukraine (hereinafter WCU) groundwater belongs to the water fund of Ukraine [8]. The groundwater (mineral, drinking, industrial, technical, thermal) are defined as minerals of national importance according to the decree "On Approval of Lists of Minerals of National and Local Importance" [13].

With the signing of the Association Agreement with the European Union in 2014 [14], Ukraine assumed the responsibility of adapting the water legislation of Ukraine to the EU legislation. Ukraine made a major step towards the implementation of the WFD in 2006, with the introduction of the river basin management principle in the legislation. From that time Article 13 of the Water Code of Ukraine states: "The state administration in the field of water usage and protection and reproduction of water resources is carried out according to the basin principle" [8]. The nine river basin districts are identified within the territory of Ukraine: Dnipro, Southern Bug, Dniester, Wisla, Danube, Don, Priazovaya rivers, rivers of the Black Sea, and rivers of Crimea [1].

The Directive defines the 'River basin district' is the area of land and sea made up of one or more neighbouring river basins together with their associated groundwaters. 'Groundwater' means all water which is below the surface of the ground in the saturation zone and in direct contact with the ground or subsoil. In addition, 'Aquifer' means a subsurface layer or layers of rock or other geological strata of sufficient porosity and permeability to allow either a significant flow of groundwater or the abstraction of significant quantities of groundwater [15].

The lack of correspondence between the boundaries of river basins and groundwater (figure 1), and the lack of "geographical visibility" for underground water bodies lead to insufficient attention to problems with groundwater. In a critical review of the EU environmental legislation by Stefan Schuere, the Directive needs to clarify the environmental assessments of the definition of "good status" and the development of approaches to the definition of groundwater status [7].

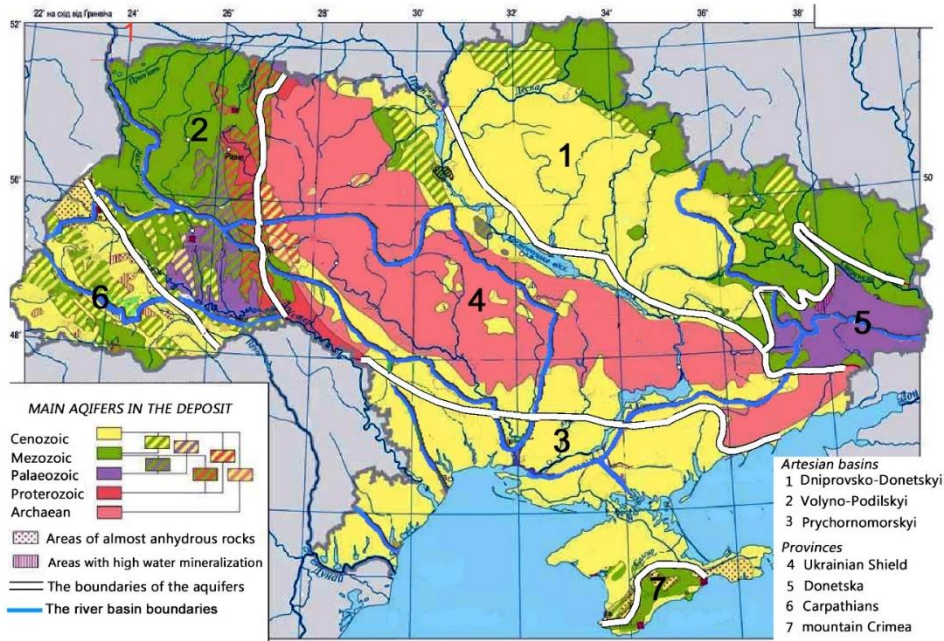


Figure 1 – The comparison between River Basin Districts and Hydrogeological Areas of Ukraine

The legal framework for the implementation of the WFD provisions in the water legislation of Ukraine is provided by the number of laws and regulations, in particular the Law of Ukraine "On the Ratification of Convention on Cooperation for the Protection and Sustainable usage of the Danube river" of January 17, 2002; the Law of Ukraine "On the Ratification of the Framework Convention on the Protection and Sustainable Development of the Carpathians" of April 7, 2004; the Law of Ukraine "On Approval of the National Target Program on Water Resources. Management and Environmental Rehabilitation of Dnipro river basin until 2021" of May 24, 2012 [4].

A good experience with the practical application of the requirements of the Water Framework Directive has been the implementation of the Swedish Environmental Protection Agency project "Strengthening the management of the Southern Bug Basin", which resulted in the development of the Southern Bug River Basin Management Plan. It consists of two parts: Status Analysis and Program of Action [3]. However, even in such ambitious project, the part concerning the groundwater division was not implemented: "We confirm that the Southern Bug River Basin Management Plan has been prepared in accordance with the structure and requirements of the EU Water Framework Directive (with certain restrictions, for example, without taking into account groundwater)" [ 2, p.5]. The reason for the lack of description of the groundwater management is due to the insufficient information and data. This problem can only be solved by providing the necessary monitoring of groundwater.

The monitoring of groundwater of Ukraine is regulated in Article 21 of the Water Code of Ukraine: "In order to ensure the collection, processing, storage and analysis of information on the state of water, forecasting its changes and developing scientifically grounded recommendations for making management decisions in the field of water usage and protection

and water resources reproduction are State Water Monitoring". State monitoring of waters is an integral part of the national system of the natural environment monitoring of Ukraine and is carried out in the order determined by the Cabinet of Ministers of Ukraine ". The state register of groundwater is regulated by Article 27 of the Water Code of Ukraine [8] and is implemented by the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Approval of the Procedure for State Registration of Artesian Wells, the Facility for Their Measurement of the Volume of Extracted Groundwater " [12].

Surface water monitoring, groundwater and protection zones of the Member States of the European Union are defined in Article 8 of the Water Framework Directive 2000/60/EC: "Member States shall ensure the establishment of programmes for the monitoring of water status in order to establish a coherent and comprehensive overview of water status within each river basin district: - for groundwaters such programmes shall cover monitoring of the chemical and quantitative status" [15, p.12]. Monitoring is carried out in accordance with the requirements of Annex V of this Directive. The WFD underground water monitoring program includes: monitoring of the quantitative status of groundwater; Monitoring of the groundwater chemical status (surveillance monitoring and operational monitoring).

In accordance with paragraph 2.2.4. "Interpretation and presentation of groundwater quantitative status" and paragraph 2.4.5. "Interpretation and presentation of groundwater chemical status", Member States should provide a map with consolidated groundwater status painted in accordance with the colour-coded (good – green and bad – red).

The parameter for classification of quantitative status is the groundwater level regime (clause 2.1.1 of Annex V of the WFD). Parameters for the determination of groundwater chemical status are conductivity and concentrations of pollutants (paragraph 2.3.1 of Annex V of the WFD). Furthermore, the density of monitoring sites, frequency of monitoring, selection of monitoring sites and the selection of parameters in accordance with each type of monitoring are spelled out in the Directive (Annex V) [15].

In Ukraine the state monitoring of water is divided into background monitoring (in places of minimum human pressures), general monitoring (on the State network of observation points, monitoring of anthropogenic impact on water objects, monitoring of water bodies in their places of usage and special types of monitoring) and crisis monitoring (in the high-risk areas, in the areas of accident, in the emergency areas) under the Regulations on the Exercise of State Water Monitoring.

In general the purpose, main objectives of the monitoring, its organization by the Water Code of Ukraine are not contrary to the main positions of similar European documents. Actually, their most significant difference from the European ones is that they are mostly declarative that is why they are almost not fulfilled.

Bernardas Paukstis Principal Groundwater Expert on Environmental Protection of the International River Basins Project (EPIRB), in the project "Guidelines for the groundwater monitoring program for the Prut and Upper Dniro Basin", 2014, said that there is no observation (control) groundwater well within the Ukrainian territory of the Prut basin. There are only 8 monitoring wells in Upper Dnieper river basin, where groundwater levels are measured in Chernigov and Kiev well fields. For the future tasks a new groundwater monitoring network shall be designed and developed [17, p. 59; 2, p. 24].

To improve the monitoring situation without significant funding can be done by solving the problems of monitoring subjects. According to paragraph 7 of the Procedure for the Implementation of the State Water Monitoring (hereinafter the Procedure) – water users who are required by current legislation to monitor the quality and quantity of waste water and pollutants... were not within the subjects of State Water Monitoring [5]. Their information is recognized as ancillary material. Information of subsoil users carrying out groundwater extraction is not even mentioned as an auxiliary one. It seems obvious that data in the context of acute information deficit in groundwater status should become an important part of the

groundwater monitoring system. For this purpose, the joint efforts of the The State Geology and Subsurface Service of Ukraine (hereinafter GEONADRA) and the Ministry of Natural Resources should improve the requirements for the annual reporting of subsoil users.

The monitoring of surface water is carried out by the Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine, and monitoring of groundwater is run by the GEONADRA, this testifies to the imbalance in the way to the implementation of the River Basin Management Plan. However, in the author's opinion, the regulation of surface water and groundwater cannot be reduced to a single River Basin Management Plan, because of the lack of correspondence between the boundaries of river basins and aquifers. This matter does not pertain to the adaptation of Ukrainian legislation to the European one because such lack of correspondence is not considered in the WFD. According to the author of this article, given the strategic importance of groundwater and ensuring the globally accepted concept of sustainable development, it would be useful to create the Hydrogeological Principle of Groundwater Management.

## References

1 Hrebin V. V., Mokin V. B., Stashuk V. A., Khilchevskiy V. K., Yatsiuk M. V. (2013). Methods of hydrographic and water management zoning of the territory of Ukraine in accordance with the requirements of the Water Framework Directive of the European Union. *Interpres LTD*, Kyiv, 55 [in Ukrainian].

2 Bernardas Paukstys (2014) Recommendations on the program for monitoring groundwater in the basins of the Prut and Upper Dnepr. *Website of company Hulla & Co*, Kyiv, 34 <http://blacksea-riverbasins.net/>

3 Afanasiev S., Bedz N., Bodnarchuk T., Vasyliiev S., Viktorov M. (2014). The plan of the management of the river basin of the Pivdenny Bugu: analiz stanu ta perchochergi for the walk. *Scientific-Production Enterprise "Interservis" Kyiv*, 188 [in Ukrainian].

4 Demydenko A., Shutiak S., Diakov O., Zakorchevna N., Shutiak S. (2014). Principles of Acquis Communautaire as a prerequisite for improving the water legislation of Ukraine. *Manuscript Publishing House*, Lviv, 81 [in Ukrainian].

5 Shestopalov V. M. (2016). Status and ways of reforming the state groundwater monitoring system taking into account international experience and requirements of the Water Framework Directive 2000/60/EC. *Mineral Resources of Ukraine*. Kyiv, 3–7 [in Ukrainian].

6 Water quality and water management: a brief description of the EU Directive and timetable for their implementation (2012) *Website of the EU Delegation*, 7 [http://eeas.europa.eu/delegations/ukraine/index\\_uk.htm](http://eeas.europa.eu/delegations/ukraine/index_uk.htm).

7 Scheuer, S. (2006). A Critical Analysis of EU Environmental Legislation. *EU Environmental Policy Handbook*, 343 (125-152) [in English].

8 The Water Code of Ukraine from 06.06.1995 (2017). *Legislation of Ukraine. The official website of the Verkhovna Rada of Ukraine*. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/213/95-bp> [in Ukrainian].

9 The Code of Ukraine about subsoil from 27.07.1994. (2016). *Legislation of Ukraine. The official website of the Verkhovna Rada of Ukraine*. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/132/94-bp> [in Ukrainian].

10 Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Approval of the Regulation on the State System for Environmental Monitoring" (2015). *Website of the Cabinet of Ministers of Ukraine*. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/391-98-n>.

11 Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Approval of the Procedure for the Implementation of State Water Monitoring" (2013). *Website of the Cabinet of Ministers of Ukraine*. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/815-96-n>.

12 Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Approval of the Procedure for the State Registration of Artesian Wells, Reconstruction of Their Means of Measuring the Amount of Groundwater extracted", dated October 8, 2012. (2014). *Website of the Cabinet of Ministers of Ukraine*. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/963-2012-п>.

13 Resolution "On Approval of Mineral Lists of National and Local Value" (2012). *Website of the Cabinet of Ministers of Ukraine*. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/827-94-п>.

14 Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other hand (2015) *Website of the Cabinet of Ministers of Ukraine*. [.http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/984_011)

15 European Communities (2000). *Water Framework Directive 2000/60/EC*. Official Journal of the European Communities, Luxembourg, 72 (1-21) [in English].

16 Hrebin Vasyl (2016). Determination of boundaries between areas of river basins and sub-basins [http://www.env-approx.org/images/documents/076/04\\_Grebin\\_Odesa\\_Sep2016.pdf](http://www.env-approx.org/images/documents/076/04_Grebin_Odesa_Sep2016.pdf)

17 Turner T., Jincharadze Z., Vogel B., Kolcova T., Paukstys B. (2016). River Basin Management Plan for Prut River Basin, Ukraine. *Ministry of ecology and nature resources of Ukraine*, 92 [in English].

**УДК 551.263 (476.2)**

**Ю.О. МАКСИМОВ**

## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИНЫ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
maksimow.yura2012@yandex.ru*

*В работе рассматривается геологическое строение северо-восточной части Припятской впадины в связи с новой стратиграфической схемой Беларуси 2010 г., а также с полученными новыми данными о тектонике и неотектоники региона. Особое внимание уделяется неотектонической характеристике Северо-Припятского разлома, как дизъюнктива, определяющего характерные черты строения Припятской впадины.*

Важное значение для ученых и практиков, занимающихся нефтегазоносностью Припятского прогиба, имеет своевременная кооперация научных исследований и производственных данных.

В связи с новой стратиграфической схемой Припятской впадины и уточняющимися данными о тектонике и неотектонике, представляет интерес новая интерпретация геолого-структурных данных о северо-востоке региона, где расположены основные нефтяные месторождения Республики Беларусь.

Абсолютное большинство месторождений нефти Припятской впадины приурочены к девонским отложениям. Изменения стратиграфии затрагивают нижний девон ( $D_1$ ) и средний девон ( $D_2$ ).

**Девонская система (D)** представлена в полном объеме – тремя отделами: нижним ( $D_1$ ), средним ( $D_2$ ) и верхним девоном ( $D_3$ ) [3].

*Нижний отдел (D<sub>1</sub>).* Отложения распространены повсеместно на изучаемой территории. С несогласием залегают на породах нижнего венда (V<sub>1</sub>) и согласно перекрываются породами среднего отдела девона (D<sub>2</sub>). Породы представлены чередованием известняков, мергелей с прослоями глин, туфов и туффитов. Возраст определен по остаткам брахиопод (*p. Cyrtospirifer Cf. asialicus.*, *p. Sinolectirostrum furssenkoi.*), миоспор (*p. Geminospora notate microspinosus.*). Мощность отложений 100 м [2].

*Средний девон (D<sub>2</sub>).* Отложения распространены повсеместно на изучаемой территории. Согласно залегают на породах нижнего девона (D<sub>1</sub>) и несогласно перекрываются породами верхнего отдела девона (D<sub>3</sub>). Породы представлены доломитами, мергелями, песчаниками, глинами, гипсами, ангидритами. Возраст определен по остаткам брахиопод (*p. Pentamerus baschkirica Vern.*, *p. Spiri tcheelifeli Kon.*), остракод (*p. Kyrkibia virgate Net.*). Мощность отложений 300 м [2].

*Верхний отдел (D<sub>3</sub>).* Отложения распространены повсеместно на изучаемой территории. Несогласно залегают на отложениях среднего девона (D<sub>2</sub>) и согласно перекрываются отложениями карбона (C). Породы представлены глинами, песчаниками, доломитами, мергелями, ангидритами, каменной и калийной солью. Возраст определен по остаткам брахиопод (*p. Spirifer anossovi Vern.*, *p. Atrypa reculata Lin.*), остракод (*p. Serenida donensis Net.*, *p. Kyamodes altus Net.*). Мощность отложений 3000–4500 м [4].

**Тектонические структуры платформенного чехла.** Территория района приурочена к Припятскому прогибу, который представляет собой палеорифт. В ее пределах выделяются две структуры II порядка: Северная зона ступеней и Внутренний грабен, разделенные глубинным, проникающим в мантию региональным Червонослободско–Малодушинским разломом. Эти тектонические элементы подразделяются субрегиональными разломами мантийного заложения в Северной зоне и корового заложения во Внутреннем грабене на структуры III порядка [4].

В пределах Северной зоны Речицко – Вишанский разлом мантийного заложения разделяет Речицко–Шатилковскую и Червонослободско–Малодушинскую ступени с северным наклоном поверхности фундамента и доверхнесолевых отложений в их пределах.

В платформенном чехле прогиба выделяются три структурных этажа:

- 1) подсолевой;
- 2) нижнесолевой и межсолевой;
- 3) верхнесолевой и надсолевой, что отражено в стратиграфической колонке [4].

**Разрывные дислокации платформенного чехла.** Территория исследования располагается в пределах развития суперрегиональной системы разломов *Сарматско-Туранского линейного*. Разрывные нарушения чехла были заложены в герцинский этап тектонического развития [4].

*Северо-Припятский суперрегиональный разлом* отделяет Припятский прогиб от Северо-Припятского плеча и является северной границей района. Он представляет собой серию сбросов с суммарной амплитудой от 1200 до 4800 м. Ширина зоны краевого разлома от 2 до 4 км [3].

*Лоевский региональный разлом* отделяет Припятский прогиб от Брагинско-Лоевской седловины и является восточной границей района. Он имеет север-северо-восточное простирание и амплитуду от 3 км на юге до 0,5 км на севере [4].

*Червонослободско-Малодушинский субрегиональный разлом* разделяет Центральную и Северную структурные зоны Припятского прогиба. Максимальная амплитуда разлома составляет около 3000 м. Наибольшая ширина разломной зоны, образованной серией сбросов и промежуточных блоков около 3 км.

*Речицко-Вишанский субрегиональный разлом* разделяет Речицко-Вишанскую и Червонослободско-Малодушинскую тектонические ступени. Амплитуда разлома достигает

максимального значения около 3500 м в районе Речицы и уменьшается в западном направлении до 1200 м и менее.

*Глуско-Березинский субрегиональный разлом* протягивается параллельно Северо-Припятскому разлому и отделяет северную зону бортовых уступов. Протяженность разлома в пределах района около 100 км [3].

**Неотектонические структуры.** К неотектоническому этапу геологического развития территории Беларуси относится интервал времени с позднего олигоцена ( $P_3^2$ ) до наших дней. На изучаемой территории активный Речицкий разлом, который имеет важное значение.

Речицкий разлом шириной около 2 км и протяженностью 150 км в северной части Припятского прогиба. Здесь нивелированием за пятилетний (1978–1984 гг.) период выявлено локальное шириной 1–1,5 км высокоамплитудное до 30 мм отрицательное смещение пикообразной формы. Учитывая значительные (порядка 0,8 км) расстояния между пунктами наблюдений, средние значения градиентов вертикальных движений составляют 20 мм/км или 0,02 мм/м [4].

Изучаемый район относится к структуре I порядка – Балтийско-Белорусской синеклизе, которая представлена Березинским структурным заливом [4]. Через него проходят 5 активных геодинамических зон:

- зоны *субмеридиональной направленности*: Мозырско-Чашникская зона (на востоке района) и Брагинско-Витебская (на западе);
- зоны *северо-западной направленности*: Ошмянско-Лоевская (на северо-востоке) и Ивьевско-Хойникская (на юго-западе);
- зона *северо-восточной направленности*: Петриковско-Славгородская (на северо-западе района).

Суммарная неотектоническая деформация составляет около 100 м [3].

**Соляная тектоника.** В платформенном чехле Припятского прогиба выделяются три структурных этажа:

- 1) подсолевой;
- 2) нижнесолевого и межсолевого;
- 3) верхнесолевого и надсолевого, которые различаются стилем тектоники и морфологией локальных структур.

*Локальные структуры подсолевого этажа.* Главным фактором формирования этих структур являются дифференцированные блоковые подвижки по разломам, поэтому все они ограничены сбросами. Среди них различаются отрицательные (относительно опущенные) и положительные (относительно приподнятые) структуры. Часто блоки располагаются ступенчато.

*Локальные структуры нижнесолевого и межсолевого этажа.* Для них характерны сложные и разнообразные переходы от типично блоковых развитых в западной и восточной частях прогиба, за пределами развития соленосных толщ, к типично пликративным, развитым в центральной части прогиба.

В пластичных соленосных отложениях нижней солевой толщи и в глинисто-мергельных осадках межсолевого и надсолевого толщ разломы отражались флексурами, поэтому структуры в этой части разреза девона являются пликративными. Большинство локальных разрывных нарушений подсолевого и надсолевого толщ вообще не находят отражения в нижнесолевого и межсолевого толщах, поэтому количество локальных структур в межсолевых отложениях гораздо меньше, чем в подсолевых [1].

Вторым по значению структуроформирующим фактором в межсолевой толще является галокинез в нижней солевой толще. Под его воздействием сформировались протяженные соляные валы, соляные антиклинали (Мозырская, Птичская и другие), соляные купола, а также сопровождающие их синклинали (между валами), синклинали (между соляными антиклиналями) и соляные мульды. Большинство верхнефранских



соляных поднятий – приразломные и лишь единичные (Восточно–Ельская), возможно наложенные. Интенсивное дифференцированное по разломам прогибание, некомпенсированное накопление межсолевых осадков в центре прогиба и перерывы в осадконакоплении приводили к образованию седиментационно-тектонического и эрозионного рельефа и формированию структур его облекания [1].

*Локальные структуры верхнесолевого и надсолевого этажа.* Все локальные структуры в верхнесолевого и надсолевого толщах формировались под воздействием двух основных тектонических факторов:

- 1) блоковых движений по разломам;
- 2) галокинеза в нижней и верхней соляных толщах.

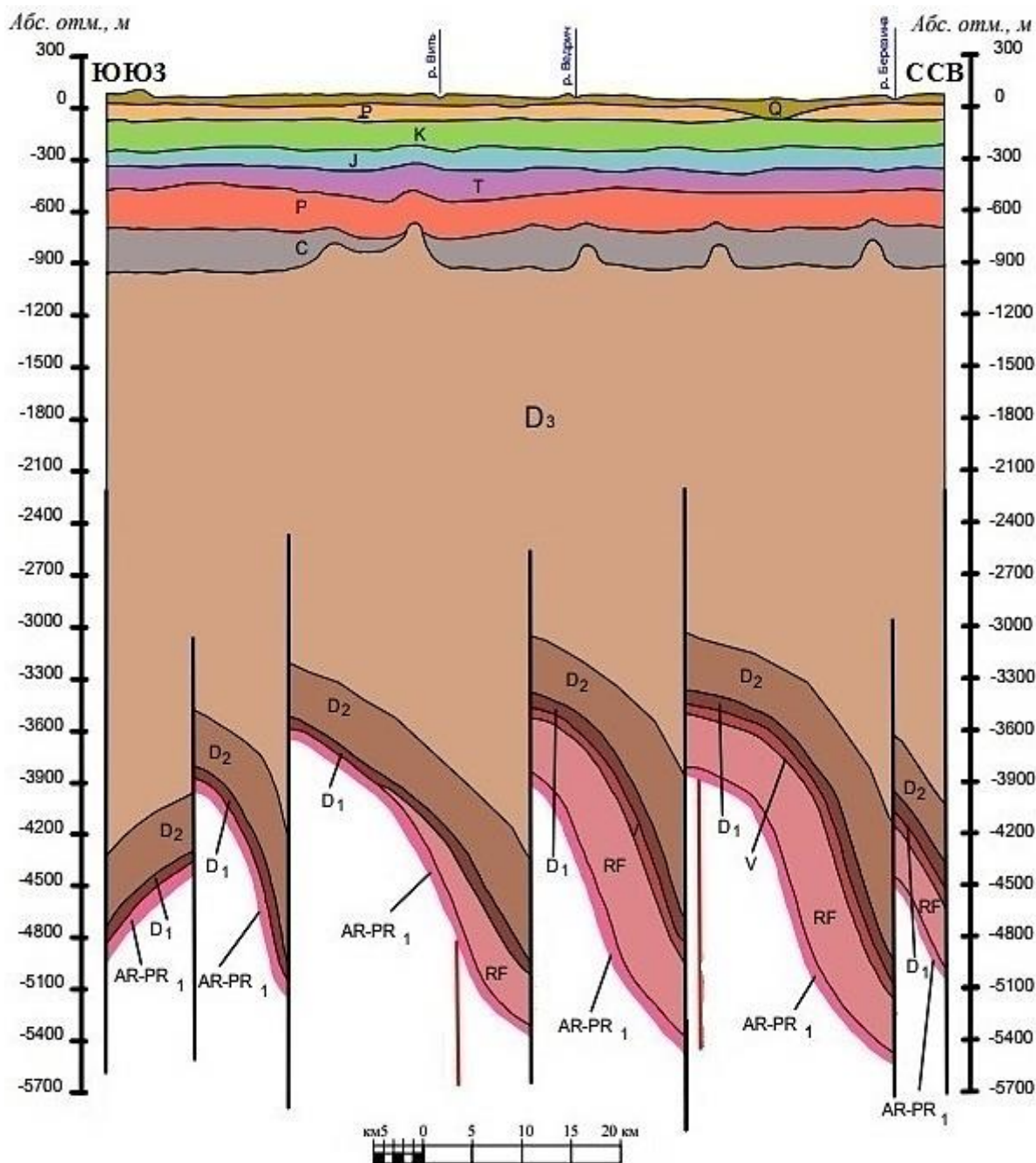
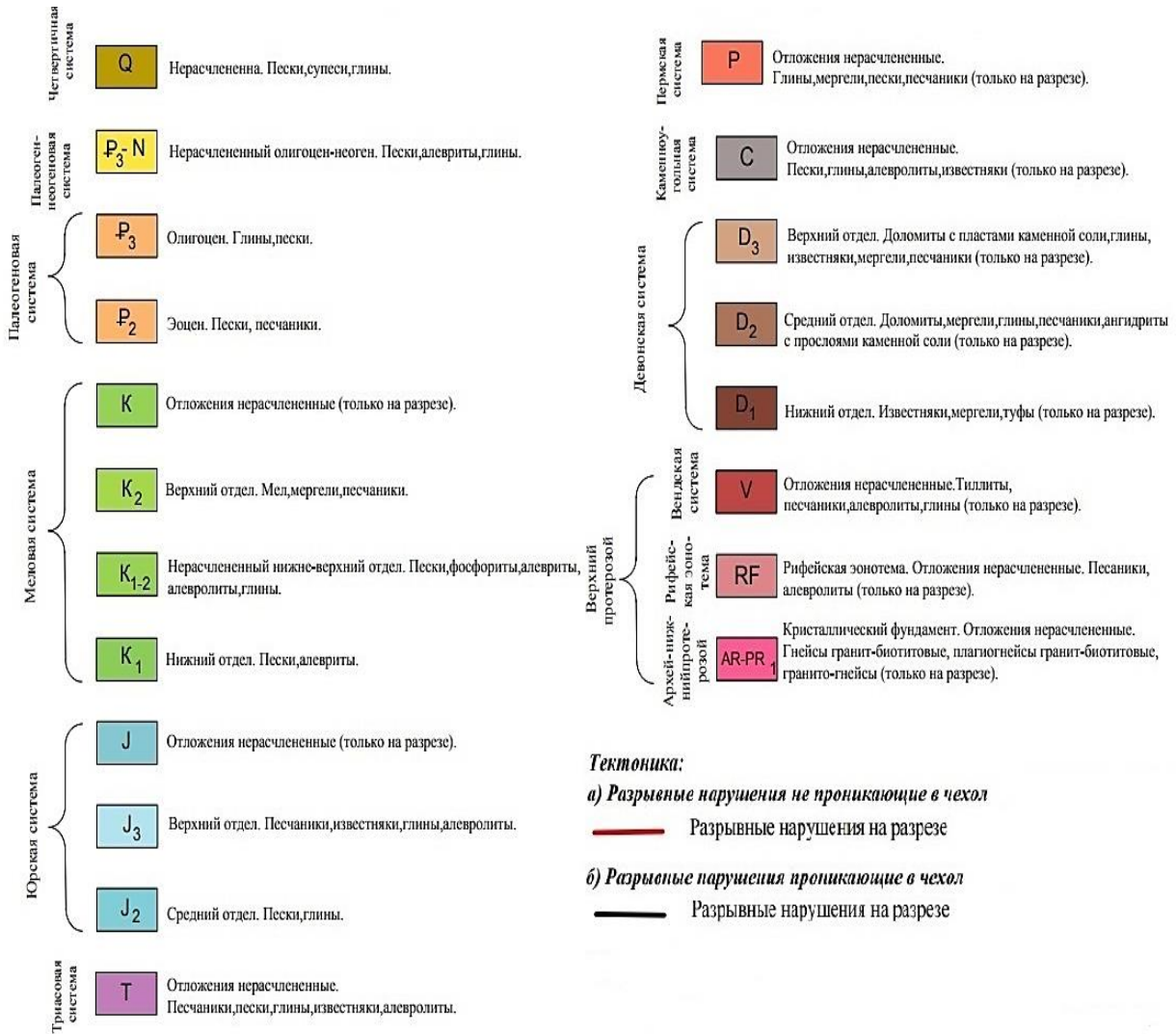


Рисунок 1 – Геологический разрез по линии д. Юровичи Калинковичского района – д. Толстыки Жлобинского района (составлено автором по данным [1, 3, 5, 6])



## Условные обозначения к рисунку 1



По генезису они бывают отраженные и соляные. В соответствии с этим все локальные поднятия подразделяются на 2 большие группы:

- 1) поднятия отраженные несоляные;
- 2) поднятия, образованные с участием галокинеза.

*Отраженные несоляные поднятия* распространены в западной и юго-восточной частях прогиба, где обе соляные толщи находятся в пластовом залегании. По форме в плане они подразделяются на купола, антиклинали (Червонослободская, Южно-Хойникская и др.) и гемиантиклинали (Боровская). Гемиантиклинали примыкают к краевым разломам или к зонам выклинивания фаменской соленосной толщи [1].

Поднятия, образованные с участием соляной тектоники (галокинеза), подразделяются на две подгруппы:

- 1) соляные поднятия, содержащие в ядрах соляные массивы;
- 2) межкупольные бессолевы и бескорневые компенсационные остаточные поднятия типа «щит черепахи».

Большинство локальных поднятий верхнесолевых и надсолевых отложений относятся к первой подгруппе. Поднятия второй подгруппы немногочисленны (Заозерная, Северо-Валавская антиклинали). Они располагаются в синклинальных зонах и отделены от окружающих соляных поднятий вторичными компенсационными синклиналями [1].

По характеру соотношения соляных антиклиналей и куполов с покрывающими отложениями поднятия этого типа объединяются в два класса – диапиroidы (или соляные подушки) и криптодиапиры.

*Соляные подушки* имеют в ядрах слабовыраженные соляные массивы, не выходящие за пределы верхней глинисто–галитовой подтолщи. Мощность соляной подтолщи в массивах диапиroidов составляет обычно 600 – 800 м.

*Криптодиапиры* отличаются от диапиroidов тем, что их соляными массивами частично прорваны низы надсолевых отложений. По величине этого прорыва все криптодиапиры подразделяются на предполесские, предверхневизейские, предтриасовые, предоленекские, предъюрские и предпалеогеновые [1].

Соляными массивами предполесских криптодиапиrow (Буйновичское, Бобровицкое поднятия) прорваны отложения верхней глинисто–галитовой подтолщи и в сводах на соли трансгрессивно залегают породы надсолевой толщи [1].

Наиболее многочисленны предтриасовые криптодиапиры (Ельский и др.). К их сводам приурочена мощная (до 200 – 300 м) остаточная брекчия выщелачивания, несогласно перекрытая породами дудичской свиты верхней перми или корневской свиты нижнего триаса. Кепрок предоленекских криптодиапиrow (Мозырского, Осташковичского) перекрыт отложениями мозырской свиты нижнего триаса, породы корневской и дудичской свит располагаются уже на их крыльях [1].

В результате проведенного исследования было обосновано предложение о разделении нижнего девона ( $D_1$ ) и девона среднего ( $D_2$ ), так как данные слои имеют характерные черты строения и морфологию, и не могут быть объединены в один отдел.

### Список использованной 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. – 257 с.
- 3 Тектоническая карта Белоруссии. – 1:500 000 / Р.Г. Гарецкий [и др.]. – Минск : Институт геохимии и геофизики АН БССР, 1974 г.
- 4 Трацевская, Е.Ю. Геология Беларуси и ближнего зарубежья: тексты лекций по спецкурсу для студентов. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2005. – 397 с.
- 5 Карта структурного районирования межсолевого комплекса Припятского прогиба для решения задач эффективного освоения ресурсов углеводородов. Масштаб 1:200000 / В.Н. Бескопыльный, Р.Е. Айзберг, Я.Г. Грибик. – РУП «Белкартография», 2011 г.
- 6 Карта структурного районирования подсолевого комплекса Припятского прогиба для решения задач эффективного освоения ресурсов углеводородов. Масштаб 1:200000 / В.Н. Бескопыльный, Р.Е. Айзберг, Я.Г. Грибик. – РУП «Белкартография», 2011 г.

Y.O. MAKSIMOW

### **TO THE QUESTION OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE NORTH-EASTERN PART OF THE PRIPYAT DEPRESSION**

*The work considers the geological structure of the north-eastern part of the Pripyat depression in connection with a new stratigraphic scheme of Belarus 2010 year, as well as the obtained data on tectonics and neotectonics of the region. Special attention is paid to neotectonic characterization of the North-Pripyat fault as disjunctive defining characteristic features of the structure of the Pripyat depression.*

О.Б. МЕЖЕННАЯ, Я.А. МОТУЗЕНКО, Д.В. БОРИСЕНКО

## ПЕРСПЕКТИВЫ ШИРОКОМАСШТАБНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ГРАФЕНА В НАШЕЙ ЖИЗНИ

*УО «Гомельский государственный университет  
им. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь,  
mezennaia-o@mail.ru  
yaroslavmotuzenko@gmail.com,  
borisenk2011@mail.ru*

*Данная статья рассматривает одну из модификаций углерода – графен. Рассматриваются традиционные и новаторские методы его получения, способы дешевого производства данного материала. Приводятся примеры новейших разработок в области робототехники, медицины и высоких технологий, на основе графена.*

Сегодня человечество вступило в эпоху технологического прогресса, что позволяет нам находить, исследовать и открывать для себя новые химические и физические вещества, которые позволят, в перспективе, полностью исключить дорогостоящее и вредящее окружающей системе производство.

На протяжении многих десятилетий ученые находятся в поиске многофункционального материала, который был бы:

- легок в получении;
- имел небольшой вес, но вместе с тем был механически прочен и гибок;
- был оптически чист.

Огромную роль в таких исследованиях играют минералы и кристаллы. Они уже успели основательно войти в нашу жизнь. Например, жидкокристаллические дисплеи широко используются в телевизорах и мониторах компьютеров. Так же некоторые кристаллы, к примеру, кристаллы кремния, используются как полупроводники в микроэлектронике.

На сегодняшний момент, одним из самых перспективных направлений является разработка графена – двумерной аллотропной модификации углерода. Данный материал является продуктом человеческого гения, который может быть широко применен в будущем. И хотя на протяжении многих лет одним из его существенных недостатков было дорогостоящее и сложное производство, последние разработки позволяют существенно облегчить этот процесс и сделать графен общедоступным [1].

Если рассматривать графен с точки зрения кристаллографии, то это двумерный кристалл, атомы которого соединены в гексагональную кристаллическую решетку [2]. Его можно представить, как плоскость графита, отделенную от объемного кристалла. Так же графен можно назвать своего рода прецедентом в науке, так как это первый известный истинно двумерный кристалл. Именно в графене впервые добились того, что электроны локализованы в плоскости гораздо сильнее и его атомы выстроены в один слой. Главная особенность и уникальность данной модификации в том, что она обладает большой механической жесткостью и прекрасной теплопроводностью ( $\sim 1$  ТПа и  $\sim 5 \cdot 10^3$  Вт·м<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup> соответственно) [1]. Из-за особенностей энергетического спектра носителей графен проявляет специфические, в отличие от других двумерных систем, электрофизические свойства. Открытие графена сделало возможным создание аналогичных двумерных кристаллов кремния (силицен), фосфора (фосфорен), германия (германен).

*История графена* начинается задолго до его открытия. Теоретические исследования проводились на основе графита, так как графен является базой, или иначе выражаясь, основой для построения теории этого кристалла. Химик Бенджамин Броуди еще в 1859 году испытал действие сильных кислот на графите, получил суспензию кристаллов оксида графена. Спустя 90 лет, в 1948 году были получены доказательства малой толщины этих кристаллов при помощи экспериментов Дж. Руесса и Ф. Фогта. Эти кристаллы еще сложно было назвать чистым графеном, и их чистота составляла несколько нанометров. В последующем было доказано, что при восстановлении оксида графита попадают также фрагменты графита атомарной толщины. Эти выводы противоречили ранее доказанной теории, что невозможно получить свободную идеальную двумерную (одноатомную) пленку, из-за нестабильности относительно сворачивания или скручивания.

Сам термин «графен» был предложен в 1986 году Бемом и его коллегами для обозначения многослойного графита. Первые графеновые слои, выращенные на металлических подложках *Ru*, *Rb*, *Ni*, были получены в 1970 году [3].

Первые методы получения графена начались разрабатываться в 2004 году в Манчестерском университете под руководством русского ученого Андрея Гейма. Знаменательным событием того же года стало опубликование статьи Константина Новоселова в журнале *Science* [4]. В ней были показаны основные электрические транспортные и магнитотранспортные свойства графитовых пленок толщиной в несколько атомарных слоев, продемонстрированы эффект поля и полевой транзистор на основе *Si/SiO<sub>2</sub>*, ставший основной структурой для последующих транспортных исследований. Первый лабораторный метод получения графена 2004 года стал основой для международного изучения свойств этого материала. Статья Новоселова начала приобретать невероятную популярность и вошла в список самых часто цитируемых статей. За свои исследования и открытия Андрей Гейм и Константин Новоселов были удостоены Нобелевской премии по физике в 2010 году.

На сегодняшний день на исследования графена выделяются миллиарды долларов США. Крупнейшим инвестором является Евросоюз, который выделил денежную поддержку в размере 1 миллиарда евро [5].

*Методы получения графена* можно разделить на традиционные и новаторские (таблица 1). Именно благодаря первой группе впервые был получен графен и данные методы применяются до сих пор. Условно традиционные методы получения графена разделяются на механические и химические. Скептики масштабного применения графена ссылаются на то, что на сегодняшний момент получение графена традиционными способами дорого обходится.

В противовес данным методам, на протяжении последних нескольких лет ученые обращают внимание на новаторские способы, которые чаще всего заключаются в извлечении графена из других веществ или материалов. Многие из них существуют лишь в теории, или еще не применялись в промышленном производстве. Тем не менее, они позволяют получать графен из доступных материалов: древесины, природного газа, что существенно удешевляет и облегчает получение данной модификации.

Таблица 1 – Методы получения графена

<i>Методы получения графена</i>	
<i>традиционные</i> (широко распространены сегодня; дорогостоящие)	<i>новаторские</i> (дешевые методы из природных материалов: газа, древесины)
<i>механические</i>	<i>химические</i>

Впервые графен был получен в 2004 году традиционным *механическим способом* с помощью липкой ленты. И сегодня метод механического расщепления позволил сотням лабораторий по всему миру начать широкомасштабные исследования свойств графена.

Во время проведения данного метода, кристалл графита постепенно расслаивается с использованием клейкой ленты на мельчайшие чешуйки, которые осаждаются на подходящую подложку для наращивания пленок (окисленный кремний). Несмотря на кажущуюся простоту, данный метод имеет ряд недостатков: малый выход, низкая производительность и сложность в отыскании кристаллов графена около 10 мкм на подложке размером 1 см.

*Химический метод* имеет разнообразные способы его проведения, в зависимости от химического элемента, с помощью которого мы будем получать графен. Основным методом заключается в том, что графит подвергается воздействию растворителей, которые при содействии ультразвука расщепляют листы графита на однослойные хлопья и пластинки. Чем больше дробиться графит, тем больше будет материала. Однослойные кусочки графена объединяются с помощью центрифуги [6].

Недавно исследователи из университета Райс представили *лазерную технологию* производства графена (*laser-induced grapheme*, сокращенно *LIG*), в которой в качестве сырья используется обычная древесина. При помощи лазера, действующего на поверхность дерева, образуется так называемая «графеновая пленка». Наилучшее качество материала получается при мощности промышленного лазера в 70 % от исходной. Используя этот метод, ученые смогли создать графеновые суперконденсаторы, способные накапливать большое количество энергии [7].

Следующий способ может подкупить своей дешевизной, так как для получения графена понадобится только *герметичный контейнер* с доступом к кислороду, ацетилен или газообразный этилен. Кислород и ацетилен помещаем внутрь данного контейнера. Потом с помощью свечи зажигания взрываем данную смесь. На стенках контейнера образуется графен. Данный способ вполне можно наладить на производстве и получать графен в промышленном количестве [8].

Последний способ получения графена интересен наиболее качественным конечным результатом. Графен можно получить из *природного газа*. В ходе нагрева, по заявлению ученых, происходит особая реакция с катализатором родием. Сперва газ превращается в молекулы, похожие по структуре на бензол, а затем уже эти молекулы объединяются друг с другом, вытесняют водород и формируют структуру графена. Полученный таким способом графен будет практически на 100 % чистым, так как в ходе нагрева «лишний» водород как-бы «выкипает» из соединения [9].

*Применения графена.* Недаром графен называют материалом будущего. Это уникальный и необычный материал «легче пуха и тоньше паутины». Для химиков и физиков эксперименты с графеном позволяют понять фундаментальные свойства материи. Для инженеров и конструкторов он открывает новые возможности в проектировании необычайно легких и устойчивых сооружений. Специалистов по электронике и компьютерщиков подкупает тем, что проводит электрический ток почти без потерь [10].

Так как мы живем в эру электронных устройств, графен позволит создавать более качественные материалы, начиная с *микроэлектроники* и заканчивая экранами. Например, буквально недавно был открыт способ заменить кремний, использующийся как основа транзистора в электронных устройствах, графеном. Исследования, опубликованные в начале июля 2017 года, показывают, что такие транзисторы существенно компактнее и в тысячи раз быстрее.

Основная особенность таких транзисторов заключается в принципе работы посредством электромагнитных волн, создающих магнитное поле через углеродные нанотрубки, а не физического движения электронов, как в кремнии. Джозеф Фридман,

руководитель исследования, уверен, что скорость этого взаимодействия будет выше и потенциально позволит обеспечить тактовые частоты, исчисляемые в терагерцах (триллионы герц). В добавок ко всему, такие транзисторы, очень малы, так как графен – очень тонкий материал [11].

Графен находит свое применение не только в микроэлектронике. Уже на протяжении нескольких лет разрабатываются *дисплеи* на его основе. Особый интерес представляет недавняя разработка прозрачных *OLED*-дисплеев с графеновыми электродами. Обладая всеми достоинствами *OLED* (насыщенная цветовая палитра, «глубокий» черный цвет), дисплей обладает прозрачным экраном, что позволяет использовать его в качестве рекламных баннеров в магазинах и билбордов на улице [12].

Нашел графен и применение в *робототехнике*. Буквально недавно, в середине лета 2017 года, был продемонстрирован робот-паук из графена, которому для передвижения требуется практически ничего, кроме определенной влажности окружающей среды. Изготовлен он из оксида графена, путем вырезания монолитного куска из углеродного материала. Активация робота происходит при яркой вспышке света и повышении влажности. Сам робот в процессе движения способен изгибаться и распрямляться под воздействием влажного воздуха, медленно двигаясь вперед. Такой потенциал может использоваться не только при создании микроскопических роботов, но и при производстве чувствительных элементов датчиков, регулирующих различные параметры технологических процессов [13].

Наиболее интересным является применение графена в медицине. Недавние разработки показывают, что графен можно использовать даже при борьбе с раковыми опухолями. Ученые провели эксперимент, в котором взяли клетки мозга мыши и поместили их на лист графена. Исследователи подметили особое поведение этого материала при данном эксперименте. Он «выделяет» раковую клетку из всех остальных, что позволяет опознать ее на фоне остальных клеток. Этот процесс происходит благодаря хорошей электропроводимости минерала. При контакте с гиперактивной раковой клеткой, графеновое электрическое поле словно обволакивает ее и отталкивает электроны в облаке графена. Это меняет частоту колебаний атомов углерода, что позволяет выявить рак. Во время исследования ученые оценили эффекты графена при шести разных видах рака: молочной железы, легких, поджелудочной железы, простаты, яичников и головного мозга. Во всех случаях получен положительный результат [14]. Применение данной технологии вполне очевидно. Медики смогут обнаружить раковую опухоль задолго до того, как она начнет беспокоить пациента. Станет возможным начать лечение еще на ранней стадии.

Исходя из всего выше сказанного, разумно считать графен, способным изменить наше будущее. Выше приведенные примеры лишь незначительная часть того, что успели исследовать ученые на основе этого материала. Конечно, многие скептики ссылаются на его дорогое производство и невозможность на данном этапе развития реализовать весь его потенциал. В связи с этим вспоминается пример полиэтилена, открытого в 1899 году, а потом забытым более чем на 30 лет из-за дороговизны его производства. Тем не менее, сегодня он широко распространен в нашей жизни. Та же судьба, вероятно, ждет и графен, который найдет самое разнообразное применение во многих областях нашей жизни.

### Список использованной литературы

1 Графен [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%BD#cite\\_note-balandin\\_condmat\\_2008-5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%BD#cite_note-balandin_condmat_2008-5) – Дата доступа: 04.10.20.17.

2 Novoselov, K.S. Two-dimensional atomic crystals / K.S. Novoselov, D. Jiang, F. Schedin, T.J. Booth, V.V. Khotkevich, S.V. Morozov, A.K. Geim // PNAS. – July 26, 2005. – Vol. 102. – P. 10451–10453.

3 Andre K. Geim. Nobel Lecture: Random walk to graphene // Rev. Mod. Phys. – 2011. – Vol. 83. – P. 851–862.

4 Novoselov, K. S. Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films / K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos, I.V. Grigorieva, A.A. Firsov // Science – 22 october 2004. – P. 666–669.

5 Graphene flagship [Электронный ресурс]. URL: <http://graphene-flagship.eu/> – Дата доступа: 04.10.2017.

6 Хейль И. Чудо графеновой революции [Электронный ресурс] / И.Хейль // Hi-News. Новости высоких технологий – 2013. – 06 февраля. – URL: <https://hi-news.ru/technology/chtivo-chudo-grafenovoj-revolyucii.html> – Дата доступа: 04.10.2017.

7 Ruquan, Ye. Laser-Induced Graphene Formation on Wood // Nature communications. – 2017. – <https://www.nature.com/articles/ncomms6714.pdf> . – Дата доступа: 09.10.2017.

8 Грэй С. Чудо графеновой революции [Электронный ресурс] / С. Грэй // Hi-News. Новости высоких технологий – 2017. – 30 января. – URL: <https://hi-news.ru/technology/uchyonumi-najden-sposob-deshyovogo-proizvodstva-grafena.html>. – Дата доступа: 04.10.2017.

9 J. Phys. Chem. C. Ethene to Graphene: Surface Catalyzed Chemical Pathways, Intermediates, and Assembly / J. Phys. Chem. C. // Journal of Physical Chemistry C. – 2017. – № 121 (17). – pp 9413–9423.

10 Графен – материал будущего. Слава после славы [Электронный ресурс] // hightech world – 2014. – 6 октября. – URL: <http://hitech-world.ru/materialy/grafen-material-budushhego-slava-posle-slavy.htm> – Дата доступа: 04.10.2017.

11 Joseph S. Friedman. Cascaded spintronic logic with low-dimensional carbon / Joseph S. Friedman et al // Nature Communications. – 2017. – №8 – URL: <https://www.nature.com/articles/ncomms15635>. – Дата доступа: 09.10.2017.

12 Song Su-hyun. Korea first to use graphene to make OLED panel [Электронный ресурс] / Song Su-hyun // The korea herald. – 2017. – 11 апреля. – URL: <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20170411000715>. – Дата доступа: 04.10.2017.

13 Кузнецов, В. Графеновый робот-паук, которому для передвижения не нужна электроэнергия [Электронный ресурс] / В. Кузнецов // Hi-News. Новости высоких технологий – 2017. – 20 июля. – URL: <https://hi-news.ru/robots/grafenovujj-robot-pauk-kotoromu-dlya-peredvizheniya-ne-nuzhna-elektroenergiya.html>. – Дата доступа: 04.10.2017.

14 First use of graphene to detect cancer cells [Электронный ресурс] // Uic today. – 2016. – 19 декабря. – URL: <https://today.uic.edu/first-use-of-graphene-to-detect-cancer-cells>. – Дата доступа: 04.10.2017.

*O.B. MEZHENNAYA, Y.A. MOTUZENKO, D.V. BORISENKO*

### **PROSPECTS FOR LARGE-SCALE PRODUCTION AND THE APPLICATION OF GRAPHENE IN OUR LIVES**

*This article considers one of the modifications of carbon-graphene. Traditional and innovative methods of obtaining it are considered. Methods of cheap production of this material are proposed. Examples of the latest developments in the field of robotics, medicine and high technologies, based on graphene, are given.*

Т.А. МЕЛЕЖ, А.В. КУРЗОВ

## ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ: ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ. ГИДРОГЕОЛОГИЯ. ГЕОМОРФОЛОГИЯ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
tatyana.melezh@mail.ru, aleksey.kurzov46@gmail.com*

*В работе рассмотрены особенности природы Белорусского Полесья: геологическое строение: стратиграфия региона, гидрогеологическое районирование и особенности рельефа, формирование которого неразрывно связано с ледниковыми эпохами. Установлено, что своеобразие природных условий Белорусского Полесья обусловлено особенностями геологического и палеогеографического развития этого природного региона.*

T.A. MELEZH, A.V. KURZOV

## **GEOLOGY, HYDROGEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY OF THE POLESIE ON THE TERRITORY OF BELARUS**

*In this paper, the features of the nature of the Belorussian Polissya are considered: the geological structure: the stratigraphy of the region, the hydrogeological zoning and the features of the relief, the formation of which is inextricably linked with glacial epochs. It is established that the peculiarity of the natural conditions of the Belarusian Polesye is due to the peculiarities of the geological and paleogeographic development of this natural region.*

The Belarusian Polesie is a large natural region located in the south part of the Republic of Belarus. Its total square occupies 28 % of the country's territory. The Polesie is notable for its huge forest and swamp area, for its unique variety of climatic, hydrologic, geomorphologic, soil, flora, fauna and landscape features. According to physicogeographical zoning the following regions can be distinguished: the Brest Polesie, Zagorodie, the Mazyr Polesie, the Pripyat Polesie and the Gomel Polesie. The main river is the Pripyat.

The Polesie is a unique region, where the high amount of swamps, trees and vast flood plains have been preserved in their natural state and have high ecological importance.

Within the Belarusian Polesie the main geologic structures are: the east part of the Podlaska-Brest Depression, the Poleskaya saddle, the Pripyat sag, the Bragin-Loev saddle. In the north: the Zhlobinsaddle, slopes and spurs of the Belarusian anteklise. In the east: slopes of the Voronezh anteklise. In the south-east: the Dnieper-Donetks Rift. In the south: the Ukrainian shield and the Lukovsko-Ratnovskiy horst as a part of the Volino-Azovskaya plate (picture 1).

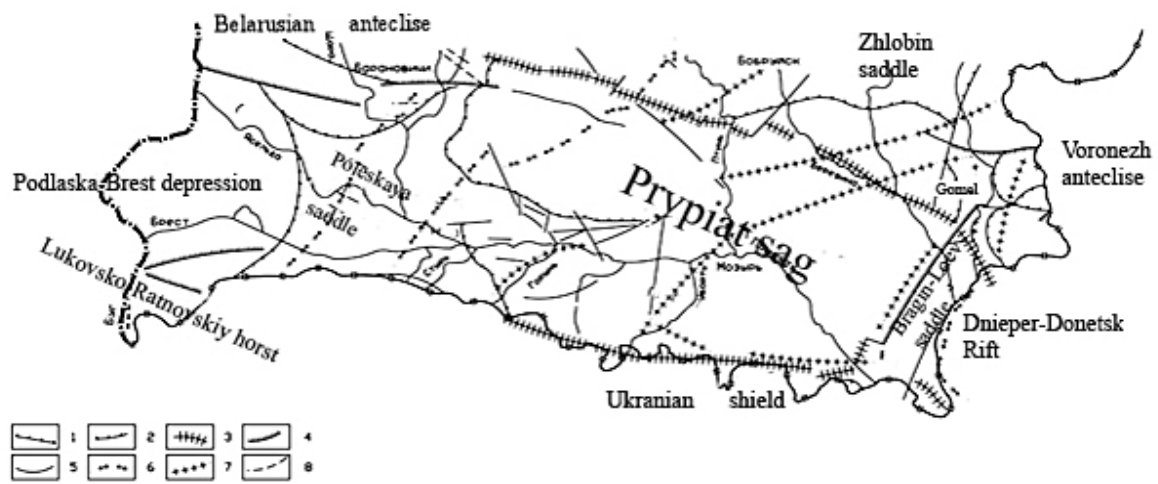
The structural elements listed above surrounded by faults, less often their geological boundaries are marked off by crystalline basement depth.

The main structural elements are distinguished by differentiation of tectonic movement. Due to this fact small-scale structures and fault zones have been formed within them.

The Podlaska-Brest Depression is limited by the Svisloch fault in the north and North-Ratnovskiy fault in the south. Two main groups of local faults are developed: north-east-south-west and sublatitudinal. The depression is divided by them into blocks. The Poleskaya saddle has a weak differentiation of tectonic movements, small amount of structures and fault zones.

The Pripyat sag is separated from the Ukrainian shield by the South-Pripyat fault in the south, in the north by the North-Pripyat fault. Fault network widely spread within the sag.





1 – The biggest structures (aulacogen, anteklise, syneklise), 2 – first-order structures. Sediment cover faults: 3–Super-regional, 4–regional, 5–subregional and local. Basement fault: 6 – Super-regional, 7 – regional, 8 – subregional and local

Picture 1 – The Belarusian Polesie tectonic scheme

The second, third and fourth order structures are distinguished in tectonic of the sag. Maximum amplitude of neotectonic movements is 100–150 meters, local tectonic transfer is up to 50 meters.

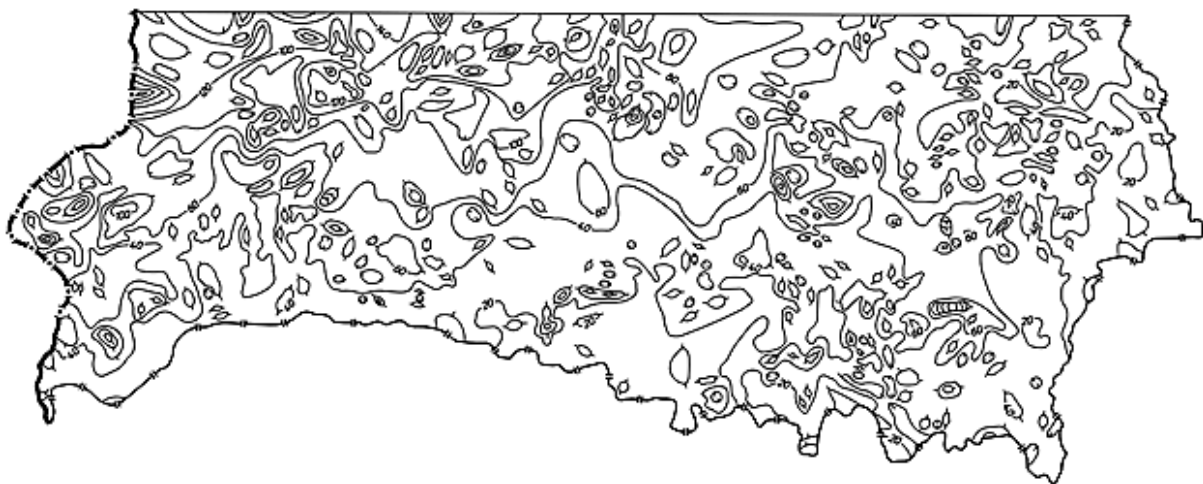
The area is characterized by Archaean to Proterozoic crystalline basement (granite, diorite, gabbro, gneiss) and sedimentary cover: Neoproterozoic sandy-argillaceous sediments, Devonian clay, marl, dolomite, sandstone; Jurassic clay and sandstone. Cretaceous sediments are marl, chalk with weathering rind thickness, less often quartz-glaucinite sand.

The Polesie saddle and the east part of the Belarusian Polesie had the highest Paleogene sediments accumulation rate. Anisomeric quartz-glaucinite and quartz sands and sandstones, less often aluierite, marl, and clay. Sediments of Neogene are quartz sand, aluierite, clay.

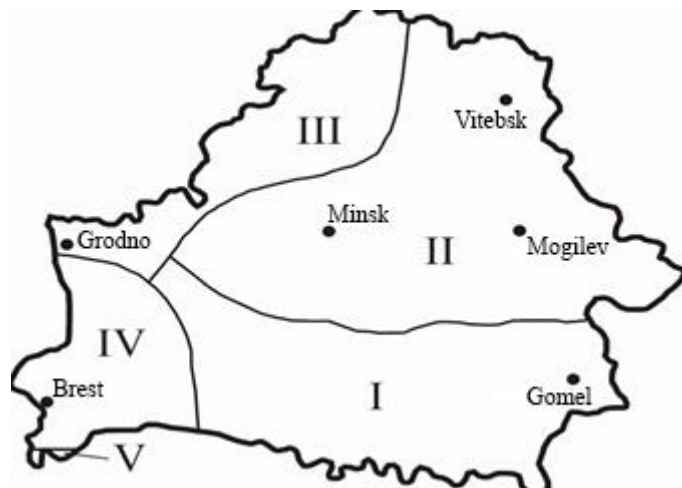
Quaternary sediments cover most of the territory. The thickness is 30–50 meters, increasing up to 80–120 meters in the west and in the north-west (picture 2).

Quaternary sediments aren't found in the region of Stolin, Gluskovichi and other particular river valleys.

The Belarusian Polesie is located within two aquifers – the Brest artesian region and the Prypiat artesian region (picture 3).



Picture 2 – Quaternary sediments thickness map



- I – Pripyat artesian basin (Dnieper-Donetsk)
- II – Orshanian (Moscow artesian basin)
- III – Baltic artesian basin
- IV – Brest artesian basin
- V – Volino-Podolskiy artesian basin

Picture 3 – Belarus hydrogeological zoning

**The Brest Hydrogeological Basin.** The groundwater is mostly fresh and low mineralized ( $1-3 \text{ g/dm}^3$ ), less often mineralization can be up to  $12 \text{ g/dm}^3$ .

Chemical composition of fresh water is sodium hydrocarbonate, composition of mineralized water features by sodium chloride.

The piezometric surfaces related to the surface level and established at the marks of 0–45 meters. Upper water-bearing horizons contain majority of usable fresh water. Fluvio-glacial, alluvial, lake-alluvial aquifer deposits occur between Dnieper (*g,gtII d*) and Berezinsky (*f,lgIIbr<sup>i</sup>*) moraine deposits. Those aquifers are intensively used.

**The Pripyat Hydrogeological basin.**

**Higher aquifer.** The rocks are mainly represented by Quaternary, Neogene-Paleogene, Cretaceous and Jurassic deposits. Water mineralization above impermeable layer of Bathonian clay vary from  $1 \text{ g/dm}^3$  up to  $2-3 \text{ g/dm}^3$ .

The total thickness of aquifer depends on region’s impermeable layer and increases from 50 meters in the west part of the Pripyat depression, up to 350–400 meters.

**Middle aquifer.** The water bearing deposits are represented by Bathonian, Triassic, Permian, Carboniferous and suprasalt Devonian sandy-clay formations.

**Lower aquifer.** It is represented by subsalt and intrasalt carbonate–terrigenous water-bearing horizons, and impermeable upper and lower salt layer.

Groundwater flow direction in Quaternary sandy-clay sediments oriented from water divide to river valleys, where aquifer releases.

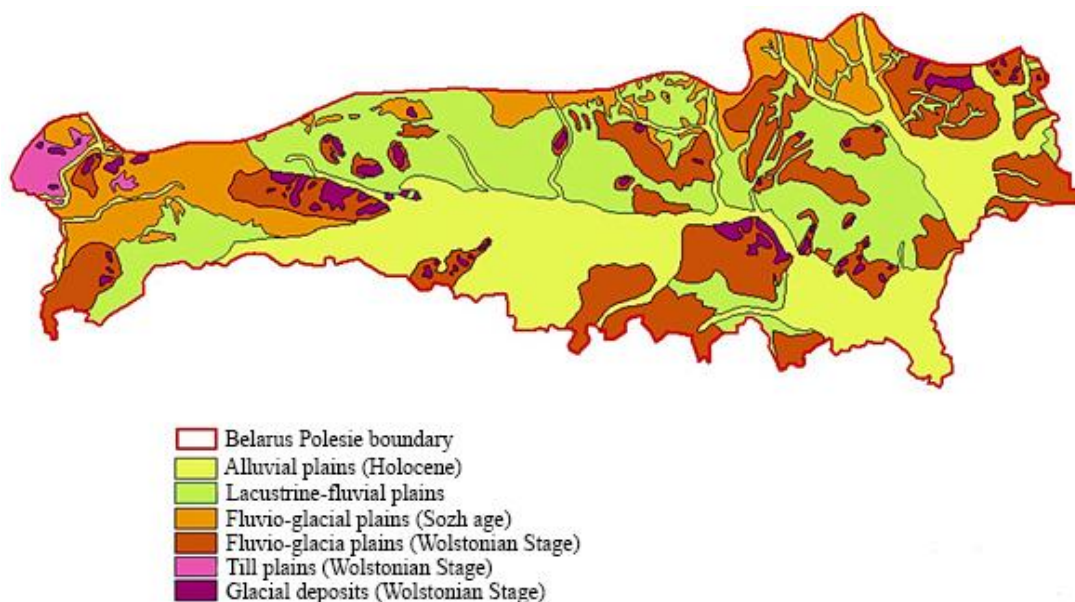
Hydrogeochemical cross–section shows, that fresh water aquifers occur at Quaternary, Neogene-Paleogene, Cretaceous and Late Jurassic sediments. Total thickness is 250–300 meters.

With further increase in depth, mineralization of groundwater rises up to  $453 \text{ g/dm}^3$  (more at  $> 3000$  meters depth). Brine composition changes from chloride-sodium to chloride-sodium-calcium with depth.

Crystalline basement has complex tectonic structure. The occurrence depth ranging from 115 meters above the sea level at Mikashevichi-Zhytkovich projection up to 4000–6000 meters (picture 4).

The area of confined intermoraine aquifers are uneven. In river valleys, where moraine deposits are washed out, and in the areas, where facies replacement of loam and clay sands take place, so called «hydrological windows» are formed, through which a hydraulic connection between intermoraine aquifers and their links with groundwater and surface water occur.

Boundries of the region and geomorphology structure are determinated by tectonic structures.



Picture 4 – The Belarusian Polesie geomorphological conditions map

Heterogeneity of tectonic causes high amplitude of sedimentary cover thickness, from 20–30 meters at Mikashevichi-Zhytkovichi shield, up to 4000 meters at Bragin-Love saddle.

Total amount of lakes is more than 5000. Local neotectonic movements have positive (2 mm/y) and negative (1,3 mm/year) amplitude.

The region of the Belarusian Polesie has a complex geological structure. It is a result of interaction between the Podlaska-Brest Depression, the Poleskaya saddle, the Mikashevichi-Zhytkovichi shield, the Prypiat sag. Fault zones are widely spread at the region. The Belarusian Polesie was formed at the territory with a relatively high crystalline basement depth. The region is located within the Prypiatsky artesian and the Poleski artesian basins. Geomorphologically the Polesie is a part of a huge territory within the Poleskaya depression and the Pripyat river basin.

Geological and paleogeographic development conditions the peculiarity of the Belarus Polesie natural environment.

УДК 551.4:550.389.1:528.9(476.2-21Гомель)

Т.А. МЕЛЕЖ, В.С. РУДЬКО

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ  
(ПО МАТЕРИАЛАМ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ  
ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЮ)**

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

*В работе представлено описание геологического строения города Гомеля (стратиграфия и литология), составленное по данным бурения геологических организаций: РУП «ПО «Белоруснефть», ОАО «Гомельпромбурвод», Восточной гидрогеологической партией ГП «НПЦ по геологии».*

Описание геологического строения г. Гомеля составлено по материалам, предоставленным РУП «ПО «Белоруснефть», ОАО «Гомельпромбурвод», Восточной гидрогеологической партией ГП «НПЦ по геологии». Проанализированы данные бурения по таким скважинам как: № 1 «Решетниковская» (поисковая), «Южно-Щербовская», «Южно-Борщевская», скважина по ул. Артема, скважина в пос. Костюковка, скважина № 2 в н.п. Ченки «Сельмашевская», скважина № 2 на территории Гомельского профилактория, скважина «Новобелица-96», скважина 42-1 «Сейсмопункт Ченки», скважина № 1 в санатории Васильевка и скважина «Центролит».

В геологическом строении изучаемой территории принимают участие отложения архейской (AR) и протерозойской (PR) акротем, а также палеозойской (PZ), мезозойской (MZ) и кайнозойской (KZ) эратем.

Отложения *архей-протерозойской акротемы* (AR-PR) представлены нерасчлененными архей-нижнепротерозойскими отложениями (AR-PR<sub>1</sub>) и верхнепротерозойскими отложениями (PR<sub>2</sub>).

*Нерасчлененные архей-нижнепротерозойские* отложения (AR-PR<sub>1</sub>) представлены гранитами розовато-коричневыми, трещиноватыми и выветрелыми, а также линзами песчаника и кварцита, вскрытыми на глубинах от 525 до 1906 м (скв. «Новобелица 96», глубина скв. 540 м.; скв. на ул. Артема, глубина скв. 593,3 м; скв. «Решетниковская», глубина скв. 1975 м). Вскрытые породы являются частью кристаллического фундамента. Возраст определен урано-свинцовым методом. Мощности отложений – 98,3 м.

Отложения *верхнего протерозоя* вскрыты скв. «Решетниковская» на глубине 1800–1906 м, а также скв. в пос. Костюковка на глубине 578,2–610 м. Эти отложения являются стратифицированными и представляют собой осадочные терригенные формации. Возраст установлен калий-аргоновым методом. Мощности отложений – 106 м.

Отложения *белорусской серии* вскрыты скв. Костюковка на глубине 578,2 м, мощность образований составляет 31,8 м. Они представлены песчаниками трещиноватыми, темно-бурыми с прослоями и пятнами светло-серого цвета: от крупно- до мелкозернистых; полевошпатово-кварцевые; на карбонатно-глинистом цементе. Наблюдаются включения гравия, гальки изверженных и метаморфических пород. Обломочный материал 68–75 %, цемент 25–32 %, кварц 90–95 %, полевые шпаты 5–10 %. Встречаются обломки пирокластов, чешуйки слюды, зерна граната, вкрапления черного рудного минерала. Возраст установлен калий-аргоновым методом.

*Палеозойская эратема* (PZ) представлена отложениями девонской (D) и пермской (P) систем. Отложения карбона (C) присутствуют в составе нерасчлененных отложений (D<sub>3pl</sub>+C). Образования кембрийской (€), ордовикской (O), силурийской (S) систем не установлены.

Отложения *девонской системы* представлены средним (D<sub>2</sub>) и верхним (D<sub>3</sub>) отделами. Образования нижнего отдела девонской системы (D<sub>1</sub>) не установлены.

Отложения *среднего отдела девонской системы* представлены отложениями эфельского (D<sub>2ef</sub>), живетского ярусов (D<sub>2gv</sub>).

Отложения *эйфельского яруса* (D<sub>2ef</sub>) вскрыты скв. на ул. Артема, в д. Костюковка, скв. № 2 «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», а также скв. «Решетниковская». Литологически представлены плотными глинами, мергелями, алевролитами, плотными доломитами, а также гравелистыми песками. Возраст определяется по остаткам конодонтов – р. *Polygnathus c. patulus* и амmonoидей – р. *Foordites platypleura* и р. *Pinacites jugleri*. Мощность составляет 21,4 м.

Отложения *наровского надгоризонта* (D<sub>2nr</sub>) литологически представлены глинами пестроцветными с прослоями доломита пестроцветного, мощность – 117,3 м.

Отложения *живетского яруса* (D<sub>2gv</sub>) вскрыты скважинами в д. Костюковка, скв. № 2 «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96» и скв. «Решетниковская», представлены образованиями полоцкого горизонта (D<sub>2pl</sub>). Литологически представлены песчаниками,

песками (встречается также кварцевый), алевролитами, глинистыми доломитами, а также глинами со встречающимися карбонатами, гидроокислами железа и зернами пирита. Возраст определяется по остаткам конодонтов – р. *Polygnathus sansatus* и миоспор – р. *Anñyrospora incisa*. Мощность составляет 124 м.

Отложения *верхнего отдела девонской системы* представлены отложениями франского ( $D_{3fr}$ ) и фаменского ярусов ( $D_{3fm}$ ).

Отложения *франского яруса* ( $D_{3fr}$ ) представлены образованиями саргаевского ( $D_{3sr}$ ) горизонта, вскрыты скважинами: в деревне Костюковка, скв. «Решетниковская», скв. «Новобелица 96», скв. «Южно-Щербовская». Литологически представлены глинами с остатками брахиопод, конодонт, остракод. Мощность – 26,2 м. Возраст установлен по остаткам брахиопод: р. *Cyrtospirifer schelonicus*.

Отложения *фаменского яруса* ( $D_{3fm}$ ) представлены образованиями задонского ( $D_{3zd}$ ), елецкого ( $D_{3el}$ ), петриковского ( $D_{3ptr}$ ) горизонтов, образованиями верхнесоленосной толщи, включающей отложения оресского ( $D_{3or}$ ) и лебедянского горизонтов ( $D_{3lb}$ ).

Отложения *задонского горизонта* ( $D_{3zd}$ ) вскрыты скв. «Южно-Борщевская» и «Южно-Щербовская». Литологически представлены вулканогенными сильнотрещиноватыми породами (нижняя часть толщи), глинами (верхняя часть толщи). Возраст определяется по остаткам брахиопод – р. *Cyrtospirifer zadonicus*. Мощность отложений составляет порядка 269 м.

Отложения *елецкого горизонта* ( $D_{3el}$ ) вскрыты скв. «Южно-Борщевская», «Южно-Щербовская» и «Центролит». Литологически представлены вулканогенными породами типа туфов, в нижней части толщи и известняками светло-серыми – в верхней части толщи. Возраст определяется по остаткам брахиопод – р. *Cyrtospirifer brodi*. Мощность толщи составляет 361 м.

Отложения *петриковского горизонта* ( $D_{3ptr}$ ) вскрыты скв. «Южно-Борщевская» и «Южно-Щербовская». Литологически представлен карбонатными разностями, преимущественно известняками. Возраст определяется по остаткам остракод – р. *Pristis cornuta*. Мощность составляет 19 м.

Отложения *верхнесоленосной толщи* вскрыты скв. «Южно-Борщевская» и «Южно-Щербовская», включают образования оресского ( $D_{3or}$ ) и лебедянского ( $D_{3lb}$ ) горизонтов. Литологически представлены преимущественно, каменной солью, полупрозрачной, кристаллической, иногда заглинизированной, с прослоями несолевых глинисто-карбонатно-сульфатных пород, которые представлены известняками глинистыми, темно-серыми, слаботрещиноватыми, мелкокавернозными, каверны и трещины частично выполнены каменной солью; ангидритами коричневато-серыми, загрязненными темно-серыми мергелями, с редкими трещинами и кавернами; аргиллитами черными, слоистыми, карбонатными. Встречаются слои мергелей доломитисто-известковых. Возраст определяется по остаткам брахиопод – р. *Cyrtospirifer lebedianicus* и р. *Volgospirifer volgensis*. Мощность отложений составляет 574 м.

Нерасчлененные отложения *полесского горизонта верхнего девона-карбона* ( $D_{3pl+C}$ ) представлены переслаивающейся толщей глин и песков с прослоями известняков и песчаником, мощность – 1896 м.

Отложения *пермской системы* ( $P$ ) представлены приуральским ( $P_1$ ) и татарским ( $P_3$ ) отделами.

Отложения *приуральского отдела* ( $P_1$ ) вскрыты скв. «Новобелица 96» и № 2 «Гомельский профилакторий». Литологически представлены алевролитами и песчаниками с остатками брахиопод. Возраст определяется по остаткам брахиопод – р. *Marginifera sp.* Мощность составляет 34,6 м.

Отложения *татарского отдела* ( $P_3$ ) вскрыты скв. на ул. Артема. Литологически представлены алевролитами и песчаниками красно-коричневыми. Возраст определяется

по остаткам фораминифер – р. *Nodosaria permiana*. Мощность отложений составляет 63,8 м.

Мезозойская эратема (MZ) представлена отложениями триасовой (T), юрской (J) и меловой (K) систем.

Отложения триасовой системы (T) представлены нижним (T<sub>1</sub>) отделом. Вскрыты скв. «Решетниковская», «Центролит» и скв. на ул. Артема. Литологически представлены переслаивающимися толщами глин и песчаников. Возраст определяется по остаткам остракод – р. *Darwinula sp.* Мощность триасовых образований составляет 28,6 м.

Отложения юрской системы (J) представлены средним (J<sub>2</sub>) и верхним (J<sub>3</sub>) отделами.

Отложения среднего отдела юрской системы (J<sub>2</sub>) вскрыты скважинами в д. Костюковка, «Центролит», № 2 «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», «Решетниковская» и скв. Гомельпромбурвод. Отложения представлены образованиями батского (J<sub>2bt</sub>) келловейского (J<sub>2k</sub>) ярусов.

Образования батского яруса (J<sub>2bt</sub>) вскрыты скв. «Центролит», литологически представлены песком, глиной темно-серой до черной, с прослойками светло-серой, вязкой, пластичной, плитчатой и песком светло-серым, мощность – 6,7 м. Возраст определяется по остаткам аммоноидей – р. *Procerites hodsoni*.

Образования келловейского яруса (J<sub>2k</sub>) вскрыты скв. «Центролит», скв. на минеральные воды «Костюковка», скв. на минеральные воды по улице Артема, скв. № 2 «Сельмашевская» в н/п Ченки. Литологически представлены алевролитами и песчаниками, с остатками фораминифер и аммонитов. Мощность в среднем достигает 44,1 м. Возраст обоснован палеонтологическим методом по остаткам цефалопод: р. *Kosmoceras gulielmii* (Sowerby); фораминифер: р. *Lenticulina polonica*, р. *Trocholina nana*; спор и пыльцы.

Отложения верхнего отдела (J<sub>3</sub>) вскрыты скважинами на ул. Артема, в д. Костюковка, скв. в н/п Ченки № 2 «Сельмашевская», скв. № 2 «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», скв. сейсмопункт Ченки, скв. в сан. Васильевка, скв. «Решетниковская», скв. «Центролит» и скв. Гомельпромбурвод. Представлены в объеме образований оксфордского яруса (J<sub>3o</sub>). Литологически представлены различного цвета известняком, плотным, трещиноватым, встречаются прослойки песков и мергелей. Возраст определяется по остаткам аммонитов – р. *Kosmoceras jason* и р. *Cardioceras cordatum*. Мощность образований – 29,4 м.

Отложения меловой системы (K) представлены нижним (K<sub>1</sub>) и верхним (K<sub>2</sub>) отделами. Образования широко распространены на территории изучения, о чем свидетельствует присутствие меловых отложений во всех разведочных скважинах.

Отложения нижнего отдела (K<sub>1</sub>) вскрыты скв. на ул. Артема, в д. Костюковка, в Ченках № 2 «Сельмашевская», № 2 «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», скв. сейсмопункт Ченки, скв. в сан. Васильевка, скв. «Решетниковская» и скв. Гомельпромбурвод. Представлены в объеме образований валанжинского (K<sub>1v</sub>), готеривского (K<sub>1h</sub>), баремского (K<sub>1br</sub>), аптского (K<sub>1a</sub>) и альбского (K<sub>1al</sub>) ярусов.

Отложения валанжинского яруса (K<sub>1v</sub>) вскрыты скв. «Костюковка», Ченки № 2, «Сельмашевская», Гомельский профилакторий, «Новобелица 96», «Решетниковская», «Центролит». Литологически представлены глиной темно-серой, плотной, песчаной. Возраст определяется по остаткам фораминифер – р. *Trochammina valvulinariaeformis Akim*. Мощность составляет 9,6 м.

Отложения готеривского яруса (K<sub>1h</sub>) вскрыты скв. Ченки № 2 «Сельмашевская» и скв. Гомельпромбурвод. Литологически образования представлены песчаником серым тонкозернистым, глиной черной, песчаной, плотной, слюдистой. Возраст определяется по остаткам аммонитов р. *Milanowskia speetonensis*, р. *Oxyteuthis brunsvicensis*. Мощность составляет 19 м.

Отложения баремского яруса (K<sub>1br</sub>) вскрыты скв. «Костюковка», Ченки № 2 «Сельмашевская», «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», «Решетниковская».



Литологически породы представлены песчаником серым, глинистым, часто алевроглинистым. Возраст определяется по остаткам фораминифер – р. *Saccamina gutti*. Мощность составляет 7,0 м.

Отложения *аптского яруса* ( $K_{1a}$ ) вскрыты в скв. д. Костюковка, скв. в Ченках № 2, «Сельмашевская», скв. № 2 «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», скв. Решетниковской, скв. «Центролит». Литологически представлены песком серым, кварцевым, с прослоями песчаника зелено-серого, мелкозернистого. Возраст определяется по остаткам фораминифер р. *Hyperammia aptica*. Мощность составляет 48,6 м.

Отложения *альбского яруса* ( $K_{1al}$ ) вскрыты скв. д. Костюковка, в Ченках № 2 «Сельмашевская», «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», скважиной в санатории Васильевка, «Решетниковская», «Центролит» и скважиной Гомельпромбурвод. Литологически образования представлен песками светло-серого и темно-зеленого цвета, различной зернистости, встречается песок кварцево-глауконитовый, глинистый. Возраст определяется по остаткам цефалопод: *Aucellina gryphaeoides*. Мощность составляет 53,8 м.

Отложения верхнего отдела меловой системы ( $K_2$ ) вскрыты скв. на ул. Артема, в д. Костюковка, в Ченках № 2 «Сельмашевская», № 2 «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», скв. сеймопункт Ченки, скважиной в сан. Васильевка, «Решетниковская» и скв. Гомельпромбурвод. Представлены в объеме отложений сеноманского ( $K_{2s}$ ), туронского ( $K_{2t}$ ), коньякского ( $K_{2k}$ ), сантонского ( $K_{2st}$ ), кампанского ( $K_{2km}$ ) и маастрихского ( $K_{2m}$ ) ярусов.

Отложения *сеноманского яруса* ( $K_{2s}$ ) вскрыты скв. в д. Костюковка, в Ченках № 2 «Сельмашевская», № 2 «Гомельский профилакторий», «Центролит», «Новобелица 96», в сан. Васильевка, «Решетниковская» и скважиной Гомельпромбурвод. Литологически отложения представлены песками глауконитово-кварцевые, мелом и мергелем серыми, плотными. Возраст определяется по остаткам аммонитов – р. *Sciponoceras baculoide*. Мощность составляет 18,2 м.

Отложения *туронского яруса* ( $K_{2t}$ ) вскрыты скв. в д. Костюковка, «Центролит», в Ченках № 2 «Сельмашевская», № 2 «Гомельский профилакторий», «Новобелица 96», в санатории Васильевка, «Решетниковская» и скв. Гомельпромбурвод. Литологически образования представлены мелом светло-серым, плотным, с прослоями и мергеля. Возраст определяется по остаткам двустворчатых моллюсков р. *Inoceramus lamarcki*. Мощность в среднем составляет 44,6 м.

Отложения *коньякского яруса* ( $K_{2k}$ ) вскрыты в скв. в Ченках № 2 «Сельмашевская», «Центролит», «Решетниковская» и скв. Гомельпромбурвод. Литологически коньякские образования представлены мелом светло-серым, плотным, трещиноватым, мергелем светло-серым, плотным. Возраст определяется по остаткам фораминифер – р. *Bolivinita eleui*. Мощность в среднем составляет 17,8 м.

Отложения *сантонского яруса* ( $K_{2st}$ ) вскрыты скв. в Ченках № 2 «Сельмашевская», «Центролит», «Решетниковская» и скв. Гомельпромбурвод. Литологически представлены мелом серым, очень плотным, встречается мергелистость. Возраст определяется по остаткам фораминифер – р. *Orbignyna variabilis*. Мощность составляет 8,9 м.

Отложения *кампанского яруса* ( $K_{2km}$ ) вскрыты скв. в Ченках № 2 «Сельмашевская», «Центролит», «Решетниковская» и скв. Гомельпромбурвод. Образования литологически представлены мелом светло-серым и белым, как плотным, так и трещиноватым, со встречающейся галькой кремния, мелом белым, писчим, мергелем мелоподобным, а также гравелитом изверженных пород. Возраст определяется по руководящим остаткам фораминифер – р. *Bolivina kalinini*. Мощность составляет 15,2 м.

Отложения *маастрихского яруса* ( $K_{2m}$ ) вскрыты скв. в Ченках № 2 «Сельмашевская», «Решетниковская» и скв. Гомельпромбурвод. Литологически представлены мелом светло-серым, который переходит в белый, плотный, трещиноватый, наблюдается

слой дресвы кремния и кварца, слой мергеля белого, плотного, трещиноватого. Возраст определяется по руководящим остаткам белемнитов – р. *Belemnella lanc eolata lanceolata* (Schloth.). Мощность составляет 29,4 м.

Таким образом, геологическое строение территории изучения имеет сложную литологическую характеристику. Максимальная мощность отложений характерна для образований палеозойской эратемы – 3538,4 м, в том числе образования среднего девона имеют мощность 294,5 м, верхнего девона и нерасчлененные отложения полесского горизонта верхнего девона-карбона – 3145,5 м. Отложения палеозоя имеют сложный литологический состав, представлены глинами, песчаниками, песками разнотипными, вулканогенными породами, каменной солью. Отложения мезозойской эратемы имеют мощность 308,9 м, из них максимальная присуща образованиям нижнего мела (138,0 м). Суммарная мощность отложений составляет 4083,4 м.

*T.A. MELEZH, V.S. RUDKO*

***THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF GOMEL (MATERIALS EDUCATIONAL PRACTICE ON THE GEOLOGICAL SURVEY AND MAPPING)***

*The paper presents a description of the geological structure of the city of Gomel (stratigraphy and lithology), prepared according to drilling geological organizations: «RUE PA «Belorusnef», OJSC «Gomelpromstroy», East hydrogeological party SE «Scientific-production center on Geology».*

**УДК 378.147.091.33-027.22: 551.1/4**

**Т.А. МЕЛЕЖ, О.А. БАРАВИК**

**УЧЕБНАЯ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА КАК СПОСОБ  
ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ  
СПЕЦИАЛИСТА-ГЕОЛОГА**

*УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»  
г. Гомель, Беларусь  
tatyana.melezh@mail.ru*

*В работе рассмотрена важность проведения полевой общегеологической (учебной) практики, которая способствует формированию комплекса академических и профессиональных компетенций специалиста-геолога.*

Согласно «Образовательного стандарта. Первая ступень» для специальности 1 – 51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» обучение по специальности предусматривает очную форму, срок получения высшего образования – 4 года. Общими целями подготовки специалистов-геологов являются:

– формирование и развитие социально-профессиональной, практико-ориентированной компетентности, позволяющей сочетать академические, социально-личностные, профессиональные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности;

– формирование профессиональных компетенций для работы в области геологии, поиска и разведки полезных ископаемых в соответствии с полученной специализацией.



*Компетентность* – выраженная способность применять свои знания и умения (СТБ ИСО 9000-2006).

*Компетенция* – знания, умения, опыт и личностные качества, необходимые для решения теоретических и практических задач.

Специалист-геолог по окончании высшего учебного заведения должен быть компетентен в следующих видах деятельности: научно-исследовательской; проектно-исследовательской; производственно-технологической; организационно-управленческой; природоохранной; инновационной.

В общем объеме всех видов деятельности, предусмотренных учебным планом специальности на долю практики приходится 1026 часов (на весь период обучения), из них 162 часа – общегеологическая (учебная) практика, предусмотренная для студентов 1 курса [1].

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. 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:

*Маршрут № 1: г. Гомель – Центр исследования, обработки и хранения керн РУП «Белоруснефть» – Речицкий район (скважины действующего нефтедобывающего фонда) – г. Гомель.* В Центре исследования и обработки керн студенты-геологи изучают керновый материал, который отбирается на месторождениях Припятского прогиба. Также наблюдают за исследованиями образцов, которые производятся с целью определения перспективных толщ для последующей нефтедобычи. Посещение скважин действующего нефтедобывающего фонда в Речицком районе дает возможность наблюдать за процессом бурения нефтяных скважин.

*Маршрут № 2: г. Гомель – геологическое обнажение Ляхова гора – г. Гомель.* Во время полевого маршрута студенты изучают геологическое обнажение «Ляхова гора» (рисунок 1), находящееся на правом берегу реки Днепр в Лоевском районе Гомельской области. Здесь зафиксированы важные события конца палеогена и неогена. Итогом является построение геологических разрезов и составление детального описания обнажения.

*Маршрут № 3: г. Гомель – г. Лоев – г. Гомель.* В маршруте № 3 студенты знакомятся с памятником природы республиканского значения «Лоев», он находится в г.п. Лоев, в городском парке, на правом берегу Днепра на 300 м ниже устья р. Сож. Здесь обнажаются озерно-болотные отложения муравинского межстадиала и предыдущего позднего ледниковья, так называемого Лоевского интерстадиала.

*Маршрут № 4: г. Гомель – н/п Руба – г. Гомель.* Изучается карьер «Гралево» (рисунок 2), где ведется добыча доломита, открытым, карьерным способом. Также есть возможность наблюдать на бортах карьера выходы подземных вод. В маршруте изучаются отложения девонского возраста, а также флювиогляциальные отложения сожского возраста и моренные образования поозерского возраста.



Рисунок 1 – Геологическое обнажение Ляхова гора



Рисунок 2 – Карьер «Гралево»

*Маршрут № 5: г. Гомель – н.п. Круговец – г. Гомель.* При посещении студентами-геологами месторождений по добыче кварцевых песков: «Ленино» (выработано) и «Лениндар», расположенные вблизи г.п. Круговец, они изучают распространение четвертичных отложений, залегающих сплошным чехлом на породах палеогеновой и неогеновой систем. К полезному ископаемому на месторождениях отнесены пески группы 016 и крупнее, а вмещающими породами являются, в основном, тонкие и очень тонкие пески, отнесены к подстилающим породам. Детально изучается карьер «Ленино», где есть возможность провести отбор проб и провести зачистку бортов карьера с последующим описанием (рисунок 3).



Рисунок 3 – Карьер «Ленино»



*Маршрут № 6: г. Гомель – н/п Студенец – г. Гомель.* Во время посещения карьера «Студенец» (рисунок 4), расположенного в Кормянском районе Гомельской области, студенты-геологи изучают моренные отложения сожско-днепровского возраста, породы палеоген-неогена и карбонатные породы, в частности – мел коньякского яруса верхнего отдела меловой системы.



Рисунок 4 – Карьер песчано-гравийных смесей «Студенец»

*Маршрут № 7: г. Гомель – н/п Микашевичи – г. Гомель.* Во время посещения карьера «Микашевичи» студенты изучают породы кристаллического фундамента, представленные гранитами, гранодиоритами и прочими образованиями архей-раннепротерозойского возраста.

*Маршрут № 8: г. Гомель – н/п Глушкевичи – г. Гомель.* Во время посещения карьера «Крестьянская Нива» студенты изучают породы кристаллического фундамента, представленные гранитами, мигматитами, гнейсами и прочими образованиями архей-раннепротерозойского возраста. Карьер «Надежда» в настоящее время затоплен, не ведется добыча полезного ископаемого (рисунок 5).



Рисунок 5 – Карьер «Надежда»

Камеральный (заключительный) этап включает составление студентами геологического отчета с необходимым картографическим материалом по маршрутам практики, составление каталога образцов и их геологическое описание.

По итогам общегеологической практики студенты-геологи овладевают рядом компетенций.

*1 Академические компетенции:*

- студенты применяют базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- овладевают системным и сравнительным анализом;
- овладевают исследовательскими навыками;
- умеют работать самостоятельно;
- приобретают навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

*2 Профессиональные компетенции:*

- студенты способны проводить региональные геологические исследования;
- способны выявлять и оценивать минерально-ресурсный потенциал регионов и определять возможности освоения полезных ископаемых;
- выявлять и диагностировать проблемы недропользования и охраны геологической среды;
- проводить геологическое, тектоническое, прогнозно-минералогическое, гидрогеологическое, инженерно-геологическое и эколого-геологическое картографирование;
- анализировать геологическое строение территории и выяснять ее перспективы в отношении залежей месторождений полезных ископаемых на основе использования методов дистанционного зондирования Земли;
- контролировать соблюдение техники безопасности и охраны труда при полевых и камеральных работах;
- участвовать в составлении геологических отчетов и графических приложений к ним (карты, разрезы и т. п.), осуществлять подготовку научных статей.

Таким образом, летняя полевая общегеологическая практика является неотъемлемой частью образовательного процесса, способствует формированию у студентов-геологов комплекса образовательных и профессиональных компетенций. Студенты приобретают умения и навыки самостоятельной работы, навыки, связанные с использованием технических устройств, способности применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач, овладевают исследовательскими навыками.

### **Список использованной литературы**

1 Образовательный стандарт высшего образования. ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПЕРВАЯ СТУПЕНЬ. Специальность 1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. Квалификация Инженер-геолог. ОСВО 1-51 01 01-2013. – Минск: Министерство образования Республики Беларусь, 2013. – 33 с.

*T.A. MELEZH, O.A. BARAVIK*

### ***TRAINING OF THE GEOLOGICAL PRACTICE AS A METHOD OF FORMING PROFESSIONAL COMPETENCE OF A SPECIALIST-GEOLOGIST***

*The paper discusses the importance of the field of the geological (educational) practices, which contributes to the formation of a complex of academic and professional competence of a specialist, the geologist.*

Т.А. МЕЛЕЖ, А.И. ПАВЛОВСКИЙ, К.М. КЛЮЧИНСКАЯ

## КЛАССИФИКАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ХАРАКТЕРУ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С РУСЛОВЫМ ПРОЦЕССОМ

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

*В статье рассмотрена классификация инженерных сооружений и хозяйственных мероприятий по характеру их взаимодействия с русловым процессом. Определено, что в настоящее время речные долины крупных рек подвергаются активному инженерному освоению, что может привести к русловым деформациям, преобразованию пойменных участков. Однако, интенсивные изменения русловых процессов и форм рельефа поймы, связаны с действием естественных руслоформирующих факторов.*

Речные долины крупных равнинных рек подвергаются интенсивному техногенезу, в их пределах сооружаются различные инженерные конструкции (мостовые переходы, автомагистрали, гидросооружения, городские постройки, а также здесь располагаются объекты сельского хозяйства). В пределах больших городов особенно заметно антропогенное воздействие на долины рек.

Долины рек осваиваются с целью расширения площади городов, в случае невозможности застраивать другие территории. Инженерное освоение оказывает неблагоприятное влияние на геологическую среду, на поверхностный сток, на баланс, режим подземных вод, на характер руслового процесса. Возводимые инженерные сооружения в пределах речных долин формируют техноприродные системы «инженерное сооружение – речная долина», приводящие к русловым деформациям, к изменению руслового процесса.

Русловой процесс – совокупность явлений и процессов, происходящих под воздействием комплекса факторов, выражающихся в морфологических изменениях речных русел. Кроме того, в русловом процессе четко выделяются две категории деформации речного русла и поймы – необратимые или однонаправленные (многолетнее развитие реки и ее приспособление изменениям природной среды) и обратимые (переформирование речного русла и поймы, происходящее в результате переотложения наносов в ходе их транспортировки).

Естественный процесс видоизменения русла и поймы под действием текущей воды может осложняться присутствием в реке сооружения. Одновременно и само сооружение может испытывать воздействие как естественного, так и видоизмененного процесса переформирования русла. Все многообразие сооружений и видов проявления руслового процесса создает большое число форм взаимодействия между ними. В каждом конкретном случае прогноз русловых деформаций может быть составлен лишь на основании научной систематизации или классификации указанных форм взаимодействия. Для практических целей более удобно классифицировать не формы взаимодействия, а сооружения, распределив их по соответствующим формам взаимодействия с русловым процессом.

В соответствии со степенью инженерного влияния на определяющие факторы руслового процесса все речные инженерные сооружения и мероприятия, проводимые в их пределах, разделяются на два класса: *активные и пассивные* (рисунок 1).



Рисунок 1 – Классификация речных инженерных сооружений и мероприятий по характеру с русловым процессом

Возведение активных сооружений приводит к изменению определяющих факторов; пассивные сооружения влияния на определяющие факторы не оказывают.

К определяющим факторам относятся жидкий сток, твердый сток и условия, ограничивающие свободное развитие русла.

*Активные сооружения подразделяются на две категории: сооружения первой и второй категории.* Строительство сооружений *первой категории* приводит к однонаправленному необратимому изменению большинства характеристик определяющих факторов (водность, транспорт наносов и ограничивающие условия, например, ограничение поймы коренными берегами при меандрировании, изменчивость гидравлического режима – сказывается на развитии незавершенного меандрирования и пойменной многорукавности, а также прорывы перешейка вышележащей излучины ограничивают свободное развитие излучин) в масштабе всей реки.

Эти изменения могут касаться любого числа определяющих факторов: одного, двух или трех. Поскольку закономерное сочетание определяющих факторов создает конкретный тип руслового процесса, их изменение может привести в первую очередь к смене типа макроформ, к возникновению новых значений характеристик потока и русла. Последнее приводит к изменению русловых образований на других структурных уровнях, т. е. на уровнях мезоформ и микроформ. В силу больших размеров и капитальности этих сооружений указанные изменения русловых форм не оказывают на них заметного влияния.

В состав сооружений первой категории включены: плотины гидроузлов, строительство которых приводит к изменению жидкого и твердого стока и ограничивающих факторов; мостовые переходы, предмостовые дамбы которые перегораживают пойму, стесняют развитие русла и способствуют созданию нового режима движения воды и наносов; мероприятия по существенному отъему жидкого стока из рек и каналов межбассейнового перераспределения воды, вызывающие коренную перестройку режима твердого стока ниже отвода; мероприятия по обводнению рек при использовании их в качестве трактов переброски стока или при сбросе в них воды, подаваемой по каналу; массовые выемки аллювия из русел и пойм рек.

Зона влияния сооружений первой категории сооружений и мероприятий может простирается как на всю длину реки, так и на ее часть, охватывая ряд макроформ или морфологически однородных участков. Однако в том и другом случае возведение сооружений первой категории практически всегда приводит к перестройке русловых форм на всех структурных уровнях.

Поскольку каждый случай рассматриваемого инженерного воздействия в разной степени затрагивает характеристики определяющих факторов, то происходящее при этом изменение русловых форм также будет проявляться по-разному.

В состав сооружений первой категории могут включаться и другие виды инженерного воздействия, сходные с ними по характеру воздействия на русловой процесс.

Возведение сооружений *второй категории* (рисунок 1) приводит к локальному изменению некоторых характеристик определяющих факторов руслового процесса (водность, транспорт наносов и ограничивающие условия). Оно, как правило, не затрагивает коренной перестройки типа русла, а касается лишь развития русловых образований на уровне мезоформ и микроформ. Поэтому устойчивость таких сооружений всегда зависит от естественных изменений русел на уровне макроформ. Влияние на устойчивость сооружений второй категории мезоформ и микроформ будет проявляться в той степени, в какой эти сооружения нарушили режим потока и русла, определяющий параметры указанных русловых образований.

Среди сооружений второй категории можно выделить группу сооружений, возводимых с целью управления русловым или пойменным процессом. Это русловыправительные сооружения (запруды, полужапруды, шпоры, струенаправляющие дамбы, берегозащитные покрытия и т. п.); крупные судоходные прорезы и прорезы-каналы,

спрямляющие излуины русел; дамбы обвалования. Их проектирование должно вестись с учетом следующего принципа инженерного воздействия: проектируемые сооружения должны так воздействовать на определенные морфологические элементы русловых форм, чтобы с их помощью можно было решить наиболее эффективно задачу по управлению русловым процессом на данном участке реки.

Также ко второй категории можно отнести инженерные сооружения близкие по своему воздействию на русловой процесс к руслорегулирующим сооружениям. Так, дорожные насыпи, устраиваемые на пойме вдоль русла реки, оказывают на русло влияние, подобное эффекту одностороннего обвалования; воздействие одиночных подводных карьеров можно сравнить с мероприятиями по устройству дноуглубительных прорезей и спрямлению русла и так далее.

В некоторых случаях строительство таких сооружений, как дамбы обвалования, подводные карьеры и плотинные водозаборы может приводить к заметному изменению определяющих факторов руслового процесса и русловых форм на всех структурных уровнях. Это наблюдается при обваловании нескольких морфологически однородных участков реки, при изъятии из карьеров больших объемов аллювия, значительно превосходящих объемы естественного твердого стока; при многолетней аккумуляции руслоформирующих наносов в водохранилищах водозаборов.

К *пассивным сооружениям* относятся: бесплотинные водозаборы, водосборы, магистральные трубопроводы, линии электропередач, линии связи сооружаемые через реки, малые судоходные прорези и подводные траншеи, сооружение курортно-оздоровительных комплексов, причалы и набережные.

Строительство на реке пассивных сооружений не приводит к изменению определяющих факторов руслового процесса. Конструктивные особенности, размеры, местоположение и продолжительность эксплуатации сооружений таковы, что они не могут изменить на сколько-нибудь заметном протяжении ни гидравлические параметры потока, ни режим транспорта наносов, ни ограничивающие факторы руслового процесса. В некоторых случаях при массовом возведении на реке подобных сооружений их эффект воздействия на определяющие факторы может быть таким же, как у активных сооружений. Например, подобное явление встречается тогда, когда на реке имеется много небольших водозаборов.

Пассивные сооружения подвержены влиянию всех типов русловых форм. Как и в группах активных сооружений, необходимо рассматривать взаимодействие русловых форм и пассивных сооружений дифференцированно, отдельно по каждому виду сооружения.

Переформирование макро- и мезоформ может привести к нарушению устойчивости всех видов пассивных сооружений. Перемещение микроформ может не оказывать влияния на такие сооружения, как опоры линий электропередач, дюкеры (апорный участок трубопровода, прокладываемый под руслом реки), набережные, но оно станет определяющим в процессе занесения малых прорезей, подводных траншей, оголовков рассеивающих выпусков сточных вод и водозаборов.

Следовательно, учет руслового процесса при проектировании пассивных сооружений состоит в определении тех русловых форм, под влияние которых попадает конкретное сооружение, и в определении диапазона этих русловых деформаций. Если сооружение нельзя разместить за пределами обнаруженных границ деформаций, задача его размещения решается одним из следующих способов:

- путем стабилизации русла с помощью руслорегулирующих сооружений второй категории;
- путем отыскания нового, приемлемого по развитию деформаций, участка местоположения сооружения;
- путем разработки принципиально новой конструкции сооружения, позволяющей избежать влияния русловых деформаций.



Классификация инженерных сооружений, возводимых в пределах речных долин, имеет важное значение и рассматривается как одно из средств решения практических задач по учету русловых деформаций. Применение классификации определяет порядок проектирования инженерных сооружений в части учета руслового процесса. В соответствии с этим порядком должны быть определены: класс и группа, к которым относится сооружение; тип руслового процесса; вид русловых форм, взаимодействующих с сооружением, и схема этого взаимодействия; диапазон русловых деформаций в расчетный период эксплуатации сооружения; плановое и высотное расположение сооружения; возможность совмещения проектируемой конструкции сооружения с диапазоном и интенсивностью деформаций русла и поймы; пути разработки новой конструкции сооружения в случае несовместимости его с характером русловых деформаций; схема инженерных мероприятий по регулированию руслового процесса на участке размещения.

Техногенное освоение речных долин оказывает влияние на изменение морфометрических характеристик русла (сокращение ширины и изменение глубины русла, появление «новых» водных объектов в русле реки или на пойме); на смену одного типа русловых процессов другим (свободное меандрирование на ленточно-грядовой); на изменение характеристик стока воды и наносов.

Реки низких порядков более оперативно реагируют на воздействие техногенных факторов, кардинальным образом меняя тип русловых процессов. Высокопорядковые реки реагируют в первую очередь изменением морфометрических характеристик.

Необходимо отметить, что, несмотря на серьезное влияние хозяйственной деятельности человека, на развитие русел и пойм рек, более интенсивные изменения русловых процессов и форм рельефа поймы, связаны с действием естественных руслоформирующих факторов. Техногенез, влияющий на трансформацию русловых процессов, пока не сопоставим с ходом процессов естественного развития рек.

*T.A. MELEZH, A.I. PAVLOVSKY, K.M. KLYUCHINSKAYA*

#### ***CLASSIFICATION OF ENGINEERING STRUCTURES AND ECONOMIC ACTIVITIES ON THE NATURE OF THEIR INTERACTION WITH THE CHANNEL PROCESS***

*The article deals with the classification of engineering construction and economic activities on the nature of their interaction with the channel process. Determined that currently, the river valleys of major rivers subjected to active engineering development, which can lead to channel deformation, transformation of floodplains. However, intense changes of channel processes and landforms of the floodplain associated with the action of natural rockfall factors.*

**УДК 551.4(476.13)**

**К.С. МИЛУШКИН, В.В. АНПИЛОГОВ, А.С. МИЛУШКИНА**

#### **СВОЙСТВА МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИ ОТТАИВАНИИ**

*ФГБОУВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Российская Федерация  
89177735332@bk.ru*

*В статье показано, что для составления проекта строительства и подсчета затрат необходимо знать геологическое строение района изысканий, свойства грунтов, а также учесть все негативные процессы, которые могут возникнуть при инженерном освоении территории.*

В начале 2012 г. ОАО «Корпорация развития» сделала сообщение о том, что рассматривается возможность сооружения железнодорожной ветки к Ванкорскому месторождению вблизи Норильска, а также транспортировки углеводородов в направлении перерабатывающих предприятий и портов Северо-Запада России.

Ванкорское месторождение находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых грунтов. Территория представляет собой плоскую, слаборасчлененную аккумулятивную равнину, сложенную с поверхности мощной толщей рыхлых четвертичных отложений. Здесь выделяются два генетических типа рельефа: абразионно и эрозионно-аккумулятивный. Климат области суровый, заполярный, среднегодовая температура воздуха минус 11,3 °С. В геологическом строении на глубину воздействия инженерных сооружений отмечаются четвертичные отложения. Основные генетические типы грунтов представлены песками пылеватыми, по генезису относящимися к среднеплейстоценовым отложениям салехардской свиты [*m, gm IIsh*] морского и ледниково-морского генезиса, которые с поверхности перекрыты прибрежно-морскими отложениями верхнеплейстоценового возраста [*pm IIIkz*]-песками мелкими, озерно-аллювиальными (супеси) [*la IIIkz*] и аллювиальными отложениями (суглинки и глины) верхнеплейстоценового возраста [*a IIIkr*] (рисунок 1).

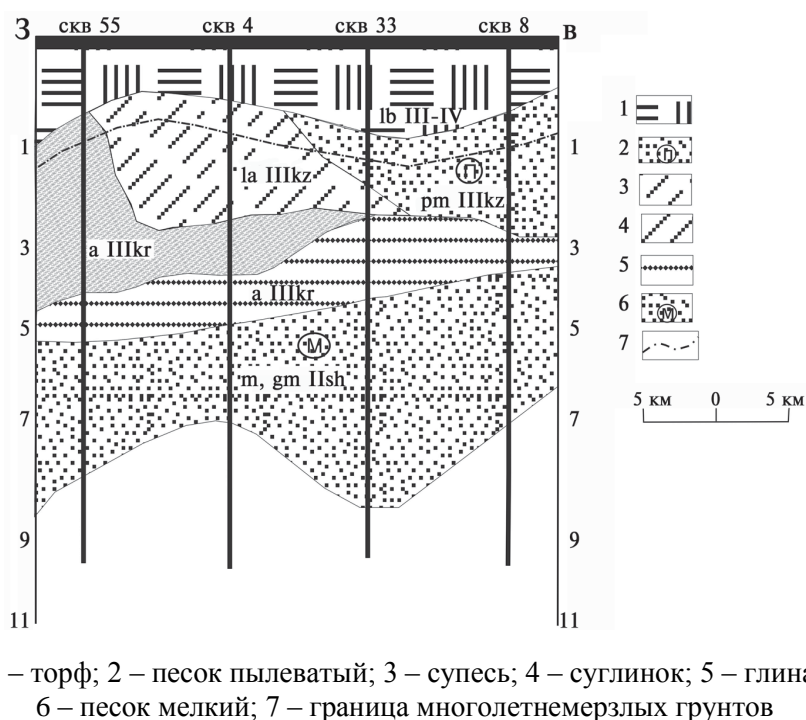


Рисунок 1 – Схема разреза района

Все названия грунтов даны в соответствии с нормативными документами [5]. Грунты всех инженерно-геологических элементов содержат включения гравия и гальки до 5 %. Льдистость исследуемых грунтов изменяется в пределах 0,2–0,6 долей единицы.

При эксплуатации железнодорожных линий, построенных в криолитозоне за последние десятилетия, проявляются многочисленные деформации земляного полотна, связанные с деградацией мерзлоты. Это обуславливает необходимость постоянного исправления пути, вызывает ограничения скоростей движения поездов, значительно увеличивает эксплуатационные расходы. Главная причина деформаций-отепляющее влияние земляного полотна на мерзлые грунты основания, которые при оттаивании теряют свою несущую способность. Данные особенности не всегда в достаточной мере

учитываются при проектировании и строительстве на мерзлоте, что приводит к ошибочным решениям, влекущим за собой серьезные экономические потери. Наиболее распространенные деформации земляного полотна в условиях мерзлоты-осадки насыпей на основаниях, сложенных льдистыми грунтами, которые при оттаивании имеют III и IV категории просадочности [2]. Сооружение насыпи вызывает нарушение естественных условий теплообмена между атмосферой и грунтовым массивом: в зоне сезонного оттаивания-промерзания слой торфа или переувлажненного суглинка заменяется на дренирующий маловлажный грунт; уменьшается испарение и увеличивается, во-первых, инфильтрация атмосферных осадков через оголенные поверхности контура насыпи и, во-вторых, поглощение солнечной радиации поверхностями контура насыпи по сравнению с естественными ландшафтами; ухудшаются условия стока поверхностных вод, что приводит к образованию термокарста [1].

Таким образом, при проектировании земляного полотна на мерзлоте для участков, сложенных в основании грунтами III и IV категории просадочности, необходимо учитывать изменения напряженно-деформированного состояния и теплообмена поверхности. Принимая во внимание сложные инженерно-геокриологические условия Ванкорского поднятия, очень важно определять деформационные свойства грунтов при оттаивании для расчета максимальной осадки и принятия необходимых технических решений в целях безаварийной эксплуатации железнодорожной линии.

Экспериментальные исследования проводили на образцах мерзлых грунтов ненарушенного сложения с природной влажностью и льдистостью. Образцы имели форму цилиндра диаметром 71,4 мм и высотой 35 мм. Их готовили в холодильной камере (температура минус 3 °С) вдавливанием в керны металлических колец при помощи гидравлического пресса. Затем в холодильной камере образец переносили в рабочее кольцо прибора, предварительно охлажденного и выдержанного вместе с образцом в холодильной камере не менее 12 ч. Одометр устанавливали на станину под пресс, потом центрировали. На рычаг прикладывали кратковременную уплотняющую нагрузку, создающую максимальное напряжение. После снятия нагрузки к образцу плавно без ударов прикладывали нагрузку первой ступени нагружения, создающее напряжение, равное давлению на глубине отбора образца: происходило его оттаивание и уплотнение, соответствующее воздействию собственного веса. В основе эксперимента лежала стандартная методика компрессионного сжатия мерзлых грунтов при оттаивании с учетом рекомендаций, разработанных Н.А. Цытовичем и специалистами кафедры геокриологии МГУ им М.В. Ломоносова [3, 8, 10].

Процесс осадки мерзлого грунта при оттаивании исследовали в условиях сжатия без возможности бокового расширения. Для опытов использовали одометры из оргстекла, что обеспечивало тепловую изоляцию образцов по боковой поверхности и позволяло выполнять плоскопараллельное оттаивание. Линейность оттаивания достигалась благодаря относительно стабильным условиям подачи тепла на поверхность грунта. По достижении полного оттаивания наблюдение продолжали до стабилизированного состояния. Затем образец уплотняли ступенчатым нагружением. Приращение давления на последующих ступенях для глинистых грунтов составляло 0,05, для песков – 0,075 МПа. Каждую ступень выдерживали до условной стабилизации деформации (менее 0,01 мм за 12 ч).

По результатам опыта строили зависимости относительной осадки от времени (рисунок 2, а) и стабилизированной от напряжения (рисунок 2, б). По графикам определяли коэффициент оттаивания  $A_{th}$ , равный относительной осадке при оттаивании без нагрузки, и коэффициент сжимаемости  $m$ -отношение приращения относительной осадки к приращению напряжения ( $\Delta\sigma$ ). В ходе экспериментов по изучению деформационных характеристик мерзлых грунтов при оттаивании было выполнено и проанализировано более ста опытов на различных видах грунтов. Продолжительность исследований

составляла от 5–7 (песчаные и супесчаные грунты) до 30 сут (глинистые). Глинистые грунты характеризовались как сильнольдистые ( $i > 0,4$ ). Несмотря на существенные различия физических свойств испытываемых грунтов, характер консолидации при оттаивании сильнольдистых грунтов остается одинаковым: осадка во времени следует за оттаиванием.

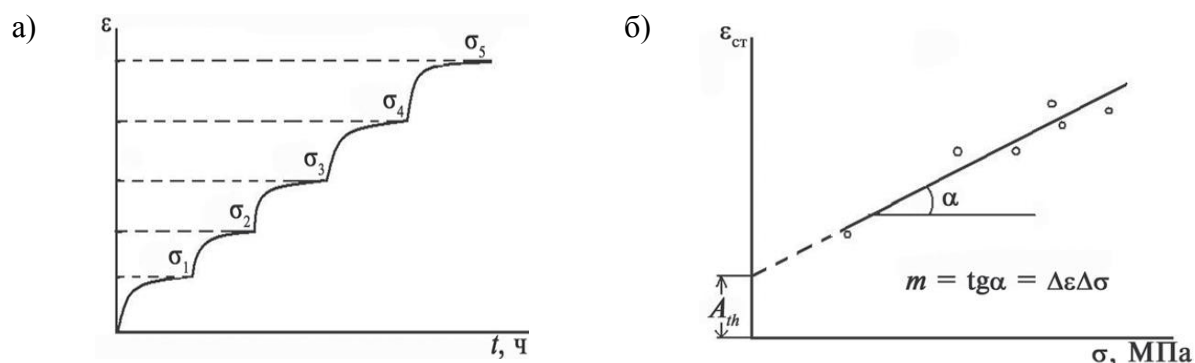
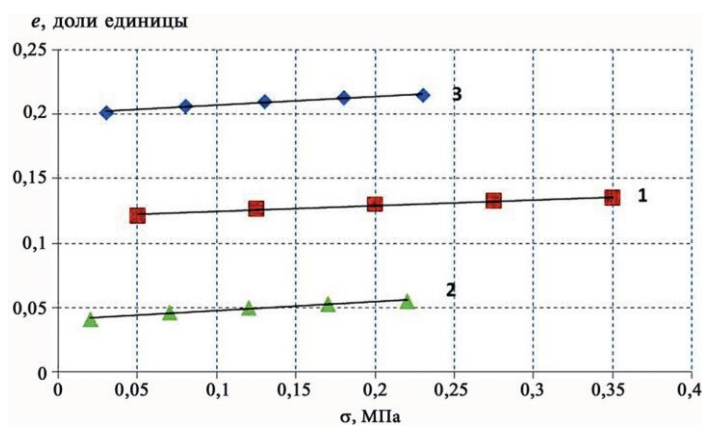


Рисунок 2 – Зависимость развития относительной осадки  $\varepsilon$  от времени (а) при каждой ступени нагружения, стабилизированной  $\varepsilon_{ст}$  от напряжения  $\sigma$  (б)

Для всех грунтов Ванкорского месторождения характерна линейная зависимость условно стабилизированной осадки уплотнения на каждой ступени (рисунок 3), что дает основание рекомендовать для данного месторождения стандартную методику исследований в соответствии с ГОСТ 12248-961\* по определению деформационных характеристик оттаивающих грунтов [10].



1 – песок пылеватый; 2 – супесь текучая; 3 – суглинок текучий

Рисунок 3 – Зависимость относительной осадки в процессе оттаивания от нагрузки

Осадка за период оттаивания для песков пылеватых составляет 70–89 % полной стабилизированной осадки, для супесей 73–98 %, а для суглинков 73–94 %. Это в полной мере согласуется с утверждением, что прогноз протекания осадок во времени при оттаивании дисперсных грунтов должен учитывать возможность неполной консолидации, так как для такого вида грунтов скорость уплотнения под действием собственного веса меньше скорости оттаивания [11]. Анализ результатов экспериментов показал,

что независимо от скорости оттаивания с момента установления стационарного теплого режима в образце графики абсолютной осадки в координатах  $t$  при всех нагрузках для трех видов грунтов спрямляются. К моменту полного оттаивания наблюдается перегиб на графике, который свидетельствует об изменении характера данного процесса. По мере отфильтровывания воды минеральные частицы грунта сближаются, возрастают контактные напряжения, и снижается поровое давление. По достижении равенства порового давления и сопротивления сдвигу связанной воды фильтрационная консолидация, а также разрушение текстуры грунта завершаются [7]. Далее наступает стадия вторичной консолидации за счет переноса связанной воды, и происходит релаксация напряжений в поровой воде и скелете грунта-развиваются деформации ползучести.

Согласно данным исследований одного из авторов статьи М.Н. Царапова (2007 г.), в сильнольдистых грунтах (суглинке и глине) при влажности, близкой или равной влажности полного водонасыщения оттаивающего грунта, прикладываемая нагрузка в оттаявшем слое не полностью воспринимается поровой влагой (для всех опытов коэффициент порового давления  $\beta_w$ -отношение порового давления  $u_w$  к приложенной вертикальной нагрузке  $\sigma$ -меньше единицы), что не противоречит теории фильтрационной консолидации и согласуется с научными представлениями профессоров Н.Н. Маслова и Н.Я. Денисова [6, 9, 11]. Причем с возрастанием нормальной нагрузки как для суглинка, так и для глины характерно уменьшение  $\beta_w$ . По мере оттаивания повышенное поровое давление поддерживается только вблизи границы оттаивания и полностью рассеивается в момент полного оттаивания. Характер распределения порового давления в оттаивающем образце в общем виде представлен на (рисунок 4).

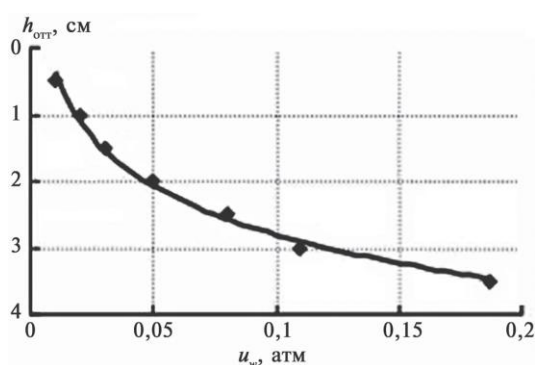


Рисунок 4 – Распределение порового давления по глубине оттаивающего суглинка

Деформационные характеристики основных видов грунтов (песков мелкого и пылеватого, супеси, суглинка и глины), отобранных в районе Ванкорского поднятия приведены в таблице, данные которой рассчитывали в соответствии с ГОСТ 20522-96 [4]. Анализ таблицы показывает, что для каждого вида грунта природного сложения характерен широкий диапазон деформационных характеристик. Это можно объяснить следующим.

При оттаивании мерзлого грунта разрушение текстуры в значительной степени зависит от фильтрационных свойств оттаивающего грунта, которые, в свою очередь, обусловлены текстурой мерзлого грунта. Поэтому деформирование мерзлых грунтов одного и того же литологического состава в значительной степени зависит от типа и вида криогенной текстуры. Если последняя горизонтально-слоистая, деформирование определяется изгибом минеральных прослоек, расположенных между шлирами льда с передачей нагрузки на воду. По мере снижения порового давления (рисунок 4) увеличивается давление на минеральные перемычки, в результате чего текстурные элементы сближаются. Данные минеральные прослойки смыкаются в местах вытаивания ледяных

шлиров. Несколько другой характер носит процесс разрушения мерзлых грунтов сетчатой текстуры. При оттаивании грунтов сетчатой криогенной текстуры возрастает фильтрационная проводимость грунта, способствуя более быстрому разрушению текстуры и сближению ее элементов, что приводит к более высоким деформационным характеристикам по сравнению с грунтами слоистой текстуры. Изучение распределения влажности показали следующее. В песках при оттаивании перераспределение влажности незначительно даже при высокой начальной влажности. В глинистых грунтах изменение физических свойств и возникновение порового давления в приконтактном слое происходит более интенсивно при приближении начального состояния грунта к полному водонасыщению. Это существенно снижает прочность оттаивающего грунта на границе оттаивания. После окончания последнего в переувлажненных грунтах влага фильтруется, агрегаты разуплотняются, размеры пор уменьшаются, увеличивается плотность, поровое давление падает до минимума.

Можно сделать следующие выводы: по стандартной методике экспериментально получены деформационные характеристики основных генетических комплексов мерзлых грунтов Ванкорского поднятия при оттаивании; основная осадка оттаивания в условиях компрессии протекает в период оттаивания; для всех исследованных видов грунтов характерна прямолинейная зависимость осадки уплотнения от ступенчатой нагрузки; для прогноза осадок сильнольдистых грунтов в процессе оттаивания применима теория фильтрационной консолидации; полученные данные можно использовать для прогноза осадок мерзлых грунтов при оттаивании, находящихся во взаимодействии с инженерными сооружениями, возводимыми в данном районе.

### Список использованной литературы

- 1 Ашпиз, Е.С. Проектирование земляного полотна железных дорог в зоне многолетнемерзлых грунтов / Е.С. Ашпиз // Транспортное строительство. – 2012. – № 4. – С. 18–21.
- 2 ВСН 61-89. Изыскания, проектирование и строительство железных дорог в районах вечной мерзлоты // ЦНИИС Минтранстроя СССР. – М. : ЦНИИС, 1990. – 208 с.
- 3 ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М. : Минстрой России, 1997. – 109 с.
- 4 ГОСТ 20522-96. Грунты. Метод статистической обработки результатов определений характеристик. – М. : Госкомитет по делам строительства, 1996. – 13 с.
- 5 ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. – М. : Госкомитет по делам строительства, 1995. – 30 с.
- 6 Денисов, Н.Я. Принцип эффективных напряжений и устойчивость глинистых грунтов / Н.Я. Денисов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1963. – С. 5–8.
- 7 Лабораторные методы исследования мерзлых пород / под ред. Э.Д. Ершова. – М. : Изд-во МГУ. – 1985. – 350 с.
- 8 Маслов, Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии / Н.Н. Маслов. – М. : Высшая школа, 1968. – 629 с.
- 9 Роман, Л.Т. Механика мерзлых грунтов / Л.Т. Роман // М. : МАИК «Наука / Интерпериодика», 2002. – 426 с.
- 10 Царапов, М.Н. Методика определения прочностных характеристик оттаивающих грунтов с учетом порового давления / М.Н. Царапов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2007. – № 4. – С. 16–19.
- 11 Цытович, Н.А. Механика мерзлых грунтов / Н.А. Цытович. – М. : Высшая школа, 1973. – 446с.
- 12 Цытович, Н.А. Исследования консолидации оттаивающих льдонасыщенных грунтов / Н.А. Цытович, В.Г. Григорьева, Ю.К. Зарецкий // НИИ оснований. – М. : Госстройиздат, 1966. – С. 97–141.

## **THE PROPERTY OF FROZEN GROUND WITH THE THAWING**

*This article is shown on the composition of the project of the building and bill of expense must know the geology structure of this county, state of earth, and also consider all negative processes that can stand in this case.*

УДК 551.733.13

Д.В. МИНИЯРОВА

### **ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КВАРЦА ПОЗДНЕОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-ЗИЛАЙРСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА**

*«Башкирский государственный университет», г. Уфа, Республика Башкортостан,  
minidivageo@yandex.ru*

*Проанализированы и изучены типоморфные особенности кварца позднеордовикских отложений Западно-Зилайрской зоны Южного Урала. Установлено, что состав ордовикских образований Западно-Зилайрской зоны представлен преимущественно кварцевыми песчаниками (в северных разрезах) и карбонатными породами с подчиненным количеством доломитистых кварцевых песчаников (в южных разрезах), отложения всех трех разрезов имели источник сноса близкого состава, песчаники претерпели изменения в стадии раннего и позднего катагенеза, обломочный материал, предположительно формировался при разрушении древних гранитоидов и был рециклирован.*

Ордовикский период является рубежным этапом в развитии Урала и прилегающих территорий. В это время произошло заложение и раскрытие Уральского палеоокеана, подчинившим себе осадконакопление и магматизм, формировались проявления фосфоритов и марганца. В связи с этим представляется важным изучение ордовикских отложений на Южном Урале. Помимо этого, значимым является изучение ордовика в связи с разработкой региональной и Международной стратиграфической шкалы. Несмотря на то, что в последнее время достигнуты весомые результаты в стратиграфии ордовикских отложений, многие вопросы литологии и палеогеографии остаются по-прежнему открытыми. К таковым, в частности, относится вопрос об источнике сноса обломочного материала позднеордовикских отложений Западно-Зилайрской зоны.

Район исследований располагается на западном склоне Южного Урала. В административном плане находится на территории Белорецкого и Бурзянского районов республики Башкортостан.

Исследования проводились при прохождении производственных и преддипломной практики в Лаборатории стратиграфии палеозоя Института геологии Уфимского научного центра РАН в период с 2014 года по настоящее время. В основу работы легли описание 3-х разрезов, более 40 шлифов, изученных автором, и 11 определений содержания порообразующих элементов.

Состав ордовикских образований Западно-Зилайрской зоны меняется по простиранию: в северных разрезах они представлены преимущественно кварцевыми песчаниками, в южных доминируют карбонатные породы с подчиненным количеством доломитистых кварцевых песчаников. Мощность ордовикских отложений Западно-Зилайрской зоны также сильно варьирует [4].

В Западно-Зилаирскую зону структурно – формационных зон для ордовикских отложений входят: Юрюзанская структура, Тирлянская структура, так же (тирлянская свита), выделяется Прибельская подзона, которая включает отложения, привязанные к меридиональному и широтному течению р. Белой [1].

Первый разрез расположен в пределах Юрюзанской синклинали структуры. Здесь ордовикские отложения объединены в бактинскую свиту. Она сложена кварцевыми песчаниками с редкими прослоями алевролитов и конгломератов. Мощность ее около 1200 м.

Следующий разрез расположен в нижнем течении реки Яндык. Здесь ордовикские отложения относятся к набиуллинской свите и представлены кварцевыми песчаниками с конгломератами в основании. Изучены они лишь в небольшом выходе с видимой мощностью около 4-х метров.

Третий разрез – это стратотип набиуллинской свиты, расположенный у деревни Набиуллино. Ордовикские отложения здесь представлены кварцевыми, кварц-доломитовыми песчаниками, гравелитами и алевролитами, в том числе с граптолитами. Их мощность 40 метров.

Во всех разрезах песчаники претерпели изменения в стадии катагенеза, проявленные в развитии регенерационного кварцевого цемента, коррозионно-инкорпорационных структур, как между зернами кварца, так и кварца, и доломита. Эти обстоятельства существенно затрудняют изучение структурных особенностей песчаников, позволяющих воссоздать некоторые динамические параметры среды седиментации, но оставляют возможность реконструировать некоторые характеристики источника сноса.

Поскольку метагенетических изменений, приводящих к перестройке кристаллических решеток кварца не произошло, а перераспределение вещества в катагенезе было, по всей видимости, внутрислоевой, для реконструкций может быть применен анализ типоморфных особенностей кварца и анализ литохимических данных [2, 3].

Типоморфные особенности минералов в настоящее время занимают все более важное место в минералого-петрографических исследованиях.

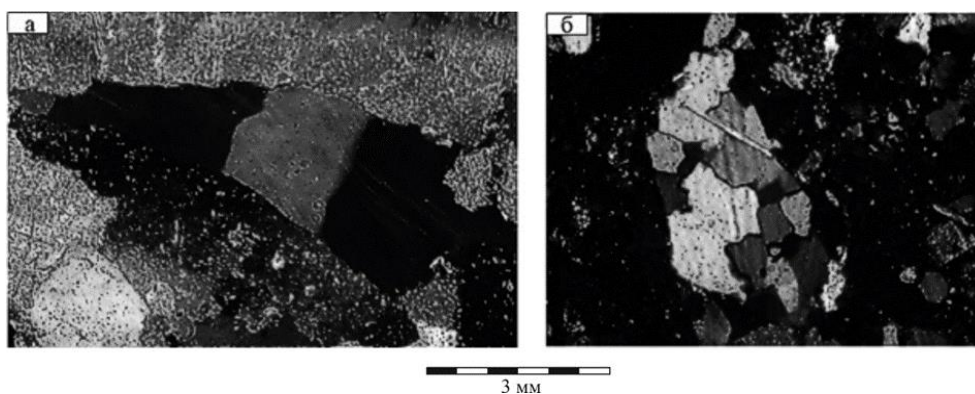
Кварц – это один самых устойчивых к разрушению в осадочном процессе минералов. Он выдерживает неоднократные переотложения и в определенных обстановках становится главным минералом песчаных пород. Несмотря на устойчивость к растворению и разрушению, этот минерал при выветривании содержащих его пород может под действием сильных химических агентов достаточно интенсивно корродироваться и затем частично разрушаться при эродировании кор выветривания и при последующей водной или ветровой транспортировке в СБ. Но, при этом меняется только внешняя форма его зерен и микроструктура поверхностей, но не их внутреннее содержание. Сами же сохранившиеся от разрушения кварцевые частицы на стадиях седиментогенеза и постседиментационнолитогенеза (до начала стадии метагенеза) сохраняют в большинстве свои исходные типоморфные признаки. Учитывая их, с помощью просмотра шлифов в поляризационном микроскопе можно узнать многое о предыстории этого минерала, а так же о названии и составе его материнской породы, и, об одноактности либо многоэтапности переотложения продуктов ее разрушения [5].

При просмотре шлифов, помимо стандартного описания, производились детальные наблюдения и подсчет типоморфных особенностей кварца не менее чем в 100–150 зернах (рисунок 1).

В частности, устанавливалось наличие различных видов волнистого угасания, блочности и поликристалличности. Исследования проводились на образцах двух свит – бактинской ( $O_3bk$ ) и набиуллинской ( $O_{2.3nb1}$ ). Данные отложения являются разновозрастными, но удалены друг от друга на значительное расстояние и относятся к разным геологическим структурам, вещественный состав различен. Набиуллинская свита представлена двумя разрезами – Яндык и у д. Набиуллино, бактинская свита представлена



разрезом руч. Гремячий. С разреза бактинской свиты – 10, разрез Яндык – 7, разрез у д. Набиуллино – 12 образцов.



а – изометрично-полигональная; б – с изрезанными лапчатыми контурами

Рисунок 1 – Микрофотографии поликристаллических зерен кварца (николи скрещенные)

Результаты пересчитывались на 100 % и выносились на треугольную диаграмму с полями, отвечающими кварцу пород различного происхождения (рисунок 2).

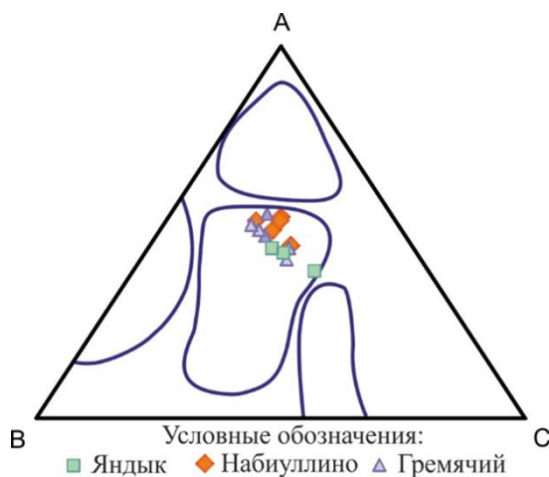


Рисунок 2 – Эталонная диаграмма (составлена по материалам И.М. Симановича, М.Ю. Каца)

Преобладание в изученных песчаниках кварца, наличие лишь в единичных количествах зерен плагиоклазов и микроклина говорит о присутствии в источнике сноса богатых кварцем осадочных образований, тогда как на диаграмме типоморфных особенностей кварца все точки расположились в поле древних гранитоидов, что не соответствует нашим данным и результатам предшественников. В частности, Маслов и Краузе полагают, что источником кластики являлись существенно кварцевые осадочные последовательности Башкирского поднятия (рисунок 3).

Пытаясь разрешить данное противоречие, был проанализирован литохимический состав кварцевых песчаников набиуллинской свиты. Высокое содержание кремнезема, крайне низкая величина гидролизатного модуля, на много ниже, чем в среднем по песчаникам, и даже в кремнистых породах, указывает на высокую зрелость осадочного материала, его рециклизацию. В то же время значения титанового модуля, также находящиеся

на уровне существенно ниже, чем в среднем по обломочным породам указывает на принадлежность изученных песчаников к петрогенным.

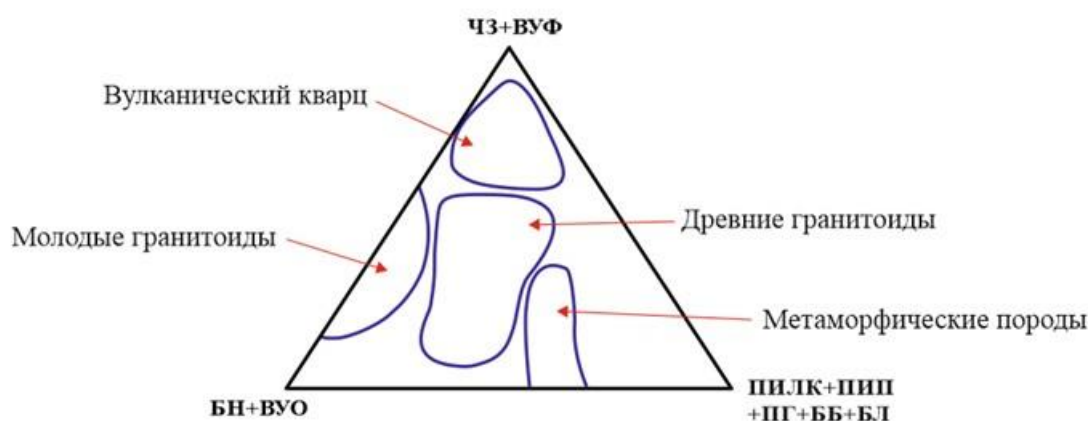


Рисунок 3 –Итоговая диаграмма по расчетам

Иным объяснением может служить крайне низкое содержание в источнике сноса минералов титана. Эти данные подтверждены анализами Шефера. В тяжелой фракции встречены лишь единичные зерна рутила и прочих титановых минералов, тогда как минералы кислых магматических пород присутствуют в больших количествах (рисунок 4).

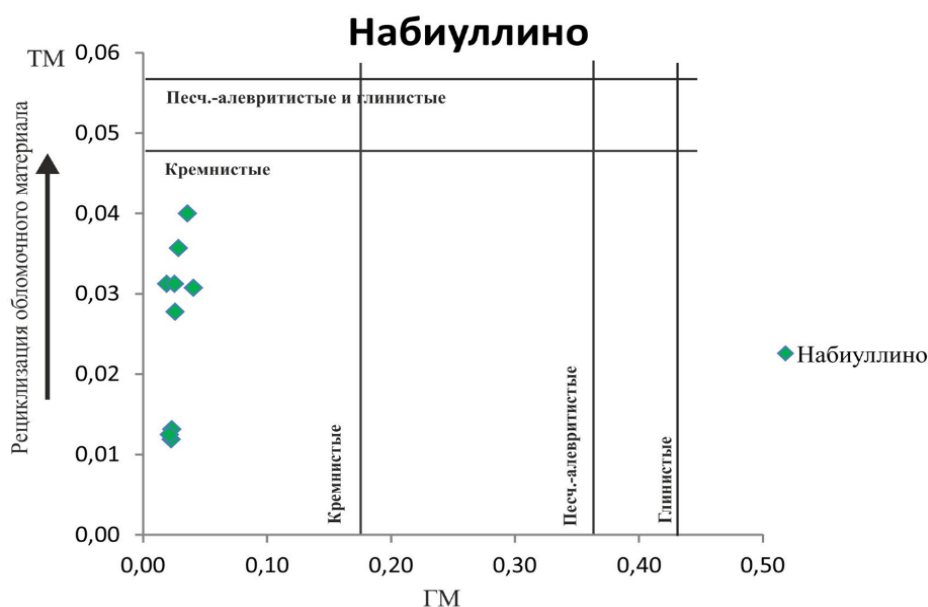


Рисунок 4 – Литохимический состав кварцевых песчаников набиуллинской свиты

Изучение позднеордовикских отложений Западно-Зилаирской зоны Южного Урала и геологического строения данной территории, а также анализ результатов прежних исследователей дает возможность сделать следующие выводы:

- состав ордовикских образований Западно-Зилаирской зоны представлен преимущественно кварцевыми песчаниками (в северных разрезах) и карбонатными породами с подчиненным количеством доломитистых кварцевых песчаников (в южных разрезах);
- отложения всех трех разрезов имели источник сноса близкого состава;
- песчаники претерпели изменения в стадии раннего и позднего катагенеза;

– обломочный материал, предположительно формировался при разрушении древних гранитоидов и был рециклирован. Это возможно лишь в том случае, если при рециклинге кварц не подвергался воздействию условий, отвечающих стадии метазенеза, что и объяснило сохранение в нем типоморфных особенностей исходных гранитоидов.

### Список использованной литературы

- 1 Краузе, С.Н. Ордовик, силур и нижний девон Западного склона Башкирского Урала / С.Н. Краузе. – Уфа : Изд-во БФАН СССР, 1961. – 94 с.
- 2 Кац, М.Я. Кварц кристаллических горных пород / И.М. Кац. – М. : Наука, 1974. – 187 с.
- 3 Симанович, И.М. Типоморфные особенности обломочного кварца и их эволюция в постседиментационных процессах / И.М. Симанович // Тезисы докладов III Совещания по физическим методам исследования осадочных пород. Александров, 1974 г.
- 4 Якупов, Р.Р. Стратотип бактинской свиты ордовика на территории Южно-Уральского заповедника / Р.Р. Якупов // Труды Южно-Уральского государственного природного заповедника вып. 2. – Уфа : Гилем, Башк. Энцикл.– 2014. – С. 176–185.
- 5 Япаскурт, О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного порождения и рудообразования : учеб. пособие / О.В. Япаскурт. – М.: ЭСЛАН, 2008. – 356 с.

D.V. MINYAROVA

### ***TYPOMORPHIC PECULIARITIES OF QUARTZ POZDNYAKOVICH SEDIMENTS OF THE WEST ZILAIR ZONE OF THE SOUTHERN URALS***

*Analyzed and studied the material on the typomorphic characteristics of quartz. It was established that the composition of the Ordovician formations of the Western Zilair zone is represented mainly by quartz sandstones (in northern sections) and carbonate rocks with a subordinate amount of dolomite quartz sandstones (in southern sections), the deposits of all three sections had a source of demolition of a similar composition, the sandstones underwent changes at the early stage and late catagenesis, clastic material, presumably formed when ancient granitoids were destroyed and was recycled.*

УДК 556.343

Д.В. ПУРГИНА

### **ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДОПРИТОКОВ В ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ**

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,  
г. Томск, Россия,  
Purgina\_darya@mail.ru

*Безопасность и эффективность освоения угольных месторождений напрямую зависит от естественных гидрогеологических условий и их изменения под влиянием разработки месторождений различными способами. Многочисленные и разнонаправленные условия обводнения угольных месторождений определяют необходимость выявления и анализа ведущих факторов формирования водопритоков в подземные горны*

выработки. В данной работе выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на формирование водопритока в горные выработки, проведен анализ изменения климатических характеристик временного статистическими методами о случайности и наличии тренда с помощью критерия Питмена и критерия инверсий соответственно.

Уголь – один из важнейших природных ресурсов России. На конец 2016 года, из-за ограничений на добычу в Китае и недостаточного предложения на мировом рынке металлургический уголь подорожал в четыре раза, энергетический – вдвое, рост цен на уголь привел к подъему угольной отрасли [1]. За два года (2015, 2016 гг.) количество смертельно травмированных людей при добыче угля в России выросло вдвое, при этом число аварий осталось неизменным. Основываясь на статистических данных представленных Ростехнадзором и опубликованных в «Российской газете», в 2015 году как минимум один шахтер погибал при добыче 18,6 миллиона тонн угля, а в прошлом году показатель ухудшился – один погибший на 6,88 миллиона тонн (рисунок 1) [2].

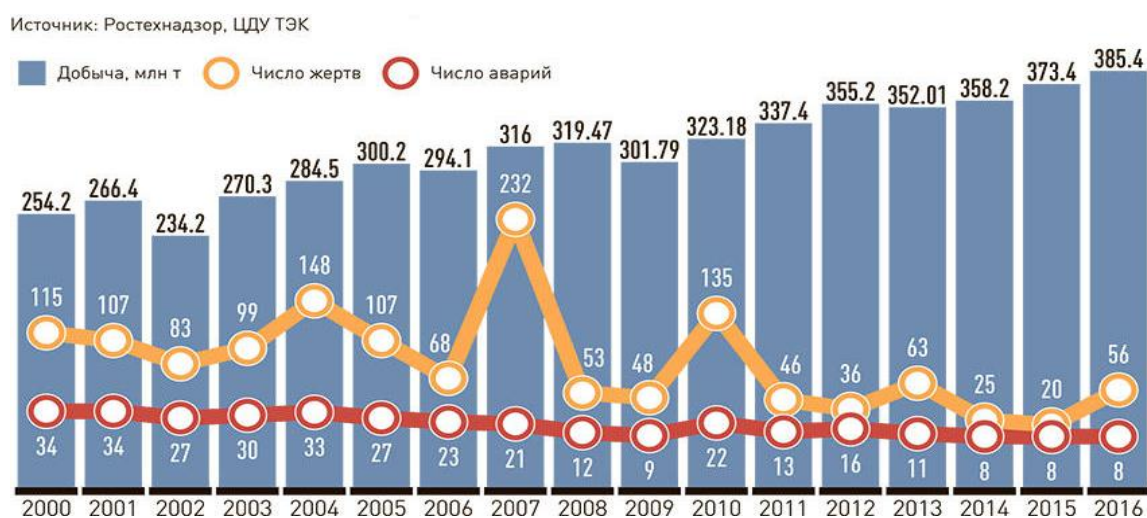


Рисунок 1 – Динамика объемов добычи угля, смертельного травматизма и аварийности на шахтах [2]

Вследствие этого возникает ряд задач по обеспечению безопасного и эффективного освоения угольных месторождений. В свою очередь, безопасность и эффективность освоения угольных месторождений напрямую зависит от принятых мер по предотвращению катастрофического влияния возможного изменения естественных геологических и гидрогеологических условий и их изменения под влиянием разработки месторождений различными способами [3, 4].

Исследуемые участки расположены в Ленинском геолого-экономическом районе Кузбасса. Административно исследуемая площадь входит в Ленинск-Кузнецкий район Кемеровской области, шахты «Алексиевская» и «Рубана» расположены в 12 км юго-восточнее города Ленинск-Кузнецкий и в 30 км северо-восточнее города Белово. Ближайшими к участку населенными пунктами являются село Мохово и село Грамотеино. Шахта «7 Ноября» расположена непосредственно в городе Ленинск-Кузнецкий на расстоянии 6км от «Алексиевской» и 4км от «Рубана» (рисунок 2).

Кузнецкий угольный бассейн характеризуется широким разнообразием физико-географических, геологических и гидрогеологических условий. Данное разнообразие объясняется его уникальным расположением на сочленении двух мегаструктур – Западно-Сибирской плиты и Алтае-Саянской складчатой области [5].



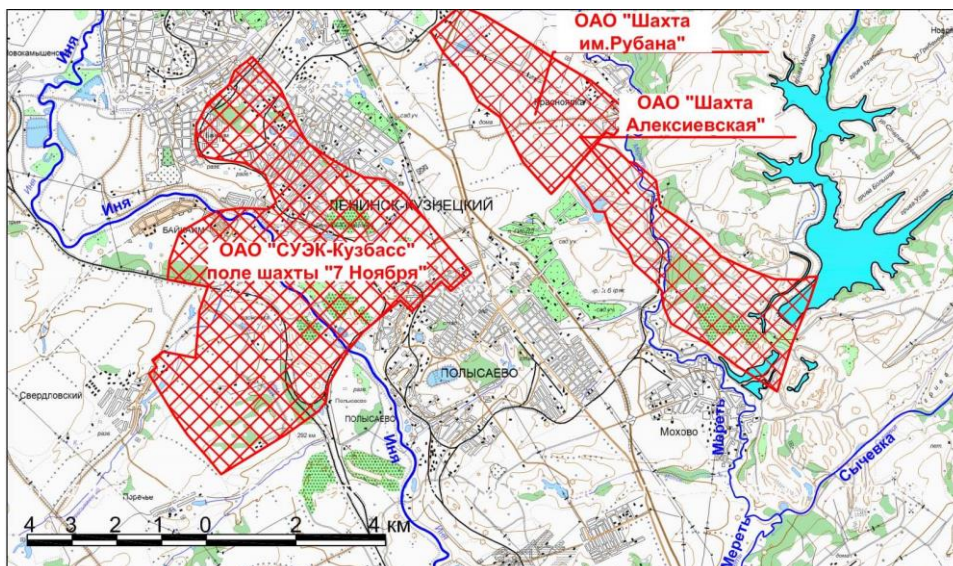


Рисунок 2 – Схема расположения полей исследуемых субъектов

Условия обводненности горных выработок, независимо от способа разработки полезного ископаемого, зависят от целого ряда факторов (рисунок 3) [6, 7].



Рисунок 3 – Блок диаграмма факторов формирования водопритоков в подземные горные выработки

В ходе исследования авторы акцентируют внимание именно на природных факторах, понимая при этом, что степень влияния каждого фактора при ведении горных работ различна для каждого конкретного месторождения и измеряется совокупными обстоятельствами их проявления.

Климатические условия относятся к группе основных быстроизменяющихся факторов, определяющих гидродинамический и гидрологический режим поверхностных и подземных вод. Значительную роль в изменении питания подземных вод играют в первую очередь жидкие атмосферные осадки. В условиях резко континентального климата важно учитывать наличие переходных сезонов года (весна, осень), когда весной происходит интенсивное таяние твердых осадков, накопленных в зимний период [8].

К геоморфологическим факторам, оказывающим влияние на водоприток, принадлежат рельеф с гидрографической сетью местности и расположение отрабатываемых горных выработок относительно базиса эрозии [9, 10, 11]. Форма рельефа на месторождении полезных ископаемых значительно влияет на степень обводненности месторождения, формируя как условия поверхностного стока, так и область питания подземных вод [12, 13]. Исследуемая территория располагается в бассейне реки Иня, изменение режима которой также изучалось статистическими методами.

К геологическим и гидрогеологическим факторам следует относить литологический состав пород, их фильтрационные особенности, такие как трещиноватость и карстованность, форму залегания горных пород, степень обводненности пород и тектонические особенности строения горного массива [14]. Наибольшей обводненностью, в Кузбассе, отличаются зоны, горные породы которых представлены песчаниками, а также по простиранию осей синклиналиальных складок.

Из выше перечисленных факторов, наибольшее влияние на формирование и инверсию водопритоков, в центральной части Кузнецкого бассейна, оказывают климатические изменения, особенно в тех случаях, когда инфильтрация атмосферных осадков является основным, а иногда и единственным источником водопритока в горные выработки. При этом величина водопритоков в течение года изменяется в соответствии с величиной атмосферных осадков и имеет два хорошо выраженных пика приходящихся на весенний период половодья и осенний паводковый (рисунок 4).

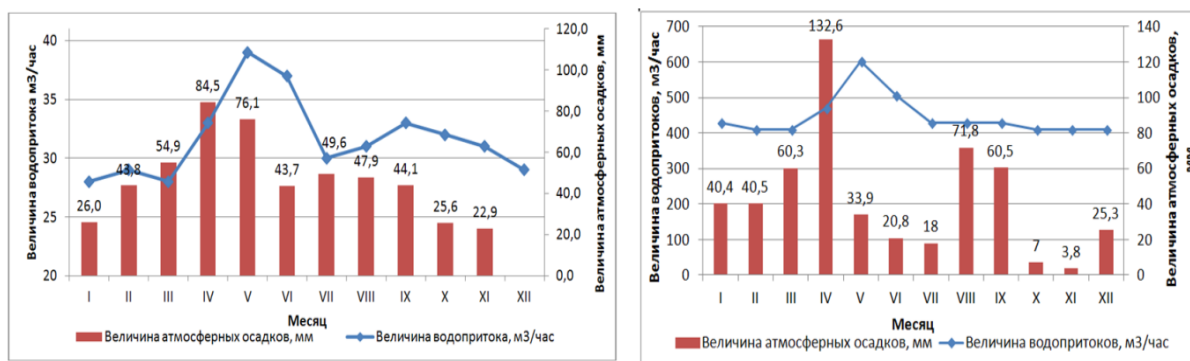


Рисунок 4 – Зависимость водопритоков от величины атмосферных осадков на участке карьера «Суворовский» на 2006 год (справа) и на шахте «7 Ноябрь» на 2010 (слева)

Первый пик характеризует инфильтрацию талых вод, в это время величина атмосферных осадков играет основную роль в формировании водопритоков в горные выработки. При исследовании влияния атмосферных осадков на подземные горные выработки было замечено, что с увеличением глубины отработки полезного ископаемого, время запаздывания максимума водопритока увеличивается. Оценка обводнения горных пород в результате увеличения инфильтрационного питания немало определяется конкретными условиями месторождения, ровно, как и способами разработки полезного ископаемого. Все угольные шахты Кузбасса ведут добычу с обрушением вмещающих пород кровли, что может создавать крупные зоны сдвижения и формировать системы открытых трещин, которые связывают горную выработку с поверхностью.

Для прогноза изменения величины водопритоков в горные выработки изучен временной ряд климатических показателей в период с 1955 по 2015 годы (рисунок 5).

При исследовании величин изменения температуры воздуха в Кемерово за последние 60 лет получены следующие результаты (рисунок 5). В среднем температура воздуха за период с 1955 по 2015 года увеличилась на 1,7 °С. Если в период с 1955

по 1985 года среднегодовая температура составляла 0–0,5 °С, то последние десятилетия превышает 1,5 °С.

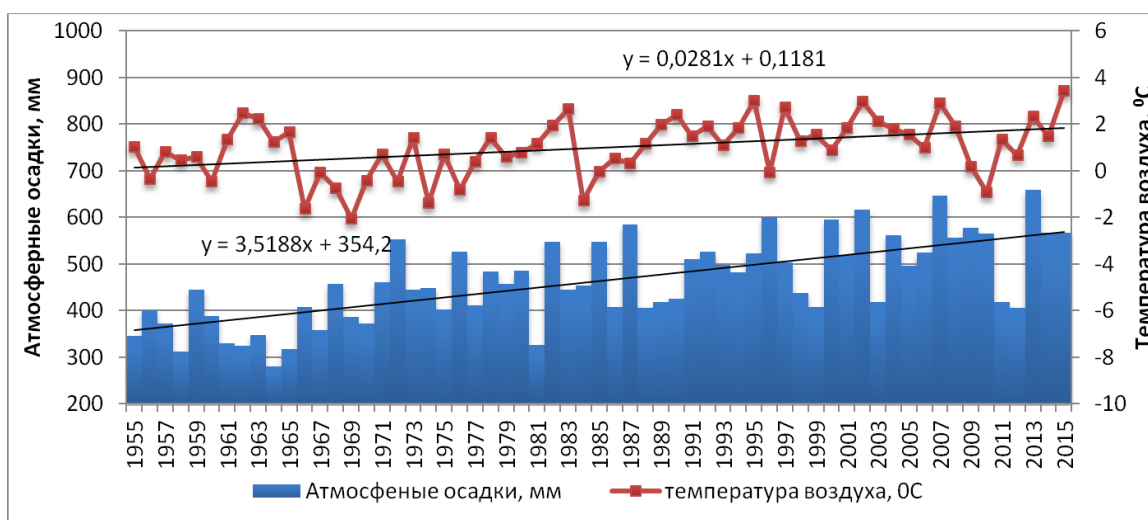


Рисунок 5 – Временной ход среднегодовой суммы атмосферных осадков и температуры воздуха с линейными трендами за период с 1955 по 2015 гг. в г. Кемерово

Выявленную тенденцию потепления можно связать как с локальными причинами, обусловленными развитием инфраструктуры населенных пунктов, так и объяснить долговременными процессами естественного изменения климата.

При исследовании величин изменения суммы атмосферных осадков за период с 1955 по 2015 гг. для Кемерово получены следующие результаты (рисунок 5). Наблюдается тренд на увеличение величины атмосферных осадков на 200 мм за последние 60 лет. Важно акцентировать, что это увеличение составляет порядка 1/3 от первоначального значения, причем увеличение атмосферных осадков характерно именно в зимний период.

При анализе элементов климата был использован вышеописанный статистический анализ о случайности и наличии тренда с помощью критерия Питмена и критерия инверсий соответственно.

Тенденция, направленная на увеличение, наблюдается с сентября по апрель, и на уменьшение в августе, статистически значимое увеличение наблюдается в зимний период с октября по март, следовательно, увеличиваются объемы воды в твердых осадках, которые при таянии провоцируют дополнительное питание подземных вод (рисунок 6).

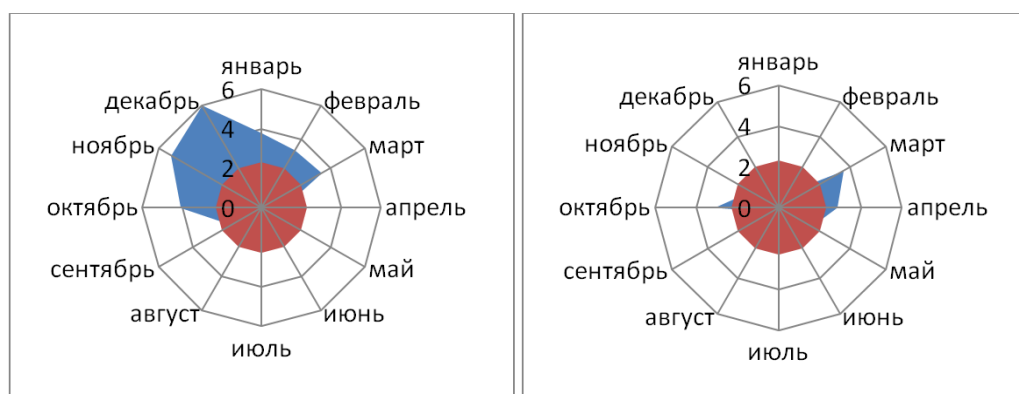


Рисунок 6 – Проверка однородности выборки по месяцам с 1955 по 2015 гг.: справа – величина атмосферных осадков, слева – температура воздуха

Полученные результаты необходимо использовать для уточнения количественной оценки водопритоков в подземные горные выработки, а также граничных условий при решении нестационарных прогнозных задач изучения изменений гидрогеологических условий методами численного моделирования под влиянием отработки месторождений твердых полезных ископаемых и при подсчетах запасов подземных вод.

Атмосферные осадки оказывают непосредственное влияние на условия формирования поверхностного стока (рисунок 7), который формирует дополнительное питание подземных вод, что наиболее сильно проявляет себя в меженный период.

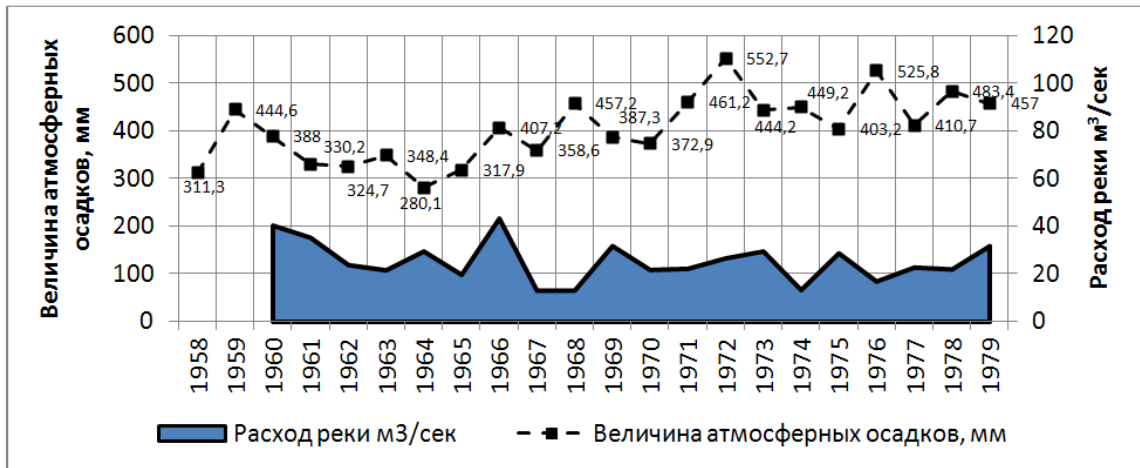


Рисунок 7 – Изменение среднегодовой величины атмосферных осадков и расхода реки Инья

Угольные месторождения, расположенные в непосредственной близости от поверхностных водоемов, отличаются высокой водообильностью горных пород вследствие чего идет формирование дополнительных водопритоков. Для прогноза изменения величины водопритоков в горные выработки, по аналогии с величиной атмосферных осадков изучен временной ряд изменения расходов в реке Инья в период с 1942 по 2000 года (рисунок 8).

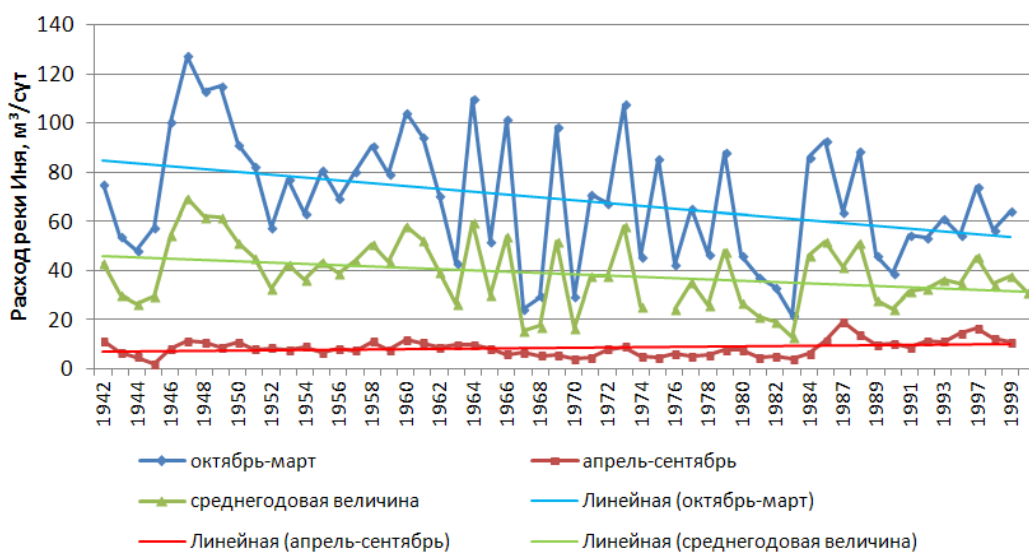


Рисунок 8 – Среднегодовое изменение расхода реки Инья в период с 1942 по 2000 гг.



При исследовании величин изменения расхода реки Иня в городе Ленинск-Кузнецкий в период с 1942 по 2000 гг. получены следующие результаты (рисунок 8). В среднем расход реки уменьшился на  $15 \text{ м}^3/\text{сут}$ , при этом, важно отметить, в зимний период с октября по март среднегодовая величина расхода растет (увеличение на  $5 \text{ м}^3/\text{сут}$ ), а в летний период наоборот среднегодовой расход, за 50 лет уменьшился на  $19 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

При сопоставлении полученных данных о расходе в реке Иня с величиной атмосферных осадков, логично предположить, что на увеличение расхода потока реки в зимний период влияет увеличение атмосферных осадков в то же время, падение же расхода возникает вследствие осушения водоносных зон при ведении горных работ.

Для подтверждения закономерного изменения поверхностного стока в бассейне реки Иня, проведен статистический анализ величины изменения ежемесячных расходов в реке Иня (рисунок 9).

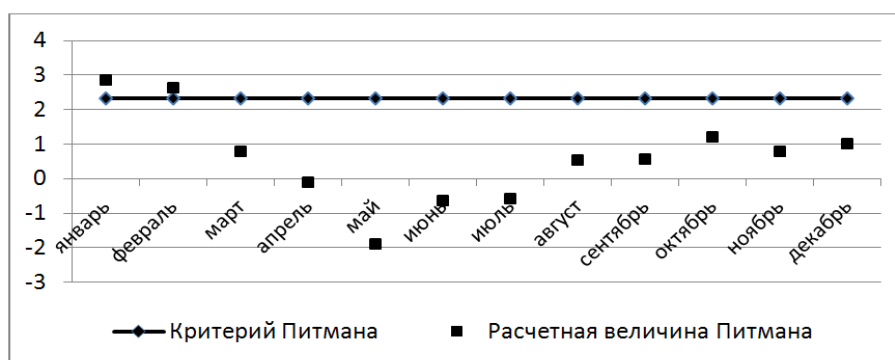


Рисунок 9 – Проверка однородности выборки по месяцам расхода реки Иня с 1942 по 2000 гг.

Тенденция, направленная на увеличение, наблюдается с октября по март, и на уменьшение с апреля по сентябрь, статистически значимое увеличение наблюдается в зимние месяцы января и февраля (рисунок 9).

Таким образом, на величину водопритоков в шахту оказывают влияние четыре природных фактора, и ряд антропогенных, в конечном счете, суть которых сводится к изменению естественных факторов.

### Список использованной литературы

- 1 Coalnews – Уголь Кузбасса/новостной интернет портал [Электронный ресурс]. – <http://coalnews.ucoz.ru>.
- 2 Российская газета – Федеральный выпуск №7208 (42). Текст: Александра Воздвиженская [Электронный ресурс]. <https://rg.ru/2017/02/28/smertnost-na-ugolnyh-shahtah-v-rossii-vygosla-vdvoe.html>.
- 3 Троянский, С.В. Гидрогеология и осушение месторождений полезных ископаемых / С.В. Троянский, А.С. Белицкий, А.И. Чекин. – М. : Углетехиздат, 1956. – 302 с.
- 4 Каменский, Г.Н. Гидрогеология месторождений полезных ископаемых / Г.Н. Каменский, П.П. Климентов, А.М. Авчинников. – М. : Госгеолгиздат, 1953. – 356 с.
- 5 Рогов, Г.М. Гидрогеология и катагенез пород Кузбасса / Г.М. Рогов, В.К. Попов – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1985. – 11,1 л.
- 6 Zhang, R., Z.Q. Jiang, H.Y. Zhou, C.W. Yang and S.J. Xiao. (2014), 'Groundwater Outbursts from Faults above a Confined Aquifer in the Coal Mining', Natural Hazards Vol. 71, No. 3, pp. 1861–1872.

7 Ding, Q.L., F. Ju, S. B. Song, B.Y. Yu and D. Ma. (2016), 'An Experimental Study of Fractured Sandstone Permeability after High-Temperature Treatment under Different Confining Pressures', *Journal of Natural Gas Science and Engineering* Vol. 34, pp. 55–63.

8 Савичев, О.Г. Гидрогеология, метеорология и климатология: гидрологические расчеты: учебное пособие / О.Г. Савичев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 224 с.

9 Li, S. C., F. Xu, Q.Q. Zhang, L.P. Li, W.M. Wang and H.L. Liu. (2016), 'Analysis and Construction Techniques for a Water Seal for Underground Mines Subjected to Water Inrush', *Mine Water and the Environment* Vol. 35, No. 2, pp. 168–179.

10 Wang, J.A., J. Tang and S.H. Jiao. (2015), 'Seepage Prevention of Mining-Disturbed Riverbed', *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* Vol. 75, pp. 1–14.

11 Wu, J.S., S.D. Xu, R. Zhou and Y.P. Qin. (2016), 'Scenario Analysis of Mine Water Inrush Hazard Using Bayesian Networks', *Safety Science* Vol. 89, pp. 231–239.

12 Христофоров, А.В. Надежность расчетов речного стока / А.В. Христофоров. – М.: Издво МГУ, 1993. – 168 с.

13 Rapp J., Sch`nwiese Ch.D. Atlas der Niederschlags und Tempera turtrends in Deutschland 1891–1990 // *Frankfurter Geowis senschaftliche Arbeiten: Serie B Meteorologie und Geophysik*. – Frankfurt am Main: Universit@t Frankfurt, 1996. – Bd. 5. – 255 s.

14 Василенко, Н.Г. Водно-балансовые расчеты при оценке водопритока в действующие карьеры (на примере карьеров Костомукшского гока) / Н.Г. Василенко, С.А. Журавин, М.Л. Марков // *Инженерные изыскания*. – 2016. – № 2. – С. 30–37.

D.V. PURGINA

### **THE FACTORS OF FORMATION OF WATER INFLOW TO MINE**

*Geological conditions and their changes under the influence of mining deposits in various ways. Numerous and multidirectional conditions for watering coal deposits determine the need to identify and analyze the leading factors in the formation of water inflows into underground mining mines. In this paper, the factors that have the greatest impact on the formation of water inflow into the mine workings have been identified, the analysis of the change in climatic characteristics by temporary statistical methods on randomness and the presence of a trend using the Pitmen criterion and the inversion criterion, respectively.*

**УДК: 556.3.06:556.5.04:551.4.036(476.2)**

В.С. РУДЬКО

### **ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА АРТЕЗИАНСКИХ ВОД ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
vyacheslavrudko@yandex.by*

*В работе рассматривается режим подземных вод зоны активного водообмена, формирующийся под влиянием уровня режима поверхностных водотоков. Были построены графики совместного хода уровней, по которым определялись характеристики гидродинамической взаимосвязи поверхностных водотоков с подземными водами.*

**Введение.** Изучение режима подземных вод является одной из основных проблем, решаемых региональной гидрогеологией [1]. Режим подземных вод представляет собой ценнейший материал комплексной информации о состоянии водоносного горизонта, показывающий влияние как техногенных, так и природных факторов. Изучению режима подземных вод посвящено множество работ как отечественных, так и зарубежных авторов. В то же время в них недостаточное внимание уделяется гидрологическим условиям, что существенно снижает достоинство этих работ. [1, 6, 7, 8]

При формулировании задачи исследований и выполнении работы отправной точкой было использование данных о гидрологическом режиме рек (сезонность изменения уровней и расходов) и исторически известной (по практике выполнения режимных наблюдений) общности тенденций изменений статических уровней подземных вод в гидрогеологических скважинах и уровней поверхностных вод. Русло реки здесь рассматривается как емкость для воды, имеющая пьезометрическую (гидродинамическую) связь с подземными водами в любой сезон года, и являющаяся интегрированным отображением всего комплекса природно-климатических факторов, связанных с выпадением и перераспределением атмосферной влаги в условиях почвенно-растительного разнообразия поверхности земли рассматриваемой территории [2]. Распространение возмущений от изменения уровней воды водотоков передается подземным водам пьезометрически.

**Цель исследования.** Изучить взаимодействие гидродинамических режимов поверхностных и подземных вод для решения проблем региональной гидрогеологии; указать на приоритетное влияние режима поверхностных водотоков на уровенный режим подземных вод.

**Материал и методы исследования.** В качестве объектов для анализа взаимосвязи режимов поверхностных и напорных подземных вод зоны активного водообмена (рисунок 1) были выбраны скважины различных гидрогеологических подразделений центральной и краевой частей Припятского артезианского бассейна (рисунок 2), в уровенном режиме которых естественная составляющая доминирует над техногенной.

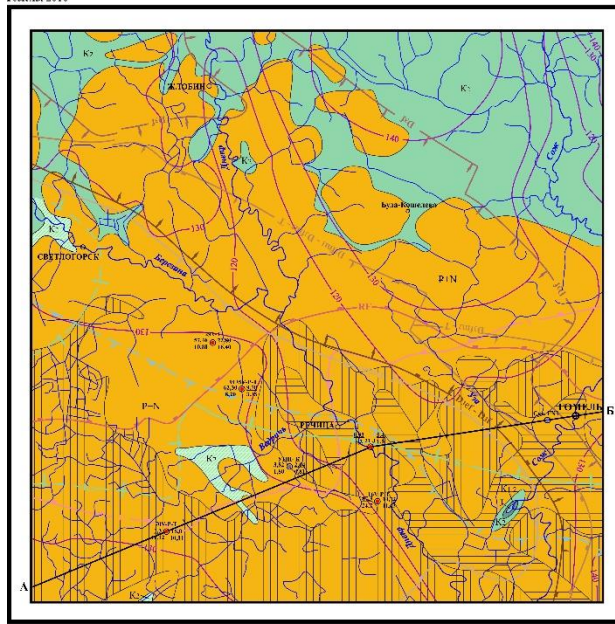


Рисунок 1 – Карта мощности зоны интенсивного водообмена изучаемого района

Для анализа уровенного режима привлечены данные по наблюдениям за уровнями рек по гидрологическим постам, ближайшим к выбранным скважинам.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ  
масштаба 1:500 000**

Гомель, 2016



1:500 000  
В 1 сантиметре - 5 километров  
0 2,5 5 10 15 20 25 км

**Условные обозначения:**

**Водоносные горизонты и комплексы (первые от поверхности земли):**

- P+N - водоносный комплекс с проницаемыми известняками
- K<sub>2</sub> - известняки с карбонатными породами
- K<sub>1</sub> - известняки с карбонатными породами

**Неводоносные горизонты и комплексы, залегающие ниже первых от поверхности:**

- K<sub>3</sub> - известняки с карбонатными породами
- I - известняки с карбонатными породами
- T - известняки с карбонатными породами
- P - известняки с карбонатными породами

**Границы распространения водонасыщенных горизонтов и комплексов:**

- Граница распространения водоносного комплекса (по известности, в пределах)
- Граница распространения водоносного комплекса (по известности, в пределах)
- Граница распространения водоносного комплекса (по известности, в пределах)

**Показатели водоносности:**

**Водоносность (литры секунды на квадратный метр, л/сек/м²):**

- > 100
- 100-50
- < 50

**Наземные пункты:**

- населенный пункт
- районный центр
- районный центр

**Гидроузлы:**

- устье

**Оформление водозащиты:**

- граница распространения водоносного комплекса (по известности, в пределах)
- граница распространения водоносного комплекса (по известности, в пределах)
- граница распространения водоносного комплекса (по известности, в пределах)

**Гидрогеологический разрез по линии А-Б**

Масштаб вертикальный: 1:5 000

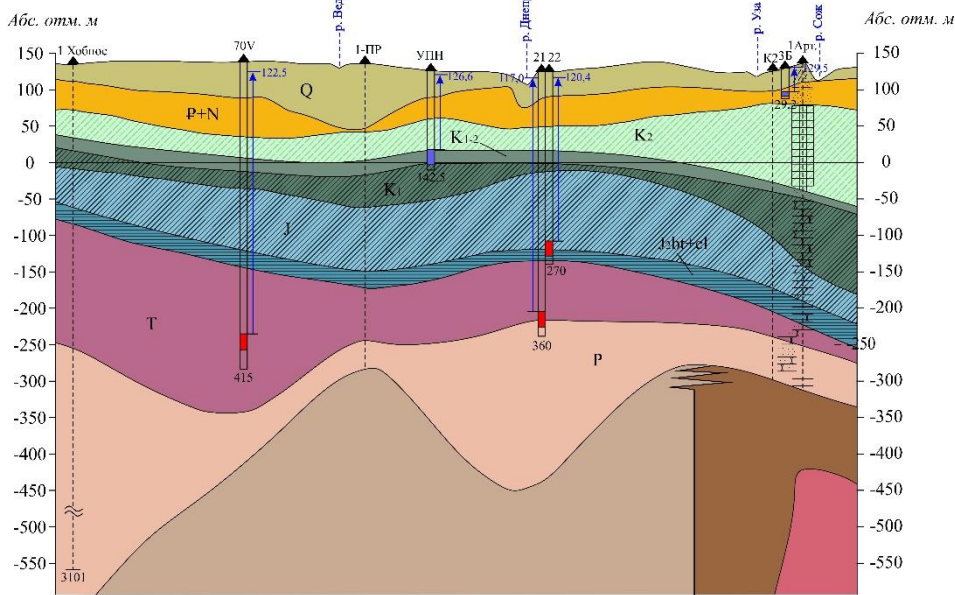


Рисунок 2 – Гидрогеологическая карта и гидрогеологический разрез района исследования

После того как был проведен общий анализ данных об уровне режиме подземных вод и отобраны наиболее презентативные материалы, удалось проследить наличие гидравлической взаимосвязи поверхностных и подземных вод, проявленной контрастно. Для этой цели были построены совмещенные графики хода уровней подземных и поверхностных вод, по которым отбирались скважины, где достаточно четко определялись экстремальные значения.



Для проведения исследования необходимо провести ряд наблюдений (с частотой не менее 1–2 замеров в месяц) за уровнем режимом подземных вод. В виду того, что скорость развития гидрологической ситуации наиболее динамична по сравнению с гидрогеологической, то для качественной оценки влияния поверхностных вод на режим подземных вод достаточно данное число натуральных измерений.

В работе использован метод количественной оценки выявленных зависимостей с использованием корреляционных характеристик, а также прогностический метод для оценки наиболее вероятного положения уровня подземных вод в годовом разрезе.

**Результаты исследования.** Из большого числа имеющейся информации об уровнях подземных вод в скважинах Республиканского унитарного предприятия «производственное объединение «Белоруснефть» и Гомельского химического завода выбраны те скважины, в которых имеется ряд режимных наблюдений продолжительностью не менее года и влияние техногенных факторов на положение уровня подземных вод минимально (с учётом амплитуды годовых колебаний уровня) или вообще отсутствует.

Район исследования характеризуется достаточной сетью скважин, разнесенных по площади, находящихся в различных геоморфологических и геолого-гидрогеологических условиях. Этот факт определил обзорность (региональность) исследования с охватом значительной по мощности верхней части разреза осадочной толщи (зоны активного водообмена) [3].

Исходя из теории Б. Паскаля о том, что давление, производимое на жидкость, передается в любую ее точку одинаково по всем направлениям [4], а так же по анализу графиков хода уровней подземных вод, полученным по натурным наблюдениям, можно смело утверждать, что гидрологические объекты являются не второстепенными, а первоочередными факторами, которые влияют на уровень режим подземных вод, так как колебательные движения, вызванные повышением уровня поверхностных вод, серьезно оказывают воздействие на уровень режим подземных вод.

Согласно общеизвестной теории, затухание колебаний не может распространяться сколь угодно далеко. В реальных условиях через некоторое расстояние колебания уменьшаются, в амплитуде и вовсе прекращаются (рисунок 3).

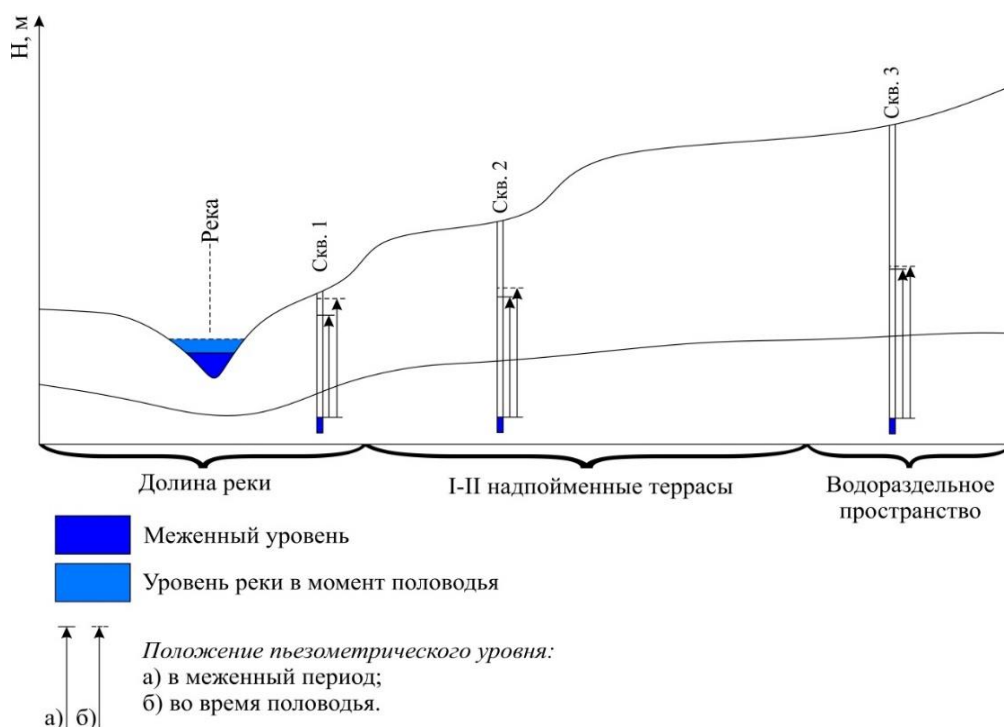


Рисунок 3 – Схема передачи напора от поверхностных вод – артезианским водам

К снижению амплитуды колебаний с последующим их прекращением приводит действие внешних факторов (литологическая неоднородность, силы трения и вязкости). То есть, скорость распространения возмущения, пространство распространения возмущения и интенсивность затухания амплитуды возмущения зависят от гидравлического сопротивления среды, через которую это возмущение передаётся. Отсюда следует, что фильтрационные свойства горных пород, через которые распространяется возмущение уровня, имеют первостепенное значение в этом процессе [5].

В зимний период инертность системы поверхностных водотоков проявлена ещё более значительно, чем в летний период. Вместе с тем плавность развития гидрологической ситуации хорошо коррелируется с активностью протекания динамических процессов в водоносных подразделениях зоны интенсивного водообмена, даже в тех случаях, когда происходит смена направленности процессов питания-разгрузки (активности разгрузки) водоносных горизонтов.

**Характеристика взаимосвязи артезианских вод ниже-среднечетвертичного горизонта.** В качестве объекта для исследования и анализа по данному водоносному горизонту были выбраны скважины сети локального мониторинга Гомельского химического завода. Скважины располагаются на стыке Воронежского гидрогеологического массива с краевой зоной Припятского артезианского бассейна. Ближайшими к скважинам действующими гидрологическими постами являются: «Уза – д. Прибор (4,8 км) и «Сож – г. Гомель» (12,5 км).

Рассмотрим влияние режима поверхностных водотоков на примере скважины 5а, представленной на рисунке 4. На представленном графике видна хорошая сходимость кривых хода уровней подземных и поверхностных вод.

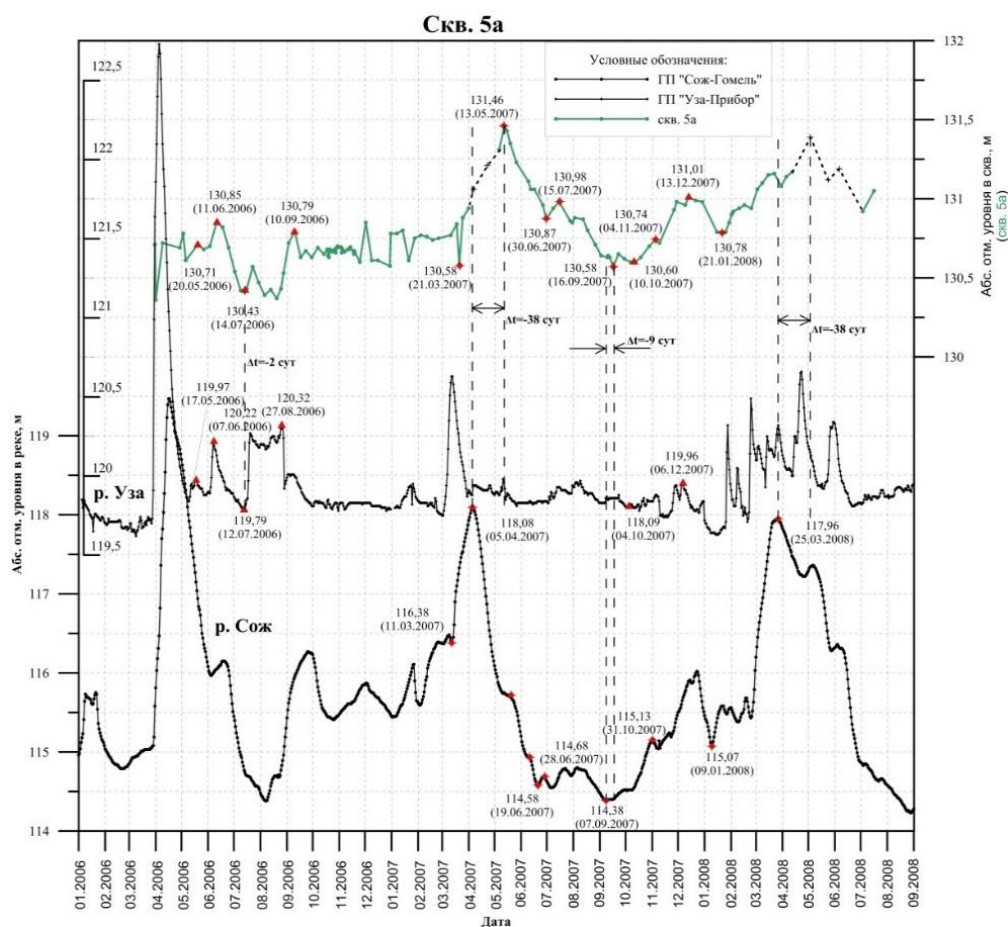


Рисунок 4 – Совмещенный график хода уровней подземных вод скв. 5а и поверхностных водотоков

Проведя качественную и количественную оценку графика, изображенного на рисунке 4 необходимо отметить, что симметричность колебания подземных вод относительно поверхностных является достаточно хорошей. По пикам половодий и межени можно четко определять количественные характеристики по р. Сож, р. Уза оказывает лишь косвенное влияние, осложняя ход уровней в скважине в промежутках между половодьем и меженью.

Синхронность колебания уровней по р. Сож оценивается как четкая для меженных периодов, где добегание волны возмущения составляет от 2 до 9 суток. Менее синхронно скважина работает в периоды половодий, когда запаздывание волны достигает 38 суток, что, возможно, объясняется более растянутым процессом передачи давления, чем при меженном периоде, когда давление стремится к минимальным показателям.

Начало весеннего подъема уровней в скважине приходится на момент достаточно прямолинейного увеличения уровней подземных вод, который приходится на 21.03.2007 с отметкой 130,58 м и достигает максимума 13.05.2007 с отметкой 131,46 м. Продолжительность периода весеннего подъема уровней составляет 52 сут. Скорость подъема – 0,017 м/сут. Аналогичный период на реке Сож имеет продолжительность 24 сут, со скоростью подъема – 0,070 м/сут.

Спад уровней начинается с момента перегиба кривой хода уровней пика половодья 13.05.2007 с отметкой 131,46 м и достигает минимума в меженный период 16.09.2007 с отметкой 130,58 м. Продолжительность спада составляет 127 сут, со скоростью 0,007 м/сут. На реке Сож спад уровня также начинается после перехода максимума половодья и заканчивается летней меженью. Продолжительность периода спада уровней составляет 154 сут со скоростью – 0,023 м/сут.

Оценивая величину максимального смещения уровня (амплитуду) по скважине, брались пиковые значения половодья и межени. Амплитуда для скважины составила 0,88 м, для р. Сож – 3,70 м.

Наличие влияния режима поверхностных вод на режим статического уровня подземных вод, подчеркивается высоким значением коэффициента корреляции. Для р. Сож данный коэффициент составил 0,79, для р. Уза – 0,45, что говорит о приоритетном влиянии р. Сож на режим данного горизонта.

**Характеристика взаимосвязи артезианских вод палеогенового горизонта.** В качестве объекта для исследования и анализа по палеогеновому водоносному горизонту использованы скважины сети локального мониторинга Гомельского химического завода. Рассмотрим влияние режима поверхностных водотоков на примере скважины 5б. Синхронность уровней колебания подземных вод относительно поверхностных характеризуется как хорошая.

Качественная оценка совмещенного графика хода уровней подземных и поверхностных вод (рисунок 5) показывает, что приоритетное влияние на режим скважины 5б оказывает режим р. Сож.

По пикам половодий и межени можно четко определять количественные характеристики по р. Сож, р. Уза оказывает лишь косвенное влияние, осложняя ход уровней в скважине.

Окончание летней межени в скважине приходится на 20.08.2006, уровень составляет 129,50 м, относительно р. Сож минимум в скважине запаздывает на 14 суток. Весенний подъем начинается, условно с 17.02.2007, уровень находился на отметке 129,87 м. Продолжительность весеннего подъема составляет 83 сут, со скоростью 0,0071 м/сут. Пик весеннего половодья приходится на 12.05.2007, уровень установился на 130,46 м. Далее следует спад, который продолжался 45 сут, со скоростью 0,014 м/сут. Амплитуда колебания уровня в скважине составила 0,78 м. За аналогичный период в р. Сож – 3,69 м.

Наличие влияния режима поверхностных вод на режим статического уровня подземных вод, подчеркивается высоким значением коэффициента корреляции. Для р. Сож коэффициент составил 0,85, что говорит о приоритетном влиянии р. Сож.

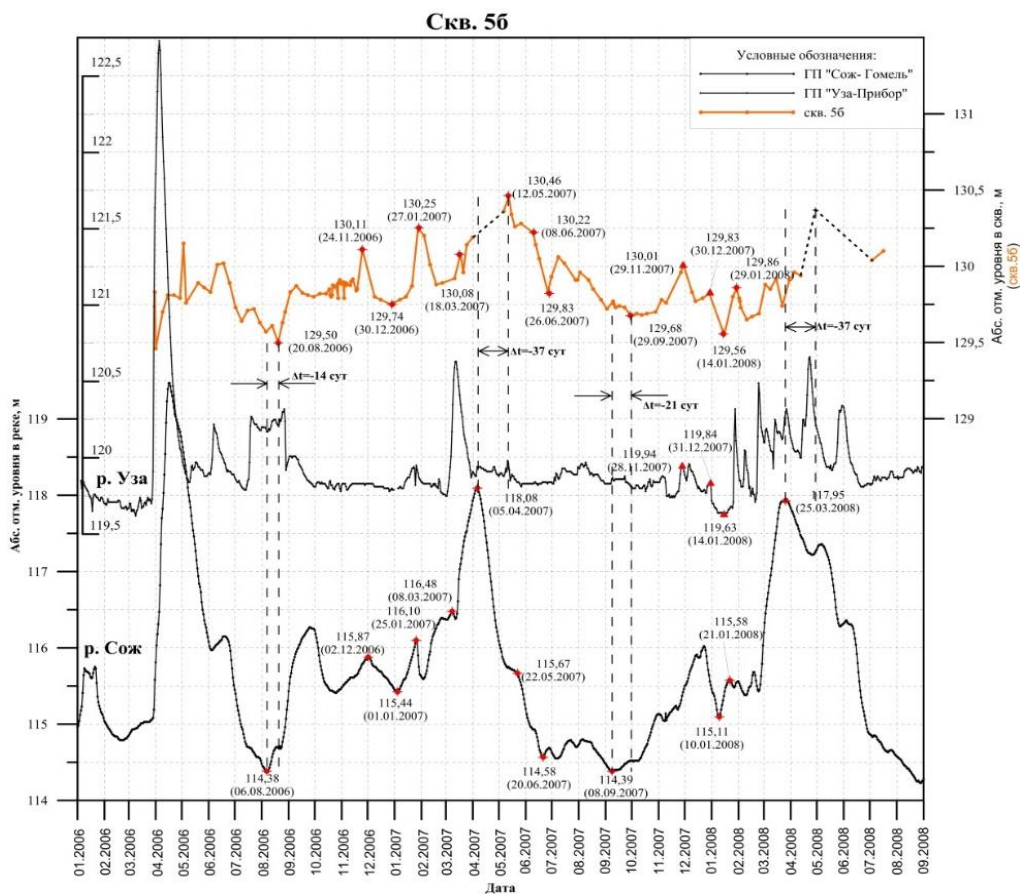


Рисунок 5 – Совмещенный график хода уровней подземных вод скв. 56 и поверхностных водотоков

**Характеристика взаимосвязи артезианских вод альбского и нижнесеноманского горизонта.** В качестве объекта для выявления взаимосвязи поверхностных и подземных вод данного гидрогеологического горизонта выбрана скважина УПН «Промсервис», находящаяся в д. Молчаны Речицкого района. Даная скважина является водозаборной, но в виду незначительного водоотбора и хороших гидрогеологических параметров в моменты простоя насоса происходит практически полное восстановление статического уровня. Особенностью данной скважины является то, что она расположена на водоразделе рек Днепр и Ведричь, окружающая местность пологая, заметно заболоченная. Но, вопреки относительно близкому расположению к мелким водотокам системы Днепра, скважина реагирует на режим р. Березина, что в свою очередь можно объяснить характером распределения гидроизопъез в междуречье р. Березина – р. Днепр – р. Припять. Можно предположить более заметное влияние северных и север-северо-западных направлений на динамику потока в месте расположения скважины.

Согласно рисунку 6 периоды добегания волны возмущения составляют от 3 до 8 суток, при удаленности от гидрологического поста сравнения порядка 50 км. Амплитуды колебания уровня в скважине сопоставимы с амплитудами колебания уровня в р. Березина. Гидравлическая связь подчеркивается высоким коэффициентом корреляции, полученным при смещении массива данных на период добегания возмущения, который составляет 0,90.

**Характеристика взаимосвязи артезианских вод юрского водоносного комплекса.** В качестве объекта для исследования по келловейскому водоносному горизонту средней юры выбрана скважина 22\_1, расположенная в санаторно-оздоровительном



комплексе «Солнечный берег» Республиканского унитарного предприятия «производственное объединение «Белоруснефть» в д. Александровка.

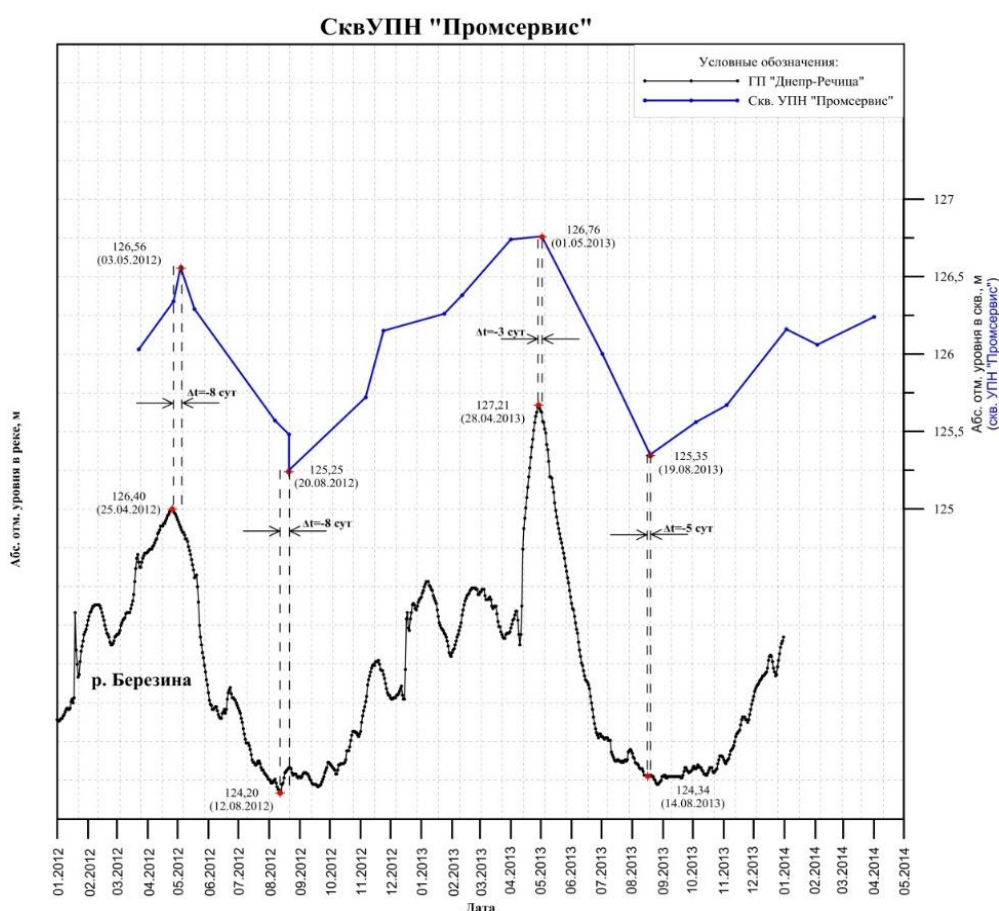


Рисунок 6 – Совмещенный график хода уровней подземных вод скв. УПН «Промсервис» и р. Березина

Для скважины 22\_1 «Александровская» характерно расположение на левом борту долины реки у кромки пойменного уступа, пространственная приближенность к руслу реки и незначительные объёмы отбора воды.

Такой режим водоотбора, несмотря на низкую водопроницаемость водоносного горизонта, позволяет достаточно точно определить с положением статического уровня (рисунок 7), который на протяжении всего периода наблюдений располагается выше уровня воды в реке Днепр, гидрологический пост «Днепр – г. Речица», находящийся выше по течению реки относительно скважины.

В гидрогеологическом разрезе водоносный горизонт находится на нижней границе зоны активного водообмена, на что указывает слабая минерализация подземных вод.

Для обоснования режима гидравлической взаимосвязи поверхностных и подземных вод для скв. 22\_1 взяты две реки: Днепр и Сож. Временные характеристики прохождения экстремальных точек уровней воды скв. 22\_1 опережают аналогичные для уровня вод р. Днепр, не смотря на то, что гидрологический пост располагается выше по течению. Такое соотношение нарушает логику взаимодействия объектов сравнения, тем более, что водопроницаемость келловейского водоносного горизонта низкая.

Учитывая общее направление стока по соседнему и вышележающему хорошо изученному альб-нижнесеноманскому водоносному горизонту [6] и характер распределения гидроизопьез в междуречье Днепр – Сож и Днепр – Припять, можно предположить

более заметное влияние на динамику потока в месте расположения скв. 22\_1 северных и север-северо-восточных направлений, чем северо-западных и западных. Подобный характер распределения гидроизопьез можно допустить и для рассматриваемого келловейского водоносного горизонта в междуречье Днепр – Сож.

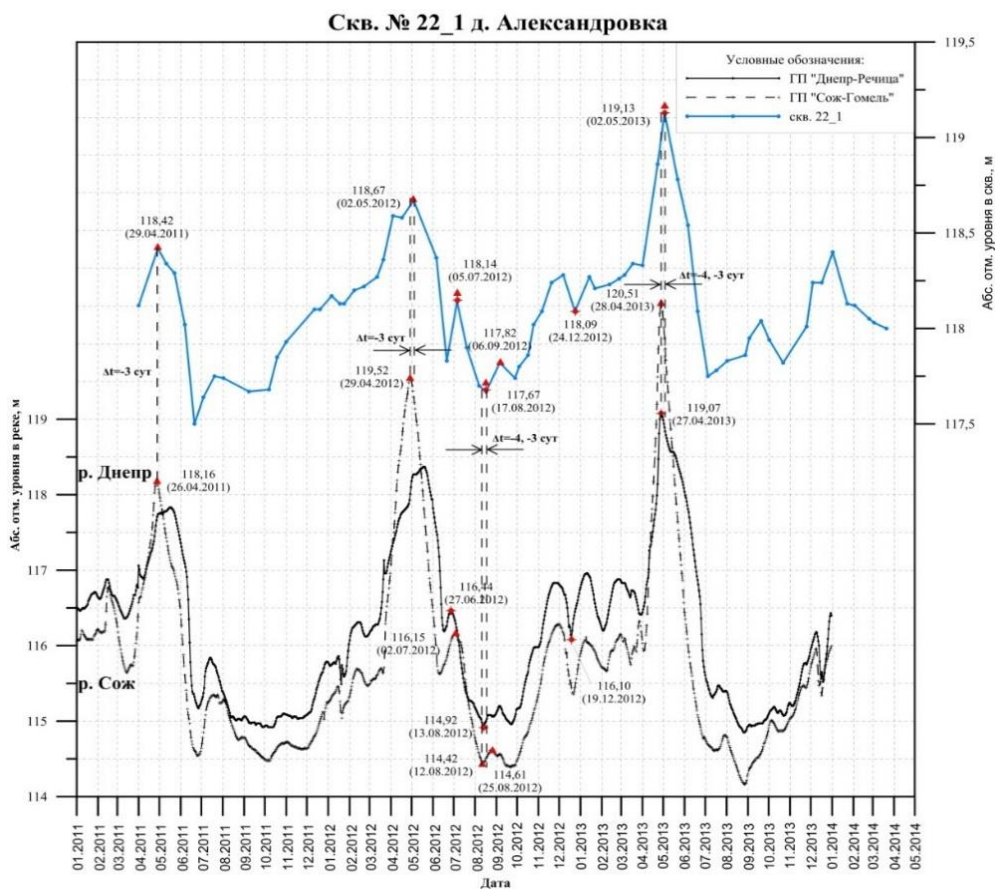


Рисунок 7 – Совмещенный график хода уровней подземных вод скв. 22\_1 и поверхностных водотоков

Сравнение динамики уровня режима вод скв. 22\_1 и гидрологического поста «Сож – г. Гомель» даёт нормальную последовательность распространения возмущений в системе поверхностных и подземных вод, даже с учетом расстояния между пунктом сравнения и скважиной, которое составляет порядка 30 км. Хорошую сходимость показывают и периоды добегания возмущения от весеннего половодья и момента окончания летне-осенней межени р. Сож. Более высокие значения коэффициентов корреляции для гидрологического поста «Сож – г. Гомель» также подтверждают приоритет влияния режима р. Сож на режим уровней воды скв. 22\_1.

**Выводы:** Исходя из полученных результатов анализа совместного хода уровней поверхностных и подземных вод, необходимо сделать вывод о несомненном и приоритетном влиянии поверхностных водотоков на режим артезианских вод зоны активного водообмена. Выявлена закономерность, заключающаяся в том, что подземные напорные воды основных водоносных горизонтов и комплексов, в пределах Припятского гидрогеологического бассейна, имеют годовой ход уровней, идентичный с годовыми изменениями здесь уровня поверхностных вод.

Отличительной особенностью являются величины амплитуд и интенсивность их формирования, обусловленные глубиной залегания исследуемых подземных вод, геолого-литологическим строением разреза, удаленностью от водотоков и водоемов.

## Список использованной литературы

- 1 Козлов, М.Ф. Режим подземных вод и влаги в зоне аэрации на территории Белорусского Полесья / М.Ф. Козлов, В.П. Васильев. – Минск: Наука и техника, 1974. – 203 с.
- 2 Круковский, Ю.Б. Об уровненом режиме подземных вод зоны активного водообмена Припятского артезианского бассейна / Ю.Б. Круковский, О.Л. Калугина // Поиск и освоение нефтяных ресурсов Республики Беларусь: сб. науч. трудов. – Гомель, 2012. – С. 253–263.
- 3 Рудько, В.С. Теория взаимосвязи режимов поверхностных и подземных вод. Упругая передача возмущения / В.С. Рудько, А.Г. Рагина // Актуальные вопросы наук о Земле в концепции устойчивого развития Беларуси и сопредельных государств: сб. науч. трудов. – Гомель, ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. – С. 121–123.
- 4 Фишер, И.З. Статистическая теория жидкостей / И.З. Фишер. – М.: Наука, 1961. – 280 с.
- 5 Рудько, В.С. Гидравлический режим подземных и поверхностных вод Припятского гидрогеологического бассейна и оптимизация режимных наблюдений / В.С. Рудько // Новое в познании процессов рудообразования: сб. науч. трудов. – Москва, ИГЕМ РАН, 2014. – С. 239–240.
- 6 Коробейников, Б.И. Особенности формирования эксплуатационных запасов альб-нижнесеноманского водоносного горизонта на территории Белоруссии : дис. ... канд. геол.-мин. наук / Б.И. Коробейников. – Минск. – 1988. – 166 с.
- 7 Станкевич, Р.А. Проблемы оценки влияния водозаборов подземных вод на сток рек Беларуси / Р.А. Станкевич, М.М.Черепанский // Особенности формирования гидрогеологических и инженерно-геологических условия Белоруссии: сб. науч. трудов. – Минск, 1979, – С. 65–72.
- 8 Гриневский, С.О. Оценка инфильтрационного питания и ресурсов подземных вод на основе геогидрологических моделей: автореф. дис ... докт геол.-мин. наук / С.О. Гриневский. – М. – 2012. – 44 с.

V.S. RUDKO

### ***PARTICULAR MODE OF ARTESIAN WATER IN THE ZONE OF ACTIVE WATER EXCHANGE***

*The study examined the groundwater regime in the zone of active water exchange, formed under the influence of the water level of surface watercourses. Graphs were constructed of the joint stroke levels, which were determined by the characteristics of hydrodynamic interaction of surface watercourses of groundwater.*

УДК: 551.4 (476.13)

Р.Е. СОЛОМЕНКО

### **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА МИНСКА**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
Ota1945@mail.ru*

*В работе рассматривается гидрогеологическая характеристика города Минска в связи с ТКП 17.04-43-2012, а также с полученными новыми данными об особенностях*

*структурного положения Белорусского массива. Однако разрозненность сведений, а иногда и недостаточно четкая увязка со стратиграфическим расчленением разрезов затрудняют площадную оценку гидрогеологических условий.*

В связи с широким использованием подземных вод, эксплуатируемых буровыми скважинами для водоснабжения города Минска, представляет интерес новая гидрогеологическая характеристика Минского региона, где расположены как крупные промышленные и сельскохозяйственные объекты, так и жилые массивы города Минска.

Особенности структурного положения Белорусского массива предопределили развитие этой территории как области питания и стока, а современный рельеф подчеркивает указанное своеобразие.

В связи с тем, что в разрезе осадочных образований отсутствуют регионально выдержанные водоупорные отложения, все водоносные горизонты взаимосвязаны. Характерной особенностью пьезометрических уровней повышенных участков современного рельефа является их снижение по мере увеличения глубины залегания водоносного горизонта или комплекса. Этим предопределяется возможность вертикального нисходящего движения воды, обуславливающего питание нижележащих водоносных горизонтов.

#### **Основные водоносные горизонты и комплексы**

Описание водоносных горизонтов идет со стратиграфической последовательностью. Стратификация водоносных горизонтов, комплексов и слабопроницаемых отложений выполнено в соответствии с ТКП 17.04-43-2012 [3].

#### **Подземные воды дочетвертичных отложений**

*Подземные воды трещиноватой зоны пород кристаллического фундамента (AR-PR).* Подземные воды приурочены к трещиноватой зоне пород кристаллического фундамента, представленных гнейсами и амфиболитизированными кристаллическими сланцами, прорванными сравнительно маломощными апофизами и пластовыми телами гранитов, реже гранодиоритов, габбро и габбро-норитов. Мощность зоны трещиноватости не установлена. Вскрыты трещиноватые породы на глубине 400 м, трещиноватость которых, вероятно, генетически связана с тектоническими нарушениями [1, с. 32, 49, 56].

Водовмещающие породы на большей части территории перекрываются водонасыщенными отложениями верхнего протерозоя, а в западной и центральной частях – песчаными отложениями нижнего мела и сеномана, а также мергельно-меловыми породами верхнего мела и лишь на участках глубокого эрозионного размыва перекрываются четвертичными образованиями.

Большинство скважин вскрывают пресные гидрокарбонатные воды с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, и только в ряде пунктов Белорусского массива отмечены воды хлоридного натриевого состава различной минерализации.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,002–0,03 до 0,50–0,69 л/(с·м). В отдельных скважинах водообильность ничтожная. Коэффициент фильтрации соответственно изменяется от 0,1–0,7 до 5,5 м/сут.

*Водоносный комплекс отложений верхнего протерозоя приурочен к отложениям вольнской серий (Vvl), нижней части котлинского (лямниаритового) (Vkt) горизонта* распространены почти повсеместно, исключая крайний юго-запад [2]. В большинстве случаев он приурочен к пониженным участкам современной поверхности кристаллического фундамента, перекрывается породами котлинских отложений [1, с. 35, 49, 54].

Водовмещающие породы представлены разнотернистыми туфогенными песчаниками, гравелитами, конгломератами с прослоями песков, которые имеют характерную пестроцветную окраску. Мощность водоносного комплекса колеблется в широких пределах от 1,1 до 154,7 м.

Подземные воды напорные. Величина напора колеблется от 125 до 552 м. Подземные воды преимущественно пресные, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, и лишь при залегании кровли водоносного комплекса глубже отметок 200 м ниже уровня моря вскрываются минерализованные хлоридные натриевые воды с минерализацией от 1,5–2,5 до 51 г/дм<sup>3</sup> и более. Характерно отсутствие зон сульфатных вод.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,06 до 2,4 л/(с · м). Соответственно коэффициенты фильтрации изменяются в пределах 0,1–4,6 м/сут [1, с. 38, 53].

**Водоносный комплекс пярнуских и наровских отложений среднего девона ( $D_{2pr+nr}$ )** распространен на севере и востоке исследуемой территории. Перекрывается отложениями ниже-верхнего мела в северной, центральной и восточной частях, верхнего мела в юго-восточной части, а также отложениями миоцена локально в северной части и четвертичными отложениями на остальной территории [2].

Водовмещающие породы представлены глинистыми мергелями, доломитовыми глинами и доломитами, иногда переслаивающимися между собой, с гнездами и прослойками гипса. Мощность водоносного горизонта 120 м.

Подземные воды пресные с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциевые.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,05–0,10 до 2,8 л/(с · м). Соответственно коэффициенты фильтрации изменяются в пределах 0,6–32,0 м/сут [1, с. 45–46].

**Водоносный горизонт альбских и сеноманских отложений нижнего и верхнего мела ( $Kal-s$ )** приурочен к отложениям альбского яруса нижнего мела и сеноманского яруса верхнего мела. Он распространен в центральной и южной частях территории и отсутствует на севере и востоке [2]. Водовмещающие отложения перекрываются отложениями верхнего мела и четвертичной системы.

Представлен слюдястыми разномерными песками, в нижней и верхней частях разреза алевритовыми, глинистыми с желваками фосфоритов.

Подземные воды напорные, преимущественно пресные с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциевые.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,01–0,04 до 0,6–0,8 л/(с · м), в редких случаях достигая 1,1–2,4 л/(с · м). Соответственно коэффициенты фильтрации изменяются в пределах 2,4–6,6 м/сут [1, с. 54–56].

**Водоносный горизонт сеноман-маастрихтских отложений верхнего мела ( $K_{2s-m}$ )** распространен преимущественно в центральной и южной частях территории [2]. Перекрывается в южной части палеогеновыми отложениями и четвертичными образованиями, в пределах древних долин часто отсутствует.

Представлен кварцево-глауконитовыми песками. Мощность водоносного горизонта в среднем колеблется около 45–60 м.

Подземные воды напорные. Величина напора зависит от глубины залегания водоносного горизонта и колеблется от 91–100 до 180–200 м. Подземные воды пресные с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциевые.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,002–0,08 до 0,29–0,54 л/(с · м). Коэффициенты фильтрации соответственно изменяются в пределах 0,01–1,0 м/сут [1, с. 56–59].

**Водоносный комплекс палеоген-неогеновых отложений ( $P-N$ )** приурочен к отложениям киевских слоев и полтавской свиты, распространен ограниченно в южной и северной части территории [2]. Перекрывается четвертичными образованиями.

Представлен песками средне и мелкозернистыми часто алевритовыми и глинистыми с прослоями алевритовых глин.

Подземные воды напорные. Величина напора зависит главным образом от глубины залегания кровли водоносного комплекса и колеблется от 70–80 до 130–161 м. Подземные воды пресные с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциевые. Удельный дебит скважин колеблется от 0,09–0,10 до 0,5–0,9 л/(с · м). Коэффициенты фильтрации соответственно изменяются в пределах 1,0–2,8 м/сут [1, с. 60].

### **Подземные воды четвертичных отложений (Q)**

**Водоносный горизонт водноледниковых отложений времени наступания березинского ледника (f,lgIbr)** приурочен к флювиогляциальным, аллювиальным и озерно-болотным отложениям, имеет ограниченное распространение, преимущественно в древних долинах и понижениях дочетвертичного рельефа в южной и западной частях описываемой территории. Перекрывается преимущественно березинскими моренными образованиями, реже водноледниковыми березинско-днепровскими.

Представлен песками разнородными, алевролитами и ленточными глинами. Мощность 24–42 м.

Подземные воды напорные. Величина напора зависит главным образом от глубины залегания кровли водоносного горизонта и колеблется от 75–91 до 106–119 м. Подземные воды пресные с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциевые с повышенным содержанием магния.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,05–0,11 до 1,11 л/(с·м). Соответственно коэффициенты фильтрации изменяются в пределах 1,5–8,0 м/сут [1, с. 60–62].

**Водоносный горизонт водноледниковых березинско-днепровских отложений (f,lgIbr-IIa)** приурочен к флювиогляциальным, аллювиальным и озерно-болотным отложениям, имеет почти повсеместное распространение. Перекрывается моренными образованиями днепровского ледника и иногда (в древних долинах) флювиогляциальными днепровскими моренными отложениями.

Представлен песками разнородными с прослоями глин. Мощность водоносного горизонта увеличивается к наиболее глубоко врезынным частям древних долин и достигает 33–45 м.

Подземные воды напорные. Величина напора зависит главным образом от глубины залегания кровли водоносного горизонта и колеблется от 20–33 до 82–138 м. Подземные воды пресные с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциевые с повышенным содержанием магния.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,02–0,11 до 1,10–1,92 л/(с·м). Соответственно коэффициенты фильтрации изменяются в пределах 0,6–14,2 м/сут [1, с. 63–64].

**Водоносный горизонт водноледниковых днепровско-сожских отложений (f,lgIIa-sz)** приурочен к флювиогляциальным, аллювиальным и озерно-болотным отложениям, имеет почти повсеместное распространение. Перекрывается моренными образованиями сожского ледника и реже флювиогляциальными отложениями времени отступления сожского ледника.

Представлен песками разнородными с прослоями песчано-гравийных отложений. Мощность 32–50 м.

Подземные воды напорные. Величина напора зависит главным образом от глубины залегания кровли водоносного горизонта и колеблется от 2–7 до 54–84 м. Подземные воды пресные с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциевые с повышенным содержанием магния.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,02–0,09 до 2,77–3,33 л/(с·м). Соответственно коэффициенты фильтрации изменяются в пределах 2,5–32,8 м/сут [1, с. 64–65].

**Водоносный горизонт водноледниковых средне-верхне четвертичных отложений (fgII-III)** приурочен к флювиогляциальным, аллювиальным и озерно-болотным средне-верхнечетвертичным отложениям, распространен на северо-западе – севернее границы валдайского ледника. Перекрываются моренными образованиями валдайского ледника и лишь иногда аллювиальными и флювиогляциальными отложениями времени отступления позерского ледника.

Представлен песками разнородными, реже алевролитами, ленточными глинами и супесями. Мощность 25–47 м.

Подземные воды напорные. Величина напора зависит главным образом от глубины залегания кровли водоносного горизонта и колеблется от 4–11 до 24–47 м. Подземные

воды пресные с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонатные кальциевые с повышенным содержанием магния.

Удельный дебит скважин колеблется от 0,03–0,05 до 0,16–0,33 л/(с·м). Соответственно коэффициенты фильтрации изменяются в пределах 0,3–3,3 м/сут [1, с. 65–66].

### Региональные и локальные водоупоры

На основе гидрогеологических и литолого-фациальных особенностей на изучаемой территории выделяются следующие водоупоры (сверху вниз) [1]:

1) ледниковый среднеплейстоценовый сожский водоупорный локально водоносный комплекс (*gIIsz*). Представлены супесями и суглинками, распространены повсеместно;

2) ледниковый среднеплейстоценовый днепровский водоупорный локально водоносный комплекс (*gIId*). Представлены супесями и суглинками, распространены по всей территории повсеместно с большим количеством окон;

3) ледниковые нижнеплейстоценовые березинские отложения водоупорный локально водоносный комплекс (*gIbr*). Представлены песками мелко- и тонкозернистыми, реже разномзернистыми, алевритами и ленточными глинами, распространены повсеместно с большим количеством окон;

4) комплекс пярнуский и наровский водоупорный среднего девона (*D<sub>2pr</sub>+nr*). Представлен глинистыми мергелями, доломитовыми глинами и доломитами, распространены на севере и востоке.

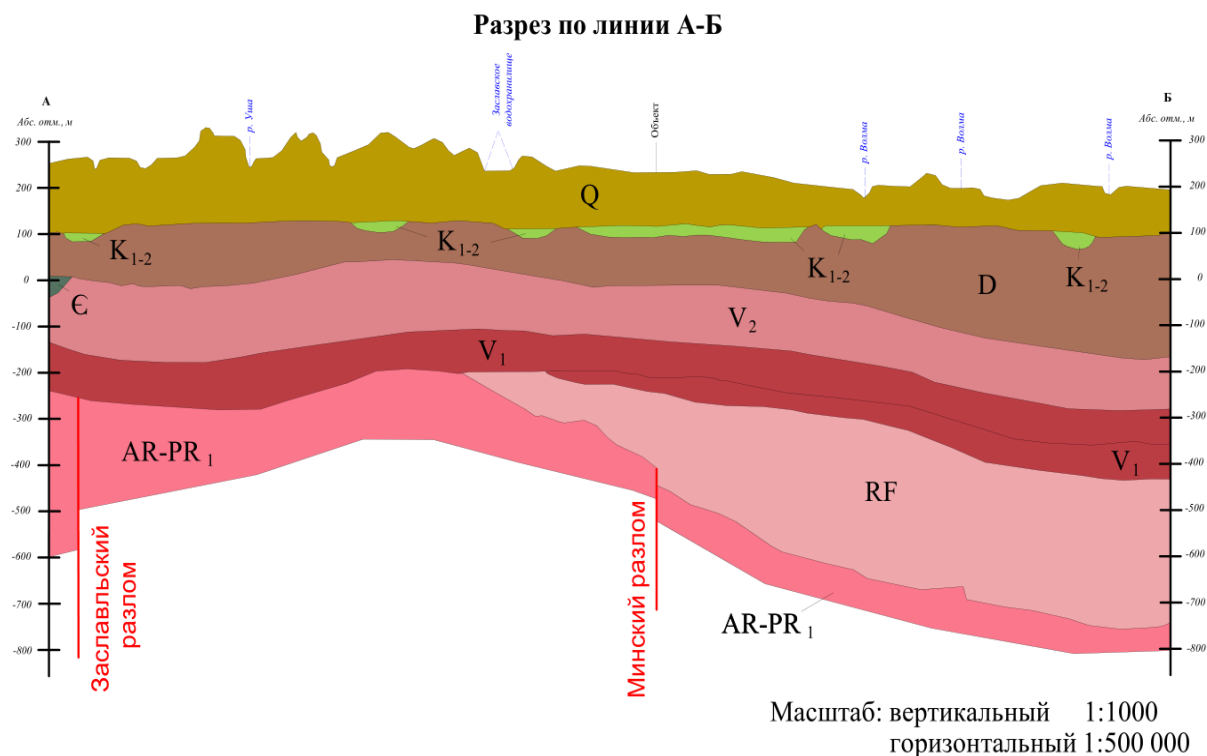


Рисунок 1 — Геологический разрез по линии А-Б  
(составил автор по данным [1, 2, 5])

**Выводы:** Так как в разрезе осадочных образований отсутствуют регионально выдержанные водоупорные отложения, все водоносные горизонты взаимосвязаны.

Основными водоносными горизонтами Минского региона являются: водоносный горизонт водноледниковых днепровско-сожских отложений (*f,lgIId-sz*) и водоносный горизонт водноледниковых березинско-днепровских отложений (*f,lgIbr-IId*).



## Список использованной литературы

- 1 Богомолов, Г.В. Гидрогеология Белорусского кристаллического массива / Г.В. Богомолов, О.Н. Шпаков. – Минск : Наука и техника, 1974. – 160 с.
- 2 Гидрогеологическая карта дочетвертичных отложений Белорусской ССР [Карты] : Масштаб 1 : 1 000 000, 10 км в 1 см / ред. Г.В. Богомолов. – Минск, 1963. – 1 к.
- 3 Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила ведения государственного кадастра недр Республики Беларусь. Методическое руководство по составлению паспортов месторождений и проявлений полезных ископаемых, геотермальных ресурсов недр и подземных пространств: ТКП 17.04-43-2012 (02120). – Введ. 17.01.12. – Минск : БелНИГРИ, 2012. – 168 с.
- 4 Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси / С.А. Кручек, А.В. Матвеев, Т.В. Якубовская [и др.] // Минск. – 2010. – С. 257.
- 5 Тектоническая карта Белоруссии [Карты] : Масштаб 1 : 500 000, 5 км в 1 см / Р.Г. Горецкий [и др.]. – Минск : Институт геохимии и геофизики АН БССР, 1974. – 1 к.

R.E. SOLOMENKO

### **TO THE QUESTION OF THE HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE CITY OF MINSK**

*The paper considers the hydrogeological characteristics of the city of Minsk in connection with ТКП 17.04-43-2012, as well as with the new data on the features of the structural position of the Belarussian Massif. However, the fragmented nature of the information, and sometimes the insufficiently clear linkage with the stratigraphic dismemberment of the sections, make it difficult to assess the hydrogeological conditions on an area basis.*

УДК 551.794(476)

Д.И. ЦВИРКО

### **ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ**

*ГНУ «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь,  
dicvirko@yandex.by*

*Приводится обзор палинологических данных связанных с выявлением роли антропогенного фактора в преобразование естественных природных ландшафтов. Показаны основные достижения белорусской палинологии в вопросе изучения деятельности человека в течение голоцена, а также существующие нерешенные проблемы.*

Спорово-пыльцевой анализ как один из палеонтологических методов исследования широко применяется для реконструкции палеосреды и изучения влияния климата и человека на растительность исследуемого региона. Роль человека в преобразовании ландшафтов можно проследить по присутствию в отложениях пыльцы культивируемых растений.



Спорово-пыльцевые данные, полученные при исследовании отложений голоцена, позволяют восстановить не только эволюцию растительного покрова, но и определить роль человека в его преобразовании, что является актуальной проблемой в связи с возрастающей техногенной нагрузкой на ландшафты. В Беларуси изучением проблемы преобразования растительного покрова в связи с деятельностью человека по данным спорово-пыльцевого анализа занимался ряд ученых, среди которых следует выделить Я.К. Еловичеву, И.И. Богделя, В.П. Зерницкую, Г.И. Симакову. Материалы проведенных исследований свидетельствуют о том, что изучение влияния человека проводилось в контексте палеогеографических реконструкций, однако при этом не ставилась самостоятельная цель изучения антропогенного влияния.

В работах Я.К. Еловичевой [1] и И.И. Богделя [2] начало хозяйственной деятельности человека сопоставляется с атлантическим периодом (АТ), однако на пыльцевых диаграммах данные, свидетельствующие об этом (пыльцевые индикаторы антропогенного влияния), отсутствуют. При этом основным признаком был рост общего содержания пыльцы травянистых растений. В работах В.П. Зерницкой [3–6] и Г.И. Симаковой [7, 8] представлены результаты палинологических исследований с детальной апробацией разрезов (послойный отбор слоями 2 и 5 см) и данными радиоуглеродного датирования изучаемых отложений. На спорово-пыльцевых диаграммах показаны различные пыльцевые индикаторы антропогенного влияния, определенные до видов.

На данный момент выявлено, что в позднеледниковье и раннем голоцене увеличение количества пыльцы наземных трав связано не с антропогенной деятельностью, а с климатическими изменениями, отсутствием почвенного покрова и активным проявлением эрозионных процессов. Г.И. Симакова [7] подчеркивает, что в раннем голоцене локальное увеличение значений пыльцы рудеральных растений (эрозиофилов) могло быть связано с нарушениями растительного и почвенного покрова в пределах мезолитических поселений охотников и рыболовов. Именно поэтому присутствие человека по палинологическим данным фиксируется с мезолитической эпохи [7].

Первые признаки земледелия и животноводства по данным палинологических исследований озерных отложений обнаружены на юго-западе Беларуси в середине атлантического этапа (начало неолита, 6000–7000  $^{14}\text{C}$  л.н.) [2, 3, 7, 9]. В центральных регионах страны присутствие человека отмечено в начале суббореального этапа (SB) (4,8 тыс.  $^{14}\text{C}$  л.н.), а хозяйственная деятельность, связанная с животноводством и земледелием, датируется началом субатлантики (SA) (2,7 тыс.  $^{14}\text{C}$  л.н.). На территории Поозерья единичные находки пыльцы культурных злаков выявлены в отложениях, соответствующих бронзовому веку (SB), а рост значений пыльцы трав и пашенных сорняков соответствует историческому этапу (SA-3) [3].

В мировой практике [10–12] при исследовании отложений методом спорово-пыльцевого анализа для выявления антропогенной деятельности выделяются группы растений, ископаемая пыльца которых может свидетельствовать о хозяйственной деятельности человека.

**Рудеральные растения**, произрастающие в местах нарушенного почвенного покрова, на вытопанных и уплотненных участках вблизи поселений древних людей и интенсивного выпаса животных, включают в себя: полынь (*Artemisia*), маревые (*Chenopodiaceae*), крапиву (*Urtica*), подорожник большой (*Plantago major*, *Plantago lanceolata*), горец птичий (*Polygonum aviculare*), ряд растений из семейства циклориевых (*Cichoriaceae*) и смолевковых (*Silenaceae*) и др. (таблица 1).

**Культивируемые растения**, идентифицируемые присутствием ископаемой пыльцы культурных злаков (*Cerealia*), включают в себя: пшеницу (*Triticum type*), рожь (*Secale type*), ячмень (*Hordeum type*), овес (*Avena type*), коноплю (*Cannabis*). Среди культурных злаков хорошей продуктивностью и транспортировкой пыльцы обладает рожь.

**Сорные растения**, связанные с существованием пахотных угодий, характеризуются наличием: василька синего (*Centaurea cyanus*), некоторых представителей семейства капустных (*Brassicaceae*), гречихи (*Fagopyrum*), горца вьющегося (*Polygonum*

*convolvulus*), дивалы (*Scleranthus*), горошка (*Vicia*), торицы (*Spergula*), мака (*Papaver*), щавелька (*Rumex acetosella*) и др.

Таблица 1 – Растения индикаторы палеогеографических условий [3]

Идентифицируемые условия	Пыльца растений индикаторов
Пахотные угодья	Культурные злаки ( <i>Cerealia</i> ): <i>Triticum</i> , <i>Secale</i> , <i>Hordeum</i> , <i>Avena</i> , <i>Cannabis</i>
Пахотные угодья	Сорные растения: <i>Centaurea cyanus</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Fagopyrum</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Scleranthus</i> , <i>Vicia</i> , <i>Spergula</i> , <i>Papaver</i> , <i>Rumex acetosella</i>
Пастбищные угодья	<i>Rumex acetosa</i> , <i>Taraxacum</i> , <i>Trifolium</i> , <i>Potentilla</i> , <i>Polygonum persicaria</i> , <i>Plantago media</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Centaurea jacea</i> , <i>Mentha</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Sedum acre</i> , <i>Silena vulgaris</i> , <i>Helianthemum</i>
Вытоптаные и уплотненные участки вблизи поселений древних людей и интенсивного выпаса скота	Рудеральные растения: <i>Artemisia</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Urtica</i> , <i>Plantago major</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Cichoriaceae</i> , <i>Silenaceae</i>
Разреженный лесной покров	<i>Juniperus</i> , <i>Rhamnus</i> , <i>Cornus</i> , <i>Viburnum</i> , <i>Sambucus</i> , <i>Vaccinium</i> , <i>Rubus</i> , <i>Frangula</i> , <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> , <i>Betula</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Polypodium vulgare</i>
Луговое разнотравье	<i>Poaceae</i> , <i>Cyperaceae</i>

**Пастбищные угодья** диагностируются по пыльце следующих растений: щавель обыкновенный (*Rumex acetosa type*), одуванчик (*Taraxacum*), клевер (*Trifolium*), лапчатка (*Potentilla*), горец почечуйный (*Polygonum persicaria*), подорожник (*Plantago media*, *Plantago lanceolata*), василек луговой (*Centaurea jacea*), мята (*Mentha*), мезотрофные виды из семейства лютиковых (*Ranunculaceae*), очиток едкий (*Sedum acre*), смолевка обыкновенная (*Silena vulgaris*), солнцезвезд (*Helianthemum*) и др.

Следует также отметить, что увеличение содержания пыльцы дикорастущих злаков (*Poaceae*) и осок (*Cyperaceae*) указывает на распространение **лугового разнотравья**, а рост значений пыльцы кустарников и кустарничков (*Juniperus*, *Rhamnus*, *Cornus*, *Viburnum*, *Sambucus*, *Vaccinium*, *Rubus*, *Frangula* и др.), а также ольхи (*Alnus*), ивы (*Salix*), березы (*Betula*) и некоторых папоротников (*Pteridium aquilinum*, *Polypodium vulgare*) говорит о **разреженности лесного покрова** [3].

Обзор палинологических материалов показал отсутствие целенаправленных исследований связанных с выявлением роли человека в преобразовании естественных ландшафтов. Эта задача решалась лишь как второстепенная при проведении палеогеографических реконструкций. При этом данные исследования исторически можно разделить на два этапа, критерий выделения которых основан на различиях в методичке изучения голоценовых отложений. Имеющиеся спорово-пыльцевые данные позволяют датировать начало развития скотоводства и зарождение примитивного земледелия на территории юго-запада Беларуси в раннем неолите, что соответствует середине атлантического периода. С этого времени отмечается периодическое влияние человека на природные ландшафты, однако заметное вмешательство фиксируется, начиная с 2,7 тыс. <sup>14</sup>C л.н.

Из сказанного следует, что применение современных подходов при изучении голоценовых отложений с использованием спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного метода датирования, а также с увеличением количества исследуемых объектов в сотрудничестве с археологами страны, является актуальной задачей для определения степени трансформации окружающей среды под влиянием антропогенной деятельности.

## Список использованной литературы

- 1 Еловичева, Я.К. Палинология позднеледниковья и голоцена Белоруссии / Я.К. Еловичева. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – 92 с.
- 2 Богдель, И.И. Развитие природы Белоруссии в голоцене : дис. ... канд. геогр. наук : 11.00.04 / И.И. Богдель. – Минск, 1984. – 192 л.
- 3 Зерницкая, В.П. Реконструкция хозяйственной деятельности человека в голоцене / В.П. Зерницкая // Наука и инновации. – 2011. – № 9(103). – С. 16–19.
- 4 Носова, М.Б. Палинологическая индикация антропогенных изменений растительности восточно-европейских хвойно-широколиственных лесов в позднем голоцене / М.Б. Носова, Е.Ю. Новенко, В.П. Зерницкая, К.В. Дюжова. – Известия РАН. Серия Географическая. – 2014. – № 4. – С. 35–43.
- 5 Зерницкая, В.П. Признаки хозяйственной деятельности человека в пыльцевых спектрах голоцена Беларуси / В.П. Зерницкая, Г.И. Симакова, И.Д. Павлова // Гістарычна-археалагічны зборнік. – 2001. – № 16. – С. 5–19.
- 6 Зерницкая, В.П. Динамика природных изменений и деятельности человека неолита и эпохи бронзы в районе оз. Кузьмичское: Случско-Оресская озерно-аллювиальная низменность Полесья (по материалам палинологических и археологических исследований) / В. П. Зерницкая, Н. Н. Кривальцевич // Археология озерных поселений IV–II тыс. до н. э.: хронология культур и природно-климатические ритмы : сб. материалов междунар. конференции, посвященной полувековому исследованию свайных поселений на Северо-Западе России (Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2014 г.). – 2014. – С. 154–160.
- 7 Симакова, Г.И. Основные этапы антропогенного преобразования растительного покрова Беларуси в голоцене / Г.И. Симакова // Літасфера. – 2007. – № 2(27). – С. 59–69.
- 8 Симакова, Г.И. Особенности палеогеографии территории Кривенского торфяного массива в позднеледниковье и голоцене / Г.И. Симакова, И.Д. Павлова // ДАН Беларусі. – 1999. Т. 43. – № 5. – С. 98–101.
- 9 Палеогеография кайнозоя Беларуси / А.В. Матвеев [и др.]; под ред. А.В. Матвеева. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларусі, 2002. – 164 с.
- 10 Behre, K.E. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams / K.E. Behre // Pollen et Spores. – 1981. – 23. – P. 225–245.
- 11 Kalicki, T. Rola klimatu i człowieka w holocenijskiej ewolucji doliny Zelwianki (Białoruś) / T. Kalicki, G. Calderoni, V.P. Zernitskaya // Badania geograficzne w poznawaniu środowiska. Red. Michalczyk Z. – Lublin: Wyd. Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej. – 2004. – S. 185–191.
- 12 Ralska-Jasiewiczowa, M. Impact of prehistoric man on natural vegetation recorded in pollen diagrams from different regions of Poland / M. Ralska-Jasiewiczowa // Folia Quat. – 1977. – № 49. – С. 75–91.

*D.I. TSVIRKO*

### **REVIEW OF THE RESULTS OF PALYNOLOGICAL RESEARCHES OF ANTHROPOGENIC ACTIVITY IN THE HOLOCENE SEDIMENTS OF BELARUS**

*Review of palynological studies of human activity in the transformation of natural landscapes in Belarus is conducted in the paper. Main achievements of Belarusian palynology in the study of anthropogenic activity in the Holocene and unsolved problems are presented.*

И.С. ЮЩЕНКО

## ФАЦИИ СУЛЬФАТНЫХ ПОРОД ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
rengm\_2016@mail.ru*

*С сульфатонасными отложениями Беларуси связаны промышленные залежи гипса и ангидрита. Помимо сульфатных отложений естественного происхождения в пределах юго-востока Беларуси наблюдаются участки с техногенными скоплениями сульфатсодержащих терриконов, а так же преобразованные под их влиянием грунты, поверхностные и подземные воды.*

Среди сульфатных пород в геологическом разрезе юго-восточной части Беларуси преобладают: гипс ( $CaSO_4 \cdot nH_2O$ ); ангидрит ( $CaSO_4$ ), целестин ( $SrSO_4$ ), барит ( $BaSO_4$ ) и мирабилит ( $NaSO_4 \cdot 10H_2O$ ), которые встречаются как в виде пространственно протяженных пластов различной мощности, так и в виде цемента и вкраплений.

С сульфатонасными отложениями Беларуси связаны промышленные залежи гипса и ангидрита. В 1996–2000 годах предварительно разведано крупное Бриневское месторождение гипса, которое расположено в Петриковском районе Гомельской области.

В Припятском прогибе проявления гипса и ангидрита отмечаются в разновозрастных отложениях девона – в породах витебского горизонта, западнодвинской свиты и наровского горизонта эйфельского яруса среднего девона ( $D_{2ef}$ ), саргаевского, воронежского, евлановского горизонтов и копаткевичской свиты франского яруса верхнего девона ( $D_{3f}$ ), практически во всех горизонтах верхнефаменского подъяруса верхнего девона ( $D_{3fm}$ ). Гипс и ангидрит присутствуют в этих отложениях как в виде прожилков (мощность не превышающей первые десятки сантиметров), так и пластов различной мощности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ангидрит лебедянского горизонта ( $D_{3lb}$ )  
Западно-Тишковского месторождения [1]

Превращение гипса в ангидрит может происходить на стадии раннего диагенеза при отсутствии длительных разбавлений воды. Гипс, который погружается под перекрывающей его толщей отложений, благодаря влиянию температуры, литостатического давления и при благоприятных гидрохимических условиях дегидратируется и переходит в ангидрит. А при поднятии блоков с эвапоритовыми отложениями в зону гипергенеза ангидрит снова превращается в гипс.

Гипс при присоединении воды, увеличивается в объеме, а это приводит не только к дроблению и брекчированию вмещающих пород, но и к перекристаллизации сульфатов с изменением облика кристаллов, изменению агрегатного состояния вследствие перестройки атомной структуры самого вещества. Благодаря этим изоморфным переходам сульфата Са из ангидрита в гипс и обратно, возникло все замечательное разнообразие типов и разновидностей кристаллических форм сульфатов. С ними неразрывно связаны некоторые парагентические галоидные и сульфидные минералы, часто в акцессорном состоянии, а иногда в виде изоморфных примесей и включений битума.

Изучение сульфатных пород показывает, что на юго-востоке страны они встречаются в виде относительно мощных пластов ангидрита и гипса, прослоев, желваков, и линз, а так же заполняют трещины и каверны во вмещающих породах.

Результаты анализа водных вытяжек сульфатных пород показали, что с изменением условий седиментации наблюдается тенденция роста концентрации сульфата от 0,01 % – в пределах континентальных озер и дельт, до 1 % – в лагунно-морских и лагунах условиях осадконакопления. Повышение содержания сульфат-аниона  $SO_4^{2-}$  в ионно-солевом балансе пород связан с ростом количества загипсованных отложений, а рост относительного содержания ионов  $SO_4^{2-}$  в общей сумме солей свидетельствует об увеличении загипсованности пород. Анализ условий, в которых происходило осадконакопление (рисунок 2), показывает, что образование сульфатных вод и вмещающих пород определяется трансгрессивно-регрессивными особенностями.

При господствовании аридного климата и регрессии моря происходит уменьшение содержания сульфатов в породах и преобладание дельтовых и континентальных (озерных) условий седиментации, а трансгрессии, напротив – увеличение содержания сульфат-анионов в породах, осаждающихся из водных растворов мелководных морей и лагун.



Рисунок 2 – Эюра влияния условий осадконакопления на содержание сульфатов в породах

Исследование сульфатосодержащих пород Бринневского месторождения, слагающих пластовые тела и межпластия, показало, что в их составе устанавливаются сульфатная, карбонатная и глинистая составляющая.

Помимо сульфатных отложений естественного происхождения в пределах юго-востока Беларуси наблюдаются участки с техногенными скоплениями сульфатсодержащих терриконов, а также преобразованные под влиянием обогащенных сульфатами поверхностных и подземных вод грунты с высоким содержанием сульфат-анионов в их составе. Так, в городе Гомеле, вблизи Гомельского химического завода находятся отвалы фосфогипса, которые представляют собой техногенные образования, являющиеся негативным следствием работы предприятия. Из них под большим давлением отжимается раствор, содержащий в высоких концентрациях фосфаты, фториды и сульфаты, что значительно увеличивает минерализацию подземных вод.

Основная цель экспериментального определения состава сульфатных пород заключается в оценке количественного содержания в них ионов  $SO_4^{2-}$ . Для этого было отобрано два образца в окрестностях Гомельского химического завода.

Первый образец представляет собой песчаник светло серого цвета с тонкими трещинами, выполненными растительными остатками и сульфатным типом цемента. Такой тип цемента сформировался вследствие периодического изменения уровня грунтовых вод богатых анионами  $SO_4^{2-}$  ввиду близкого расположения отвалов фосфогипса.

Для количественного определения содержания сульфатов в почвах проводится анализ водной вытяжки (ГОСТ 27753.2-88). Сущность метода заключается в извлечении водорастворимых солей из грунта дистиллированной водой при отношении массы пробы грунта и воды 1:5. Проба доводится до воздушно-сухого состояния, измельчается и пропускается через сито с круглыми отверстиями. Диаметр частиц для приготовления водной вытяжки должен быть не более 2 мм.

Для соблюдения данного требования был проведен ситовой анализ, который так же позволил определить гранулометрический состав. Из кривой гранулометрического состава следует, что в составе преобладают песчаные частицы, а пылеватые и глинистые составляют не более 3,52 %. Среди песчаных преобладают частицы диаметром 0,25–0,50 мм, на долю которых приходится 47,98 %.

Приготовление вытяжки заключается в том, что пробу грунта массой 30 грамм взвешивают на весах с погрешностью не более 0,1 грамма и помещают в технические емкости или конические колбы. К пробе приливают 150 см<sup>3</sup> воды и перемешивают при помощи магнитной мешалки в течение 15 минут. После перемешивания измеряется *pH* и проводят фильтрацию суспензий.

Показатель *pH* полученной водной вытяжки составляет 5,4, что указывает на кислую реакцию среды.

Второй образец был отобран из отвалов фосфогипса Гомельского химического завода 10.04.2016, которые представляют собой техногенные образования, являющиеся негативным следствием работы предприятия.

Образец имеет светло-серую окраску, не содержит никаких посторонних включений, мелкозернистую структуру и высокую естественную влажность, поэтому для подготовки водной вытяжки согласно ГОСТу 27753.2-88 проба доводится до воздушно-сухого состояния путем подсушивания. Окончание сушки контролируется органолептически. Проба считается доведенной до воздушно-сухого состояния, если составляющие ее отдельности не слипаются, не прилипают к твердым предметам, при раздавливании крошатся и пылят.

Высушенную пробу измельчаем в фарфоровой ступке и просеиваем через сито с круглыми отверстиями диаметром 2 мм. Водную вытяжку подготавливаем таким же образом, как и в предыдущем случае с помощью магнитной мешалки согласно ГОСТа 27753.2-88.

В отличие от водной вытяжки загипсованного песчаника вытяжка фосфогипса более мутная и белая, а  $pH$  составляет 6,3 – слабокислая реакция среды.

Анализ на содержания сульфата проводился 12-13.04.2016 по ГОСТу 26426-85 весовым методом, так как остальные (турбидиметрический и метод титриметрии с трилоном Б) имеют верхний порог определения содержания сульфат-ионов 500 мг/дм<sup>3</sup>, а предполагаемое содержание гораздо больше. Данный метод основан на том, что ионы бария при добавлении  $BaCl_2$  связывают сульфат-ионы раствора водной вытяжки, образуя слаборастворимый осадок сернокислого бария.

По результатам проведенного опыта после высушивания получили следующее значение массы осадка 0,075 грамм. Следовательно, при расчете получим, что в водной вытяжке содержится 1543 мг/дм<sup>3</sup> сульфат-иона ( $SO_4^{2-}$ ).

Для контроля полученных значений содержания сульфатов в водных вытяжках лабораторией КПУП «Гомельводоканал» 14.04.2016 методом ионообменной хроматографии (СТБ ISO 10304-1-2011) было установлено, что водная вытяжка песчаника содержит  $SO_4^{2-}$  543,0 мг/дм<sup>3</sup>, а фосфогипса – 1537,6 мг/дм<sup>3</sup>, следовательно, погрешность в определении этими методами в первом случае составляет менее 1,5 %, а во втором – 0,4 %.

### Список использованной литературы

1 Бескопильный, В.Н. Атлас природных резервуаров и углеводородов нефтяных месторождений / В.Н. Бескопильный. – Гомель, 2009. – 236 с.

2 Высоцкий, Э.А. Проблемы региональной геологии Беларуси / Э.А. Высоцкий. – Минск : БГУ, 2010. – 80 с.

3 Крайнов, С.Р. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения / С.Р. Крайнов, В.М. Швец. – М.: Недра, 1987. – 237 с.

I.S. YUSHCHENKO

### *FACIES OF SULFATE SPECIES SOUTHEAST BELARDI*

*With suljfitnoyj deposits of Belarus related commercial deposits of gypsum and anhydrite. In addition to the sulfate deposits of natural origin within the South-East of Belarus there are areas with anthropogenic sulfate accumulations of waste heaps, and transformed under their influence the soil, surface water and groundwater.*

УДК 550.812.1:556.3(075.8)

С.В. ЯКОВЕЦ

### ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРВОГО ПОЯСА ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ДЛЯ ОДИНОЧНЫХ АРТЕЗИАНСКИХ СКВАЖИН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Частное предприятие «Экопомощь», г. Гомель, Республика Беларусь  
yakovec\_1990@mail.ru

В статье рассмотрены характерные случаи, встречающиеся в практике при выделении первого пояса зоны санитарной охраны одиночных артскважин в Республике Беларусь и приводятся предложения для реальных объектов.

При разработке проекта зон санитарной охраны водозаборов подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения основную роль играют Санитарные нормы и правила «Требования к организации зон санитарной охраны источников и централизованных систем питьевого водоснабжения», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 декабря 2016 г. №142.

Границы первого пояса ЗСО водозабора подземных вод должны устанавливаться от источника, водозабора на расстоянии не менее:

- 30 м – при использовании защищенных подземных вод;
- 50 м – при использовании недостаточно защищенных подземных вод.

Если в группе подземных водозаборов расстояние между скважинами более 30 м и 50 м для защищенных и недостаточно защищенных подземных вод соответственно, первый пояс для скважин огораживается отдельно.

Для водозаборов из защищенных подземных вод, расположенных в пределах территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы и подземных вод, расстояние от водозабора до границы первого пояса ЗСО (зоны запрещения) допускается уменьшать до 15 м при наличии гидрогеологического обоснования, содержащего благоприятный прогноз соответствия качества воды требованиям безопасности в течение расчетного срока эксплуатации водозабора, по результатам положительной государственной санитарно-гигиенической экспертизы.

При составлении проекта зон санитарной охраны артезианских скважин, часто возникают ситуации требующие индивидуального подхода [1].

**Ситуация 1. Была выделена зона санитарной охраны 15 м, корректировка проекта позволила сохранить размер зоны запрещения принятый ранее.**

*Пример 1.* Две артскважины № 27502/76 и № 41745/86 расположены в южной части н.п. Добруш Гомельской области на расстоянии 50 метров друг от друга. Паспорта артскважин содержат следующую геологическую информацию (таблица 1). Артскважины № 27502/76 и № 41745/86 пробурены спецтрестом «Промбурвод» ССМУ № 4.

Территория первого пояса ЗСО артскважин № 27502/76 и № 41745/86 спланирована для отвода поверхностного стока за ее пределы, озеленена, ограждена.

Таблица 1 – Выписка из паспортов артскважин № 27502/76 и № 41745/86

Артскважина № 27502/76			Артскважина № 41745/86		
Описание пород	Глубина залегания слоя, м		Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
	от	до		от	до
Песок желтый	0	9	Песок зеленый, м/з	0	9
Глина красная, плотная	9	36	Суглинок красно-бурый, плотный	9	36
Песок зеленый, с/з	36	40	Песок серый, м/з	36	40
Глина зеленая, плотная	40	46	Глина	40	46
Песчаник красный, плотный	46	55	Песчаник серый, плотный	46	55
Мел белый	55	217	Мергельно-меловая толща	55	216
Песок р/з, водоносный	217	232	Песок водоносный	216	229
–	–	–	Глина	229	233

В соответствии с существующей схемой гидрогеологического районирования территории Беларуси район размещения артскважин № 27502/76 и № 41745/86 Закрытого акционерного общества «Добрушский фарфоровый завод» Гомельской области расположен в Припятском артезианском бассейне [2, с. 53].



Согласно геоморфологическому районированию территории Белоруссии район размещения артскважин № 27502/76 и № 41745/86 ЗАО «Добрушский фарфоровый завод» Гомельской области расположен в области равнин и низин Предполесья [2, с. 63].

Артскважина № 27502/76 г. Добруш. Глубина артскважины № 27502/76 – 232 м. Дебит скважины 60 м<sup>3</sup>/час. Удельный дебит данной скважины 3,0 м<sup>3</sup>/час. Статический уровень воды 18 м, а динамический уровень 38 м. Кровля эксплуатируемого водоносного горизонта артскважины № 27502/76 вскрыта на глубине 217 м. Мощность водовмещающих пород эксплуатируемого водоносного горизонта составляет 15 м. Водовмещающие породы представлены песком разнородным. В разрезе скважины сверху – водоупорные породы (глины, суммарной мощностью 33 м с коэффициентом фильтрации 0,0005 – 0,001 м/сут) перекрывают эксплуатируемый водоносный горизонт, что обеспечивает естественную защиту подземных вод от загрязнений с поверхности. Подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта являются напорными (величина напора составляет 199 м), что исключает нисходящую фильтрацию загрязнителей через водоупорные перекрытия.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта артезианской скважины № 27502/76 являются защищенными от проникновения поверхностных загрязнителей.

Артскважина № 41745/86 г. Добруш. Глубина скважины 233 м. Дебит данной скважины 64 м<sup>3</sup>/час. Удельный дебит 4,27 м<sup>3</sup>/час. Статический уровень воды 27,2 м, а динамический уровень 42,2 м. Кровля водоносного горизонта вскрыта на глубине 216 м. Водовмещающие породы представлены песком, мощностью 13 м. В разрезе скважины сверху – водоупорные породы (суглинки мощностью слоя 27 м с коэффициентом фильтрации 0,005–0,01 м/сут, а ниже – глины мощностью слоя 6 м с коэффициентом фильтрации около 0,0005 м/сут) перекрывают эксплуатируемый водоносный горизонт, что обеспечивает естественную защиту подземных вод от загрязнений с поверхности. Подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта являются напорными (величина напора составляет 188,8 м), что свидетельствует о фактическом наличии в вышележающих породах водоупорных перекрытий.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта артезианской скважины № 41745/86 являются защищенными от проникновения поверхностных загрязнителей.

Артскважины № 44504/88 н.п. Тушково, № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка, № 27647/74 н.п. Стан, № 2262/56 н.п. Горки Открытого акционерного общества «Горецкая райагропромтехника» расположены в Горецком районе Могилевской области и пробурены ССМУ-6 Спецтрест «Промбурвод» г. Могилев.

В соответствии с существующей схемой гидрогеологического районирования территории Беларуси, район размещения артскважин № 44504/88 н.п. Тушково, № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка, № 27647/74 н.п. Стан, № 2262/56 н.п. Горки ОАО «Горецкая райагропромтехника» Горецкого района Могилевской области расположен в Оршанском артезианском бассейне [2, с. 53].

В соответствии с существующей схемой геоморфологического районирования территории Беларуси, район размещения артскважин № 44504/88 н.п. Тушково, № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка, № 27647/74 н.п. Стан, № 2262/56 н.п. Горки ОАО «Горецкая райагропромтехника» Горецкого района Могилевской области находится в геоморфологической области равнин и низин Предполесья [2, с. 63].

***Ситуация 2. Первый пояс установлен 15 м, в пределах первого пояса находится водонапорная башня и грунтовая дорога, которая вынесена за пределы зоны запрещения. Можно было бы принять первый пояс радиусом 30 м, тогда в пределы зоны запрещения попали бы объекты с микробиологическим загрязнением (загон и здание для содержания животных).***

*Пример 2.* Артскважина № 27647/74 расположена к северу от н.п. Стан. Паспорт артскважины № 27647/74 содержит следующую геологическую информацию (таблица 2). Глубина артскважины 60 м. Дебит скважины составляет 20,5 м<sup>3</sup>/час. Удельный дебит данной скважины 1,29 м<sup>3</sup>/час. Статический уровень воды 12,0 м, а динамический уровень 28,0 м.

Таблица 2 – Выписка из паспорта артскважины № 27647/74

Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
	от	до
Суглинок красно-бурый с валунами, плотный	0	17
Гравийно-галечные отложения	17	34
Глина серая с прослойками известняка	34	55
Известняк серый плотный, водоносный	55	60

Кровля эксплуатируемого водоносного горизонта артскважины № 27647/74 н.п. Стан вскрыта на глубине 55 м. Мощность водовмещающих пород эксплуатируемого водоносного горизонта составляет 5 м. Водовмещающие породы представлены известняком серым водоносным. В разрезе скважины сверху – водоупорные породы (суглинки красно-бурые с валунами, мощностью слоя 17 м с коэффициентом фильтрации 0,01–0,005 м/сут, а ниже – глины серые с прослойками известняка, мощностью слоя 21 м с коэффициентом фильтрации 0,0005–0,00016 м/сут) перекрывают эксплуатируемый водоносный горизонт, что обеспечивает естественную защиту подземных вод от загрязнений с поверхности. Подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта являются напорными (величина напора составляет 43 м), что исключает нисходящую фильтрацию загрязнителей через водоупорные перекрытия. В пределы радиуса ЗСО первого пояса артскважины №27647/74 н.п. Стан попадает: на С, З, В и Ю – озелененная территория, северо-западнее от скважины на расстоянии 12 м расположена водонапорная башня.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта артезианской скважины № 27647/74 н.п. Стан являются защищенными от проникновения поверхностных загрязнителей.

***Ситуация 3. Первый пояс установлен 15 м, в пределах первого пояса находится водонапорная башня. Можно было бы принять первый пояс радиусом 30 м, тогда в пределы зоны запрещения попадали бы действующие объекты: зерносушильная установка и склад для хранения зерна.***

*Пример 3.* Артскважина № 19178/71 расположена к югу от н.п. Сава. Паспорт артскважины № 19178/71 содержит следующую геологическую информацию (таблица 3). Глубина артскважины № 19178/71 н.п. Сава 80 м. Дебит скважины составляет 54,4 м<sup>3</sup>/час. Удельный дебит данной скважины 2,2 м<sup>3</sup>/час. Статический уровень воды по паспортным данным 8,0 м, а динамический уровень 32,0 м.

Таблица 3 – Выписка из паспорта артскважины № 19178/71

Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
	от	до
Суглинок красно-бурый с гравием, плотный	0	37
Песок светло-серый, с галькой	37	45
Известняк серый, слабый	45	49
Глина серая, плотная с гравием	49	54
Известняк серый с прослойками глины	54	66
Известняк серый плотный, водоносный	66	80

Кровля эксплуатируемого водоносного горизонта артскважины № 19178/71 н.п. Сава вскрыта на глубине 66 м. Водовмещающие породы представлены известняком серым водоносным, мощностью 14 м. В разрезе скважины сверху – водоупорные породы (суглинки, мощностью слоя 37 м с коэффициентом фильтрации 0,01–0,005 м/сут, а ниже – глины, мощностью слоя 5 м с коэффициентом фильтрации 0,0005–0,00016 м/сут) перекрывают эксплуатируемый водоносный горизонт, что обеспечивает естественную защиту подземных вод от загрязнений с поверхности. Подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта являются напорными (величина напора составляет 58 м), что исключает нисходящую фильтрацию загрязнителей через водоупорные перекрытия.

В пределы радиуса ЗСО первого пояса артскважины № 19178/71 н.п. Сава попадает: на С, З, В и Ю – озелененная территория, северо-восточнее от скважины на расстоянии 10 м находится водонапорная башня.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта артезианской скважины № 19178/71 н.п. Сава являются защищенными от проникновения поверхностных загрязнителей.

**Ситуация 4. Первый пояс установлен 30 м, в пределах первого пояса потенциальные объекты-загрязнители отсутствуют.**

*Пример 4* Артскважина № 44504/88 расположена к югу от н.п. Тушково. Паспорт артскважины № 44504/88 содержит следующую геологическую информацию (таблица 4). Глубина артскважины № 44504/88 н.п. Тушково 62 м. Дебит скважины составляет 60 м<sup>3</sup>/час. Удельный дебит данной скважины 8,0 м<sup>3</sup>/час. Статический уровень воды по паспортным данным 7,5 м, а динамический уровень 15,0 м.

Кровля эксплуатируемого водоносного горизонта артскважины № 44504/88 н.п. Тушково вскрыта на глубине 55 м. Водовмещающие породы представлены известняком серым водоносным, мощностью 7 м. В разрезе скважины сверху – водоупорные породы (глины и глины серые с прослойками известняка, суммарной мощностью 45 м с коэффициентом фильтрации 0,001–0,0005 м/сут) перекрывают эксплуатируемый водоносный горизонт, что обеспечивает естественную защиту подземных вод от загрязнений с поверхности. Подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта являются напорными (величина напора составляет 47,5 м), что исключает нисходящую фильтрацию загрязнителей через водоупорные перекрытия.

Таблица 4 – Выписка из паспорта артскважины № 44504/88

Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
	от	до
Глина желтовато-серая, плотная	0	27
Песок разномзернистый, серый	27	37
Глина серая с прослойками известняка	37	55
Известняк серый плотный, водоносный	55	62

Территория первого пояса ЗСО артскважины № 44504/88 озеленена.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта артезианской скважины № 44504/88 н.п. Тушково являются защищенными от проникновения поверхностных загрязнителей.

**Ситуация 5. Первый пояс установлен 30 м, в пределах первого пояса находится водонапорная башня, ближайший источник загрязнения – молочно-товарная ферма расположена на расстоянии на 85 м от скважины.**

*Пример 5.* Артскважина № 9984/11885/64 расположена к востоку от н.п. Панкратовка. Паспорт артскважины № 9984/11885/64 содержит следующую геологическую информацию (таблица 5). Глубина артскважины № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка

65 м. Дебит скважины составляет 30 м<sup>3</sup>/час. Удельный дебит данной скважины 15 м<sup>3</sup>/час. Статический уровень воды по паспортным данным 6,0 м, а динамический уровень 8,0 м.

Таблица 5 – Выписка из паспорта артскважины № 9984/11885/64

Описание пород	Глубина залегания слоя, м	
	от	до
Суглинок красный, плотный	0	10
Глина желто-бурая, с валунами	10	31
Глина плотная	31	50
Глина с прослойками известняка	50	62
Известняк кристаллический, водоносный	62	65

Кровля эксплуатируемого водоносного горизонта артскважины № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка вскрыта на глубине 62 м. Водовмещающие породы представлены известняком кристаллическим, мощностью 3 м. В разрезе скважины сверху – водоупорные породы (суглинки, мощностью слоя 10 м с коэффициентом фильтрации около 0,01 м/сут, а ниже – глины и глины с прослойками известняка, суммарной мощностью 52 м с коэффициентом фильтрации 0,0005–0,00016 м/сут) перекрывают эксплуатируемый водоносный горизонт, что обеспечивает естественную защиту подземных вод от загрязнений с поверхности. Подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта являются напорными (величина напора составляет 56 м), что исключает нисходящую фильтрацию загрязнителей через водоупорные перекрытия.

В пределы радиуса ЗСО первого пояса артскважины № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка попадает: на С, З, В и Ю – озелененная территория, южнее от скважины на расстоянии 25 м расположена водонапорная башня.

Таким образом, исходя из вышеизложенного, подземные воды эксплуатируемого водоносного горизонта артезианской скважины № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка являются защищенными от проникновения поверхностных загрязнителей.

С учетом паспортных литологических условий в районе расположения артскважин (водоносный горизонт в пределах первого пояса зоны санитарной охраны артскважин защищен от проникновения поверхностного загрязнения: микробиологического, химического и других видов загрязнения) № 44504/88 н.п. Тушково, № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка, № 27647/74, н.п. Стан, № 19178/71 н.п. Сава Горецкого района Могилевской области; № 27502/76 г. Добруш, № 41745/86 г. Добруш Гомельской области, а также принимая во внимание отсутствие антропогенного воздействия на качество подземных вод, при содержании благоприятного прогноза соответствия качества вод требованиям безопасности в течении расчетного срока эксплуатации артскважин и наличие напора в эксплуатируемом водоносном горизонте, свидетельствующее об фактически имеющейся водоупорной кровле, первый пояс ЗСО для артскважин № 27647/74 н.п. Стан, № 19178/71 н.п. Сава Горецкого района Могилевской области; № 27502/76 г. Добруш, № 41745/86 г. Добруш Гомельской области; установлен радиусом 15 м, а для артскважин № 44504/88 н.п. Тушково, № 9984/11885/64 н.п. Панкратовка Горецкого района Могилевской области установлен радиусом 30 м.

### Список использованной литературы

1 Яковец, С.В. К вопросу обоснования защищенности подземных вод хозяйственно-питьевого назначения в Республике Беларусь / С.В. Яковец. // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды: сборник статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых (Лесосибирск, 2016 г.). – Лесосибирск : Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», 2016. – С. 162–164.

2 Национальный атлас Беларуси – Минск : Белкартография, 2002 г. – 126 с.

S.V. YAKOVETS

**ON THE FIRST BELT OF SANITARY PROTECTION ZONES  
FOR SINGLE BOREHOLES OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*The article considers typical cases encountered in the practice of the allocation of the first belt of sanitary protection zones of single artschwager in the Republic of Belarus and provides suggestions for real objects.*

УДК 624.131.3

О.Г. ЯЩЕНКО

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕКУЧЕСТИ ГРУНТА  
ПО ДАННЫМ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕЗУЛЬТАТАМ  
ЗОНДИРОВАНИЯ**

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

*В статье дается определение показателя текучести, приводятся методы его определения, описывается методика проведения испытаний. Сравнительная оценка показателя текучести, определяемого различными методами, отражена на примере исследования моренной супеси днепровского горизонта. Также в статье приводится сопоставление показателя текучести с показателем консистенции.*

Важнейшей составной частью большинства грунтов является жидкая компонента. Вода жидкой компоненты, находящаяся в грунтах, энергетически неоднородна: молекулы воды в непосредственной близости от минеральной поверхности испытывают силы притяжения, которые искажают ее структуру. Поэтому в грунтах помимо свободной выделяют связанную воду. Связанная вода находится и удерживается в наиболее мелких порах и трещинах горных пород и испытывает со стороны поверхности твердой компоненты «связывающее» влияние разной природы и интенсивности, изменяющие структуру и придающие ей аномальные свойства. Такое влияние особенно сильно проявляется в глинистых грунтах, поскольку они обладают высокой степенью гидрофильности, и сказывается на формировании их физико-механических свойств [1].

Влажностные характеристики содержания различных категорий воды в грунтах наиболее просто определяются с помощью лабораторных анализов. Благодаря этому они широко внедрились в практику инженерно-геологических исследований. К таким характеристикам в числе прочих относятся естественная влажность грунта  $w$ , влажность нижнего  $w_p$  и верхнего  $w_L$  пределов пластичности, которые, в свою очередь, определяют показатель текучести  $I_L$ .

Согласно «ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация», *показатель текучести*  $I_L$ , д.е. – это показатель состояния (консистенции) глинистых грунтов, определяемый по формуле:

$$I_L = \frac{w - w_p}{I_p}, \quad (1)$$

где  $w$  – естественная влажность грунта, %;

$w_p$  – влажность на границе раскатывания, %;

$I_p$  – число пластичности, %.

Число пластичности, в свою очередь, определяется как разность влажности на границе текучести  $w_L$  и влажности на границе раскатывания  $w_p$ :

$$I_p = w_L - w_p. \quad (2)$$

Консистенция глинистых пород при действии на них одинаковыми стандартными внешними усилиями, но при различной влажности может быть текучей, пластичной или твердой. Следовательно, физическое состояние глинистых пород зависит от их напряженного состояния. Поскольку в глинистых грунтах действуют структурные связи разной прочности и водостойкости, их консистенция может быть скрытопластичной либо скрытотекучей. При нарушении естественного сложения глинистые грунты становятся явнопластичными или явнотекучими. В соответствии с этим при нарушении естественного сложения глинистых пород изменяются и прочность, деформируемость и устойчивость, хотя влажность остается неизменной. Это указывает на то, что при характеристике и оценке физического состояния глинистых пород необходимо учитывать как их влажность, так и сложение. В связи с тем, что существует зависимость между сложением и плотностью грунта, важно отметить, что при исследованиях показателя текучести  $I_L$  плотность грунта принимают постоянной ( $\rho \approx \text{const}$ ).

Существует два различных метода определения показателя текучести: полевой и лабораторный [2, 3].

Лабораторный метод определения показателя текучести заключается в определении границы текучести и границы раскатывания [2]. *Границу текучести* определяют, как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирный конус (конус Васильева) погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм. Для этого образец грунта природной влажности предварительно разминают шпателем в фарфоровой чашке или нарезают ножом в виде тонкой стружки, удалив из него растительные остатки крупнее 1 мм, затем подготовленную грунтовую пасту тщательно перемешивают шпателем и небольшими порциями плотно укладывают в цилиндрическую чашку к балансирному конусу. Балансирный конус, смазанный тонким слоем вазелина, подводят к поверхности грунтовой пасты так, чтобы его острие касалось пасты. Затем плавно отпускают конус, позволяя ему погружаться в пасту под действием собственного веса. *Границу раскатывания* (пластичности) определяют, как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3 мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3–10 мм. Кусочки распадающегося жгута собирают в стаканчики, накрываемые крышками. Когда масса грунта в стаканчиках достигнет 10–15 г, определяют влажность [2].

Внимание здесь следует обратить на то, что при применении лабораторного метода используется грунт *нарушенной структуры*, в то время как при полевом методе используется грунт в *естественном сложении*, кроме того, химический состав воды в грунте при проведении лабораторных и полевых исследований различен.

В полевых условиях показатель текучести определяется с помощью зондирования.

Рассмотрим применение статического зондирования. Испытание грунта методом статического зондирования проводят с помощью специальной установки, обеспечивающей вдавливание зонда в грунт. При статическом зондировании по данным измерения сопротивления грунта под наконечником и на боковой поверхности зонда определяют:

- удельное сопротивление грунта под наконечником (конусом) зонда  $q_c$ ;
- удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности (муфте трения) зонда  $f_s$  (для электрического зонда) [3].

Показатель текучести в данном случае определяют по ТКП 45-5.01-2005 (02250) [4].

Сам процесс зондирования (взаимодействия зонда с породой) очень сложен и до настоящего времени нет общепризнанной теории, описывающей его аналитически. Тем не менее, накопленный в этой области опыт проведения экспериментальных работ позволяет связывать результаты зондирования с показателями состава, состояния и свойств пород.

Важно отметить влияние формы и размеров наконечников зонда на результаты испытаний. Несмотря на то, что общепринятого мнения в данном вопросе не имеется, большинство исследователей считают, что увеличение диаметра зонда до 100 мм ведет к некоторому снижению величины  $q_c$ . При этом в более плотных породах оно проявляется более отчетливо. Угол заострения наконечника практически не влияет на удельное сопротивление  $q_c$ , однако оказывает существенное влияние на удельное трение. Чем выше его заострение, тем выше трение породы по боковой поверхности.

Сравнение лабораторного и полевого методов определения показателя текучести проведем наглядно, изучая характеристики моренных отложений (*gIId*) днепровского горизонта. Материалы получены при прохождении производственной практики в ОАО «Институт Гомельоблстройпроект» [5]. Изучению подлежат два инженерно-геологических элемента, в результате изысканий, определяемых как:

- 1) супесь моренная пластичная средней прочности (ИГЭ 1);
- 2) супесь моренная пластичная прочная (ИГЭ 2).

Показатели, основанные на лабораторных данных, определены простыми математическими вычислениями (формулы 1, 2). При определении же показателя текучести по данным зондирования в ТКП 45-5.01-2005 (02250) предусмотрено 2 варианта установления искомого значения (при отсутствии необходимого в таблице): интерполяцией и по формуле (3) (Приложение В настоящего ТПК).

$$I_L = 0,352 - 0,184 \ln q_c. \quad (3)$$

При расчетах искомого показателя в данном случае был применен второй способ. Исходные данные и определенные по ним показатели представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные и определяемые по ним показатели текучести

	Лабораторные данные				Данные зондирования		
	$w, \%$	$w_p, \%$	$w_L, \%$	$I_L, \text{ д.ед}$	$q_c, \text{ МПа}$	$f_s, \text{ МПа}$	$I_L, \text{ д.ед}$
ИГЭ 1	12,56	10,85	15,78	<b>0,35</b>	1,92	0,07	<b>0,23</b>
ИГЭ 2	12,58	10,83	15,83	<b>0,36</b>	4,68	0,10	<b>0,07</b>

Анализируя полученные значения, легко заметить, что показатели текучести по данным зондирования существенно меньше показателей, определяемых по лабораторным данным. Это объясняется, в большей степени, тем фактом, что при определении показателя по данным зондирования, в отличие от лабораторных исследований, не нарушается естественная структура грунта. Кроме того, необходимость пересчета при переходе от грунтов естественного сложения к грунтам, нарушенным ведет за собой некоторые погрешности. В связи с этим возникает вопрос, следует ли сопоставлять



показатели текучести при нарушенном и ненарушенном сложении. Еще одним фактом, свидетельствующим в пользу того, что данные показатели не следует отождествлять между собой, является то, что давление на грунт, оказываемое наконечником зонда и конусом, применяемом в пенетрационном методе, существенно различны.

В связи с этим Павел Онуфриевич Бойченко в 1964 году теоретически обосновал и ввел в научный оборот термин *показатель консистенции ( $C_B$ ) грунта ненарушенной структуры* [6]. Это интегральный показатель, зависящий от естественной влажности, плотности, особенностей текстуры и микростроения грунта, и в конечном итоге его величина определяется, прежде всего, типами контактов между отдельными элементами грунтовой системы, а также площади этих контактов. Следовательно,  $C_B$  объективен и является показателем состояния грунта и определяет исходное состояние грунта в естественном сложении.

Данный показатель определяется при помощи конуса Бойченко методом лабораторной пенетрации. Метод сводится к определению глубины погружения конуса в грунт и последующему переходу от измеряемой величины непосредственно к показателю консистенции грунта  $C_B$ .

Классификация консистенции грунтов по  $I_L$  при нарушенном сложении и  $C_B$  при ненарушенном сложении представлена в таблице 2, по которой можно оценить соотношение этих показателей [6].

Таблица 2 – Классификация консистенции грунтов по показателям текучести  $I_L$  и консистенции  $C_B$

Показатель текучести $I_L$	Показатель консистенции $C_B$	Консистенция грунта
< 0	< -0,25	твердая
0–0,25	-0,25–0	полутвердая
0,25–0,5	0–0,25	тугопластичная
0,5–0,75	0,25–0,75	мягкопластичная
0,75–1	0,75–1	текучепластичная
> 1	> 1	текучая

Злобин Д.Ю. и Семенова Л.К. в своей статье «Показатели текучести и консистенции – основные физико-химические характеристики состояния грунтов» отмечают, что главным преимуществом конуса Бойченко является определение пределов пластичности одним методом, что полностью исключает субъективность лабораторного определения разными методами (определение предела текучести и предела раскатывания) [6].

Таким образом, следует разграничивать показатель текучести и показатель консистенции, определяя первый как характеристику грунта нарушенной структуры, а последний как характеристику грунта естественного сложения. Стоит отметить, что данные показатели не заменяют, а дополняют друг друга. Это объяснимо тем, что несущая способность грунтов, определяемая разными методами, может существенно различаться. В таких случаях для избежания повреждения (или даже разрушения) инженерных сооружений за истинный принимают наихудший с точки зрения инженерно-геологических условий результат, а именно наименьшую несущую способность.

### Список использованной литературы

1 Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королев, Е.А. Вознесенский, Г.А. Голодковская, Ю.К. Васильчук, Р.С. Зиангиров; под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.

2 ГОСТ 19912 – 2012. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием. – Взамен ГОСТ 19912 – 2001; введ. 01.11.2013. – М. : МНТКС, 2012. – 36 с.

3 ГОСТ 5180 – 84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – Взамен ГОСТ 5180 – 75, ГОСТ 5181 – 78, ГОСТ 5182 – 78, ГОСТ 5183 – 77; введ. 01.07.1985. – М., Издательство стандартов, 1985. – 24 с.

4 ТКП 45-5.01-15-2005 (02250). Прочностные и деформационные характеристики грунтов по данным статического зондирования и пенетрационного каротажа. Правила определения = Триваласныя і дэфармацыйныя характарыстыкі грунтоў па даных статычнага зандзіравання і пенетрацыйнага каратажу. Правіла вызначэння. – Введ. 01.07.2006. – Минск : БелНИСС: Госстандарт, 2006. – 21 с.

5 Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям для объекта: «30-квартирный жилой дом в аг. Еремино Ереминского сельсовета Гомельского района».

6 Здобин, Д.Ю., Семенова, Л.К. Показатели текучести и консистенции – основные физико-химические характеристики состояния грунтов // Журнал «Инженерные изыскания». – 2013. – № 5. – С. 28–33.

*O.G. YASCHENKO*

***COMPARATIVE APPRAISAL OF THE SOIL LIQUIDITY INDEX BY LABORATORY RESEARCH DATA AND PROBING RESULTS. THE CONSISTENCE INDEX***

*The article gives a definition of the liquidity index, describes methods for determining it and the test procedure. A comparative appraisal of the liquidity index, determined by different methods, is shown in the example of the research of the moraine sandy loam from the Dnieper horizon. In the article also compares the liquidity index with the consistence index.*

# ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА, МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

---

УДК 550.83: 553.982 (476.2)

А.И. ГУЦ

## РОЛЬ СЕЙСМОФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНО-УГОЛЬСКОЙ ПЛОЩАДИ (ПРИПЯТСКИЙ ПРОГИБ) ПО ДАННЫМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СЪЕМКИ 3D

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
anna-guts@bk.ru*

*Статья посвящена влиянию сейсмофациального анализа на установление перспективной нефтеносности на примере Восточно-Угольской площади (Припятский прогиб), а также выявлению закономерностей в условиях осадконакопления по картам сейсмофаций на сопредельных площадях.*

При разведке месторождений нефти и газа на территории Припятского прогиба особое внимание уделяют малоамплитудным сбросам и взбросам, а также краевым участкам месторождений, т. к. большая часть нефтеперспективных участков на территории прогиба связана со сложными геологическими условиями. Несмотря на хорошую изученность территорий в целом, точное восстановление структурных поверхностей глубоких горизонтов установить точно достаточно проблематично. В связи с увеличением доли разведки нефти и газа в сложных геологических условиях стандартные методы, применяемые при сейсмических исследованиях, уже не обеспечивают уверенного решения поставленных геологических задач. В связи с чем необходимо постоянное опробование и внедрение новых технологий ведения работ для увеличения достоверности прогноза и эффективности геофизических исследований.

При наличии сейсмических съемок 3D чаще всего применяют комплексный сейсмофациальный анализ. Выделение сейсмофаций по результатам анализа изменения волновой картины создает основу для определения и картирования нефтеперспективных участков. На сегодняшний день эта технология наиболее широко используется при интерпретации данных сейморазведки 3D.

На рынке представлена линейка программных продуктов, реализующих технологии автоматической классификации на основе нейронных сетей и других алгоритмов кластерного анализа (модуль *SeisClass* системы *GeoFrame* компании *Schlumberger*; *PostStack/Pal* компании *Landmark*; программный пакет *VisualVoxAt* компании *Roxar*).

Цель сейсмофациального анализа – восстановление обстановки осадконакопления и прогноз литофаций.

Обычно в рамках сейсмофациального анализа изучают динамические параметры такие, как частоты, фазы и амплитуды. Данные параметры вместе с данными ГИС, изучением керна и др. позволяют сделать предположения об условиях осадконакопления и литологии. Наряду с амплитудными характеристиками используется кластерный

анализ, который проводят с использованием программного продукта *VisualVoxAt*. Распределение классов и форм сигналов вдоль исследуемых горизонтов проводится обычно с применением технологии нейронных сетей (ТНС), позволяющей определять и интерполировать эталонные характеристики изученных бурением участков на неизученные площади

Ближайшей скважиной, вскрывшей подсолевой комплекс в сейсмогеологических условиях, аналогичной Восточно-Угольской подсолевой структуре (на момент проведения (на момент проведения 3D сейсмической съемки на Восточно-Угольской площади) (рисунок 1), является скважина № 9001-Южно-Осташковичская. Однако, значительное удаление скважины от изучаемых блоков, сложные сейсмогеологические условия (наличие соляного купола, мелкоблочные, большие углы наклона, крупноамплитудные разломы и др.) не позволяют использовать данные ГИС по скважине № 9001-Южно-Осташковичская при динамическом анализе. Вследствие чего, на данных участках, прогноз ФЕС подсолевых отложений, выполнен на основе сейсмофациального и атрибутного анализа волнового поля, основанных на изучении таких параметров сейсмической записи, как амплитуда, форма, частота, фаза, регулярность сейсмического сигнала без привлечения скважинных данных.

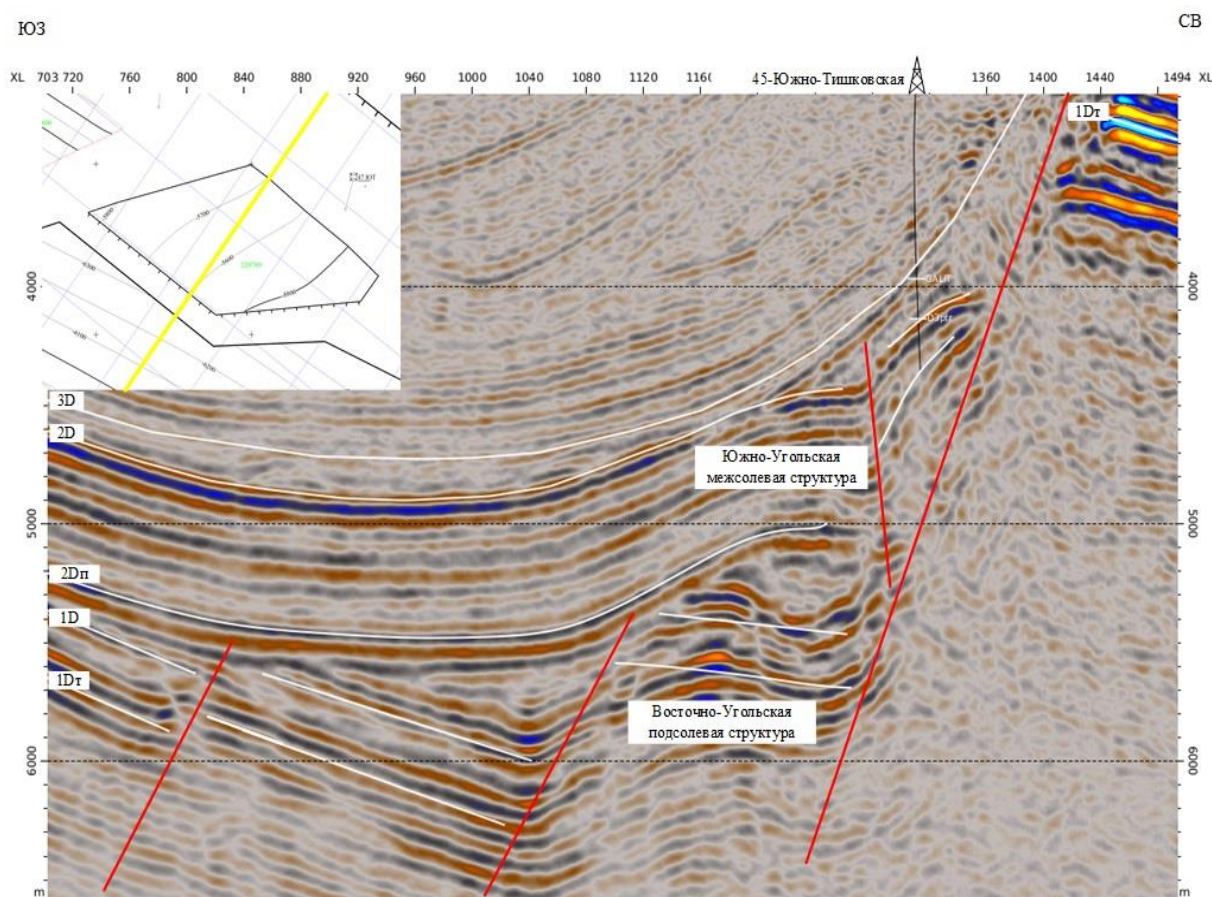


Рисунок 1 – Глубинный динамический разрез. Inline1550.  
Восточно-Угольская подсолевая структура [4]

Нейронные сети используются для распознавания и оценки изменения формы сейсмического сигнала на изучаемом интервале в зависимости от фациальной принадлежности. Как правило, карта, построенная для одного атрибута, не дает полного представления, поэтому способность ТНС выявлять устойчивые зависимости в условиях встречающихся

помех и отражать все тонкости сейсмического волнового поля позволяет повысить точность определения литофаций. Исходя из этого строятся карты сейсмофаций.

Сейсмофациальный анализ волнового поля на Восточно-Угольской площади проводился в программном комплексе *Stratimagic* компании *Paradigm Geophysical*. *Stratimagic*, с использованием принципа выделения сейсмических фаций (классов) по форме сигнала, являющейся функцией амплитуды, частоты, степени непрерывности и т. д, с помощью технологии нейронных сетей. Карты сейсмических фаций в комплексе с данными ГИС позволили сделать предположения о характере распространения литологических фаций на исследуемой территории.

Методика изучения целевых объектов на основе сейсмофациального анализа заключалась в следующем:

- корреляция сейсмических горизонтов, приуроченных к кровле и/или подошве стратиграфических единиц – свит, пластов;
- создание блока пропорциональных, параллельных кровле/подошве пласта срезов, их визуальной оценке на предмет выделения локальных неоднородностей (аномалий), которые могут представлять геологический интерес;
- выделение временного интервала, содержащего объект исследования, построение временных карт кровли и подошвы объекта исследования, построение карты сейсмофаций.

Корреляция выполнялась во временной области по отражающему горизонту 1Dt (кровля подсолевой терригенной толщи). Привязка осуществлялась по накопленному опыту и по аналогии интерпретации на I промежуточном блоке Восточно-Осташковичской структуры. Сейсмический горизонт 1Dt по всему Припятскому прогибу характеризуется ярко выраженной низкочастотной отрицательной фазой колебания, связанной с резким уменьшением значений акустического импеданса на контакте пород семилукско-саргаевского ( $D_{3sm-sr}$ ) и ланского ( $D_{2-3ln}$ ) горизонтов подсолевой толщи [4].

С целью проведения динамического анализа по всем пластам, в которых были подсчитаны запасы, дополнительно методом схождения, с определенной долей погрешности, были построены карты воронежского ( $D_{3vr}$ ), семилукско-саргаевского ( $D_{3sm-sr}$ ), ланского ( $D_{2-3ln}$ ) и полоцкого/старооскольского ( $D_{2plc}/D_{2st}$ ) горизонтов.

Визуальный анализ пропорциональных срезов, рассчитанных с шагом, соизмеримым с дискретностью сейсмической записи, выполнен для временных интервалов воронежского ( $D_{3vr}$ ), семилукско-саргаевского ( $D_{3sm-sr}$ ), ланского ( $D_{2-3ln}$ ) и полоцкого / старооскольского ( $D_{2plc}/D_{2st}$ ) горизонтов. Впоследствии по этим пластам была проведена классификация и построены сейсмофациальные карты (рисунок 2).

Карты сейсмофаций строились в несколько итераций с разным количеством фаций (от 2 до 12). На Восточно-Угольской подсолевой структуре картина немного отличается от соседнего Угольского блока, который гипсометрически расположен выше. В Угольской структуре карты строились в несколько итераций с разным количеством фаций и все они указывали на наличие 2 зон, значительно отличающихся по условиям осадконакопления. В Восточно-Угольской – фации более раздроблены, вследствие чего для большего дифференцирования было принято решение сейсмофациальные карты строить с 12 классами фаций (рисунок 2).

Согласно карте литолого-фациального районирования отложений старооскольского ( $D_{2st}$ ) и ланского ( $D_{2-3ln}$ ) возраста Припятского прогиба, Восточно-Угольская подсолевая структура так же, как и Угольская находится в пределах поля I. Данное поле характеризуется обширным распространением в центральной и северо-восточной части Припятского прогиба [4]:

- отложений семилукского возраста Припятского прогиба – в пределах IV поля, которое имеет широкое распространение и занимает почти всю Речицко-Вишанскую ступень и частично захватывает Червонослободско-Малодушинскую;



– отложений речицко-воронежского возраста Припятского прогиба – в пределах I литолого-фациального поля и соответствуют наиболее глубоководной части палеобассейна, характеризующейся наибольшими суммарными мощностями рассматриваемых отложений.

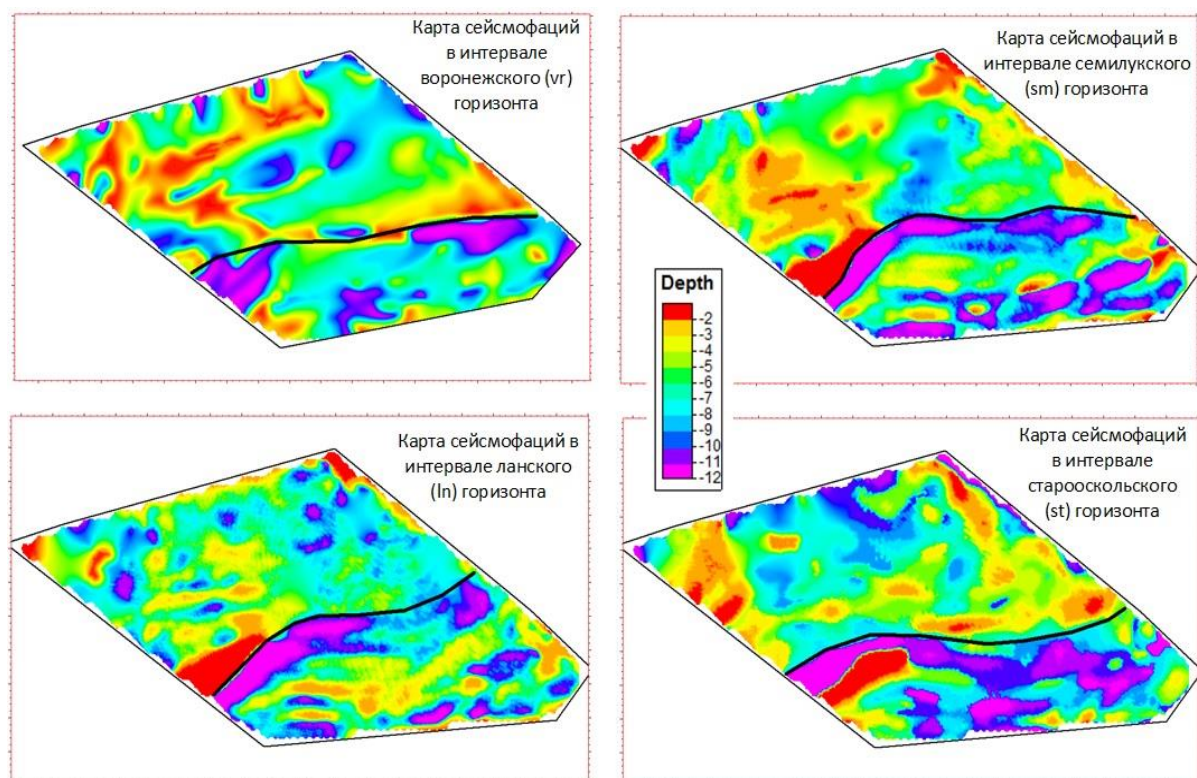


Рисунок 2 – Результаты сейсмофациального анализа (карты сейсмофаций).  
Восточно-Угольская подсолевая структура [4]

Приведенные обстоятельства, а также близость Угольского и Восточно-Угольского блоков позволяют предположить у них одинаковые условия осадконакопления. Однако, анализируя карты сейсмофаций воронежского ( $D_{3vr}$ ), семилукско-саргаевского ( $D_{3sm-sr}$ ), ланского ( $D_{2-3ln}$ ) и старооскольского ( $D_{2st}$ ) горизонтов на Восточно-Угольской подсолевой структуре наблюдается раздробленность и дифференцированность сейсмофаций, которая, возможно, связана с большими глубинами залегания и как следствие возможным развитием вторичных процессов. На картах сейсмофаций наблюдается закономерность: зональное изменение сейсмофаций в вершине блока.

### **Выводы.**

Несмотря на отсутствие скважинных данных в пределах Восточно-Угольского блока, что не позволяет выполнить прогноз ФЕС на количественном уровне, получены следующие результаты:

- проведен сейсмофациальный анализ волнового поля, результаты которого увязаны с представлениями о литологических особенностях подсолевого комплекса данного района;
- в интервале воронежского ( $D_{3vr}$ ), семилукско-саргаевского ( $D_{3sm-sr}$ ), ланского ( $D_{2-3ln}$ ) и старооскольского ( $D_{2st}$ ) горизонтов выполнен атрибутный анализ параметров волнового поля;
- согласно полученным результатам скважина № 1 – Угольская (смежная Угольская площадь) вскрыла подсолевой карбонатный комплекс в пределах юго-восточной

части сейсмической аномалии, как и прогнозировалось, характеризующейся улучшенными коллекторскими свойствами. По результатам бурения в 2016 году подтвердились литолого-фациальные условия образования комплекса. Отложения стреличевских слоев воронежского ( $D_{3vr}$ ) и семилюкского ( $D_{3sm}$ ) горизонтов представлены пористо-кавернозными доломитами с выпотами нефти, что свидетельствует о существовании зоны развития органогенной постройки (ядерная или склоновая ее часть), а также подтвердилась нефтеносность подсолевых карбонатных отложений ( $D_{3vr(str)}$  и  $D_{3sm}$ ) [4];

– анализ толщин и вещественного состава отложений подсолевых комплексов промежуточных блоков, находящихся в аналогичных геологических условиях, а также сопоставление их с полученными результатами сейсмофациального анализа на сопредельной Угольской структуре, дает основание предполагать, что развитие и распространение пород-коллекторов Восточно-Угольского блока аналогично Угольскому подсолевому блоку с установленной промышленной нефтеносностью;

– результаты литолого-фациального районирования, а также близость Угольского и Восточно-Угольского блоков позволяют предположить у них одинаковые условия осадконакопления;

– по результатам сейсмофациального и атрибутивного анализа в вершине Восточно-Угольского блока (юго-восточная часть) в интервале воронежского ( $D_{3vr}$ ), семилюкско-саргаевского ( $D_{3sm-sr}$ ), ланского ( $D_{2-3ln}$ ) и старооскольского ( $D_{2st}$ ) горизонтов локализованы аномалии, которые подтверждаются зональностью сейсмофаций, в пределах которых прогнозируются улучшенные коллекторские свойства отложений подсолевого комплекса. Однако на Восточно-Угольской структуре наблюдается раздробленность и дифференцированность сейсмофаций подсолевого комплекса, которая возможно связана с большими глубинами залегания и как следствие возможным развитием вторичных процессов.

### Список использованной литературы

1 Геологическая интерпретация данных сейсморазведки при региональных и поисковых работах в сложнопостроенных средах / В.В. Шиманский, А.Л. Ронин, В.А. Рыльков, Н.А. Караев, С.В. Шиманский («Геология нефти и газа» от 04.2011)

2 Топычканова, Е.Б. Роль сейсмофациального анализа при выявлении литологических залежей неокома по данным пространственной съемки 3D / Е.Б. Топычканова, А.В. Матаев // «Нефтяное хозяйство» от 09'2011.

3 Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки для подсчета запасов углеводородов в условиях карбонатных пород с пористостью трещинно-кавернового типа / В.Б. Левянт, И.Ю. Хромова, Д.Е. Кашеев, К.Н. Керусов, В.В. Колесов; под редакцией В.Б. Левянта. – Москва : ЦГЭ, 2010. – 251 с.

4 Отчет о выполненной работе по договору от 11.2016 / Анализ и обобщение результатов геологоразведочных работ на площадях РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» за 2016 год.

*H.I. HUTS*

### ***THE ROLE OF SEISMIC FACIES ANALYSIS OF OIL-PERSPECTIVE AREAS IN THE CASE OF EAST-UGOLSKAYA AREA (THE PRIPYAT TROUGH) BASED ON RESULTS OF THREE-DIMENSIONAL SEISMIC METHOD (3D)***

*The article is devoted to the influence of seismo-facies analysis at the exploration of oil-perspective areas in the case of East-Ugolskaya area (the Pripyat trough), and the identification of patterns in sedimentation from maps of seismic facies in adjoining areas.*



В.В. ДАНИЛЕНКО, И.А. ЯШИН

**ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ  
ПЕТРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА  
БОРЩЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
V.Danilenko@beloil.by, I.Yashin@beloil.by*

*Рассмотрены особенности литолого-петрографического состава отложений, выделены основные циклы осадконакопления и соответствующие им литологические типы, приводится анализ изменения фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов, литологически обособлены основные фашии осадконакопления, определены участки, перспективные в отношении постановки нефтепоисковых геологоразведочных работ. В работе приведены результаты литолого-фациальных исследований отложений петриковского возраста, вскрытых в пределах Борщевского месторождения Припятского прогиба.*

***Введение и актуальность***

Борщевское месторождение открыто в 1978 г. скв. № 7, при испытании отложений петриковского горизонта (инт. 1831-1848 м) получен промышленный приток нефти дебитом 9,6 м<sup>3</sup>/сут [4]. Залежь нефти генетически связана с развитой в исследуемых отложениях органогенной постройкой [1]. Восточнее скв. № 7 пробурена скв. № 4, в которой при испытании разновозрастных отложений получен непромышленный приток нефти.

В связи с понижением пластового давления в залежи, разработка месторождения несколько раз останавливалась. Более того, гидродинамическая связь между скважинами №№ 7 и 4 в настоящее время установлена не была. Отмеченные обстоятельства обусловили выбор раздельного подсчета запасов углеводородов по этим объектам.

С целью картирования границ замещения или выклинивания пород-коллекторов, выяснения характера неоднородности литологического разреза отложений, а также выделения новых объектов, перспективных по литологическому критерию на постановку нефтепоисковых геологоразведочных работ проведено литолого-фациальное районирование отложений петриковского горизонта Борщевского месторождения.

***Материалы исследований***

При проведении литолого-фациальных исследований отложений петриковского возраста в пределах Борщевского месторождения использовано литологическое описание полноразмерного керна, общей длиной 175,1 м, отобранного из 11 скважин, результаты его лабораторных исследований (карбонатность, пористость) в количестве 480 определений, детальное описание 55 стандартных петрографических шлифов, результаты интерпретации ГИС, а также данные, приведенные в опубликованной литературе.

Большое значение имели графические материалы, использованные при написании данной работы: структурные карты, карты мощностей, пористости, глинистости, лито-фациального районирования, а также схемы-корреляции отложений межсолевого комплекса Борщевского месторождения и близлежащих территорий с выделением маркирующих реперов: I: скв. №№ 1 – Гордеевская – 9 – 10 – 1 – 13; II: скв. №№ 9008 – 7 – 4 – 12; III: скв. №№ 20 – Александровская – 1 – Ю-Борщевская – 16 – 2 – 3 – 14; IV: скв. №№ 1 – Ю-Борщевская – 9008 – 9; V: скв. №№ 16 – 7 – 10; скв. №№ 2 – 4 – 13.

### ***Литолого-стратиграфическая характеристика***

В Припятском прогибе отложения петриковского возраста формировались в главную (позднефранско-фаменскую) стадию рифтообразования и завершают разрез отложений межсолевого комплекса [2]. Нижняя граница горизонта соответствует кровле отложений дроздовских слоев елецкого горизонта и проводится в пределах Борщевского месторождения по смене мощной вулканогенной толщи елецкого возраста более карбонатной толщиной петриковского времени, что четко отражается по интенсивности кривой ГК на каротажных диаграммах. Верхняя граница петриковского горизонта достаточно четкая и является региональным репером, который выделяется в основании галитовой подтолщи верхнесоленосного комплекса [5].

В направлении расположения скважин №№ 4, 13, 1, 10, 9, 9008, 2, 16 толщины отложений постепенно увеличиваются до 40,9; 49,6; 42,8; 42,8; 46,5; 42,4; 33,0; 45,8 м соответственно, что свидетельствует о погружении территории в северном направлении. Закономерное уменьшение толщин отмечается в районе расположения скважин №№ 12, 3, 14, где они изменяются от 38,9 м до 34,8; 31,4 м (рисунок 1).

В центральной сводовой части исследуемой территории в районе скв. № 7 толщины отложений петриковского возраста – минимальные и составляют 29,4 м, что, по-видимому, может быть связано с размывом нижней части разреза и, в свою очередь, прослежено по схеме-корреляции через скважины №№ 7 – 4 – 12 (рисунок 2).

### ***Литолого-фациальные особенности***

Отложения петриковского горизонта в пределах Борщевского месторождения формировались в условиях относительно мелководного бассейна на протяжении трех основных циклов осадконакопления: *вулканогенно-карбонатного (I)*, *карбонатно-органогенного (II)* и преимущественно *карбонатно-глинистого (III)*. Выделенные циклы и соответствующие им литологические типы пород прослеживаются по схеме-корреляции (см. рисунок 2).

В нижней части разреза петриковского горизонта выделен *вулканогенно-карбонатный тип (I)*, который литологически по результатам описания керн, петрографических шлифов и данным ГИС сложен известняками серыми, коричневато-серыми, светло-серыми, доломитистыми, глинистыми, окремненными, массивными, плотными, крепкими, трещиноватыми, часто переслаивающимися с известняками чистыми, иногда органогенно-водорослевыми (рисунок 3 А-Б), комковато-бугристыми, с включениями и прослоями туфоизвестняков (рисунок 3 В-Г), реже туфодоломитов и туфов (скв. №№ 10, 9, 4, 7, 2, 9008) (рисунок 3 Д-Е).

*Карбонатно-органогенный тип (II)* характерен для средней части разреза отложений петриковского горизонта. Породы представлены известняками серыми, светло- и темно-серыми, зеленовато-серыми до темных, часто доломитизированными, слабоглинистыми, органогенно-водорослевыми, бугристо-комковатыми. Отличительной особенностью описываемой части разреза от нижележащих отложений, является значительное преобладание органических остатков (онколиты, брахиоподы, криноидеи, мшанки, гастроподы и др.) (рисунок 4 А-Б, В-Г). Как и для подстилающих отложений, породам характерно наличие тонко- и микрозернистого неравномерно рассеянного кремнезема и пирита. Отмечается вторичная доломитизация в виде рассеянных ромбовидных, часто растресканных и замутненных зерен доломита. Встречаются породы с брекчиевидной текстурой, состоящие из обломков известняков (рисунок 4 Д-Е), реже доломитов, цементированных кальцитом.

*Карбонатно-глинистый тип (III)* соответствует верхней кровельной части разреза петриковского горизонта. В литологическом отношении сложен более глинистыми разностями: известняками глинистыми с прослоями мергелей (рисунок 5). Отложения прослеживаются по площади месторождения повсеместно, выклиниваясь лишь в районе расположения скважин №№ 3 и 14.

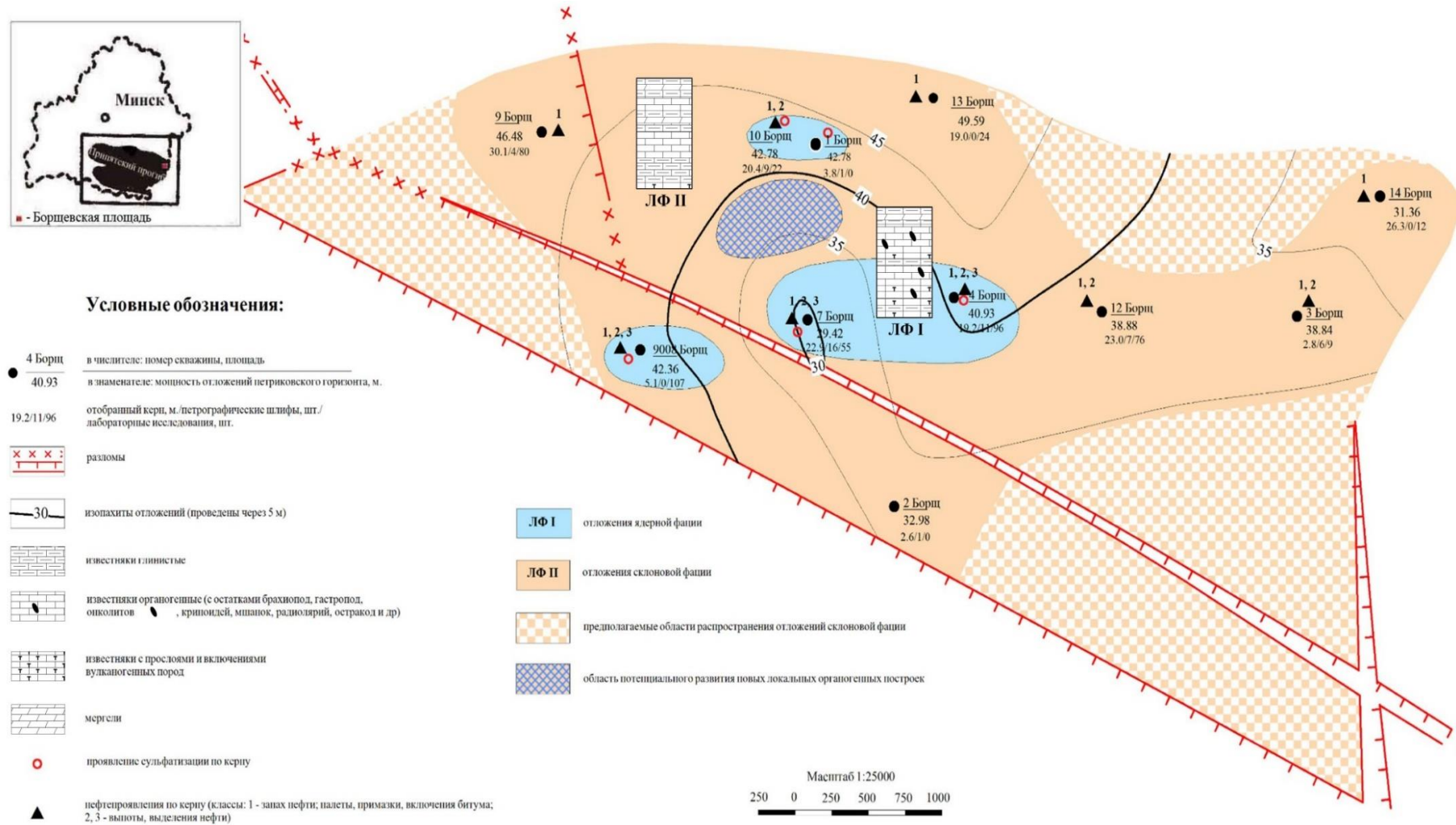
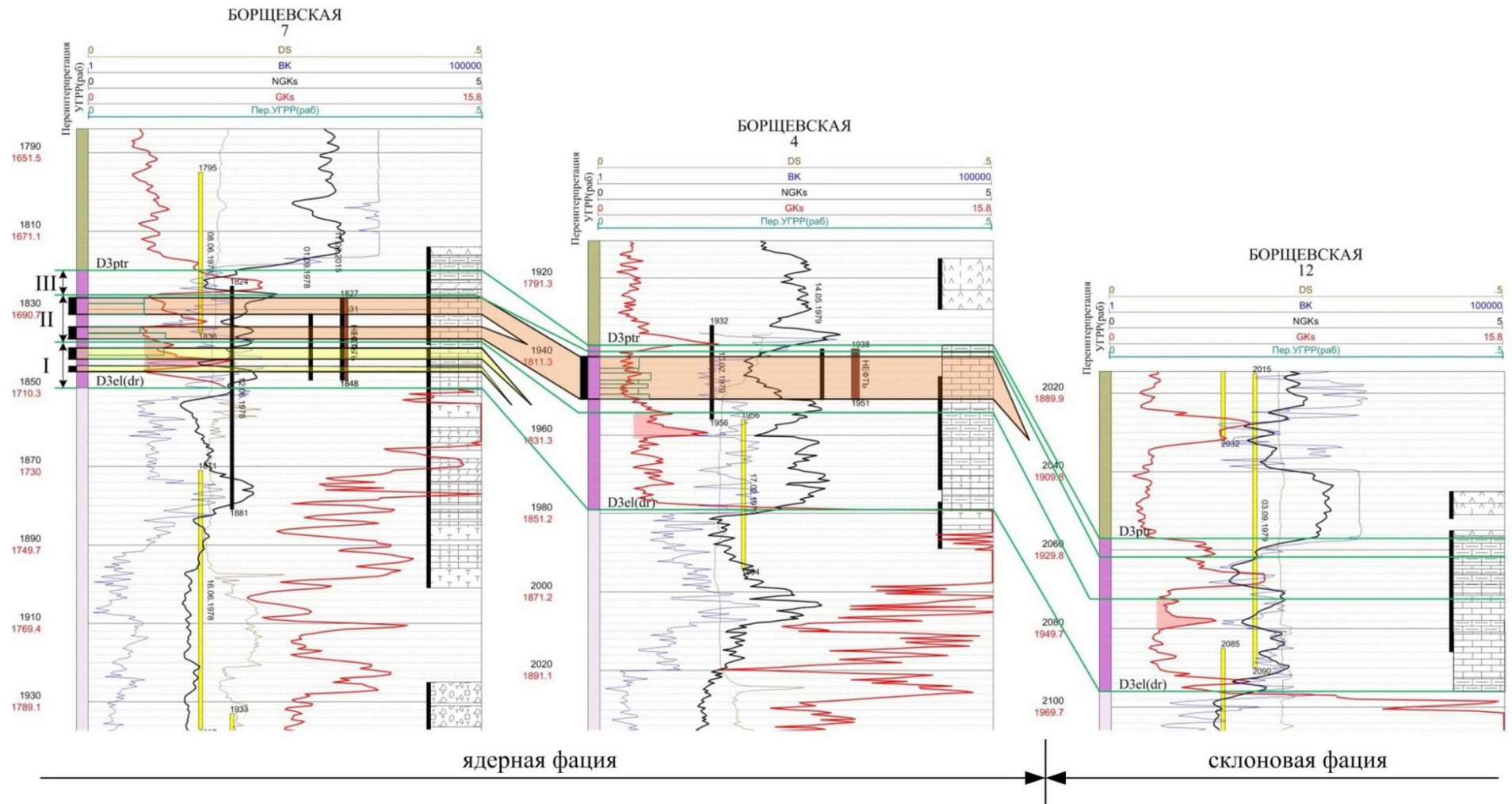


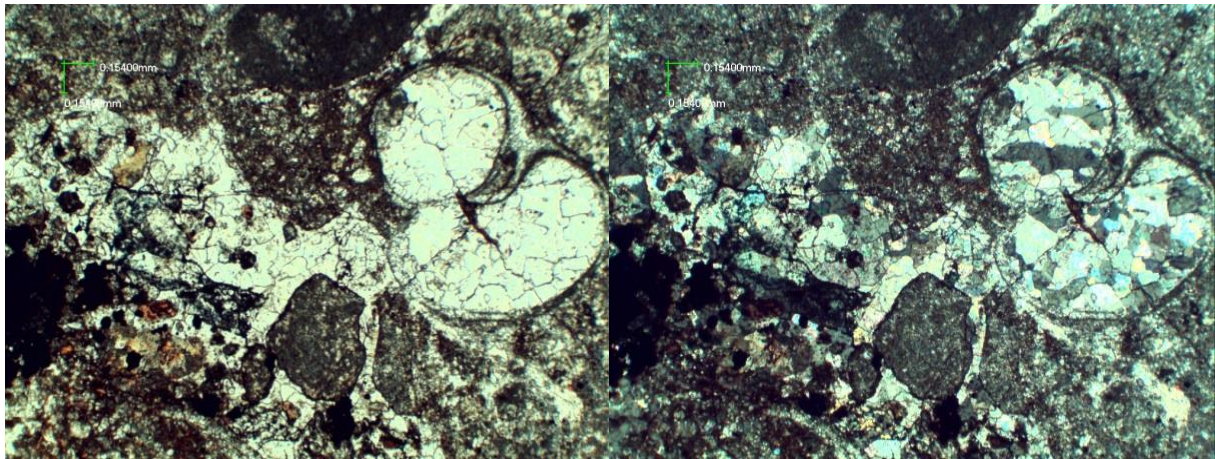
Рисунок 1 – Схема литолого-фациального районирования отложений петриковского горизонта в пределах Борщевского месторождения (ОЛиС, БелНИПИнефть)



Циклы осадконакопления: I – вулканогенно-карбонатный; II – карбонатно-органогенный; III – карбонатно-глинистый

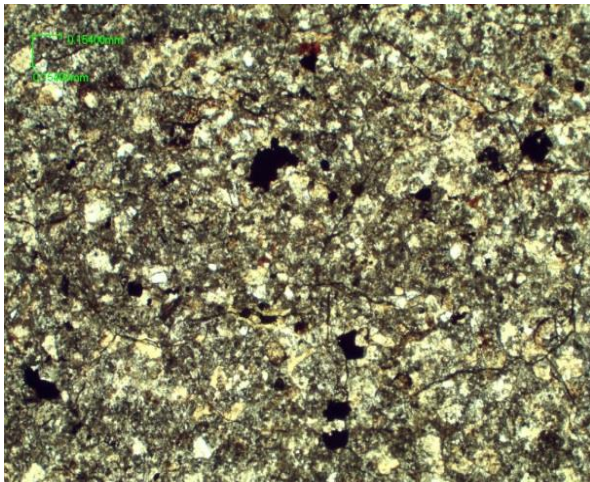
Рисунок 2 – Схема-корреляции по линии скв. №№ 7 - 4 - 12. Масштаб 1:1000. (ОЛис, БелНИПИнефть)



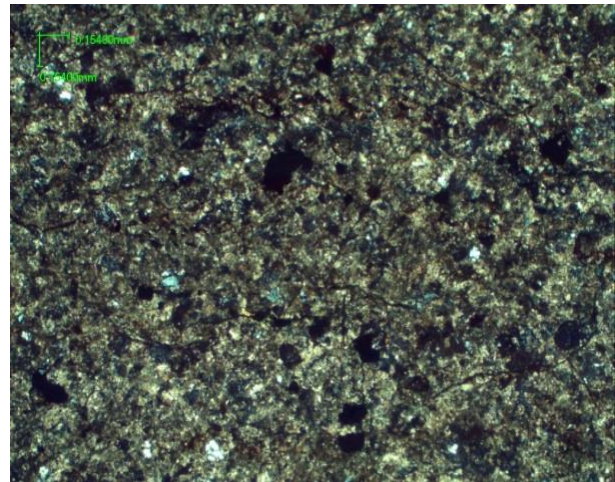


**А**

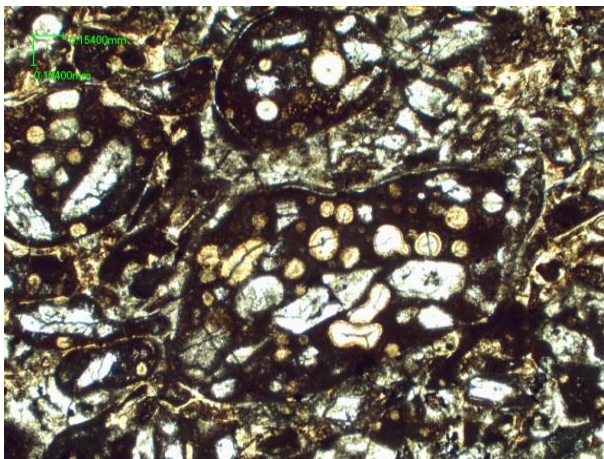
**Б**



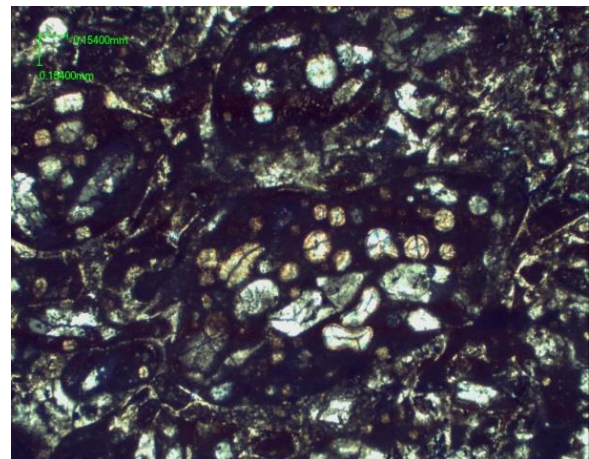
**В**



**Г**



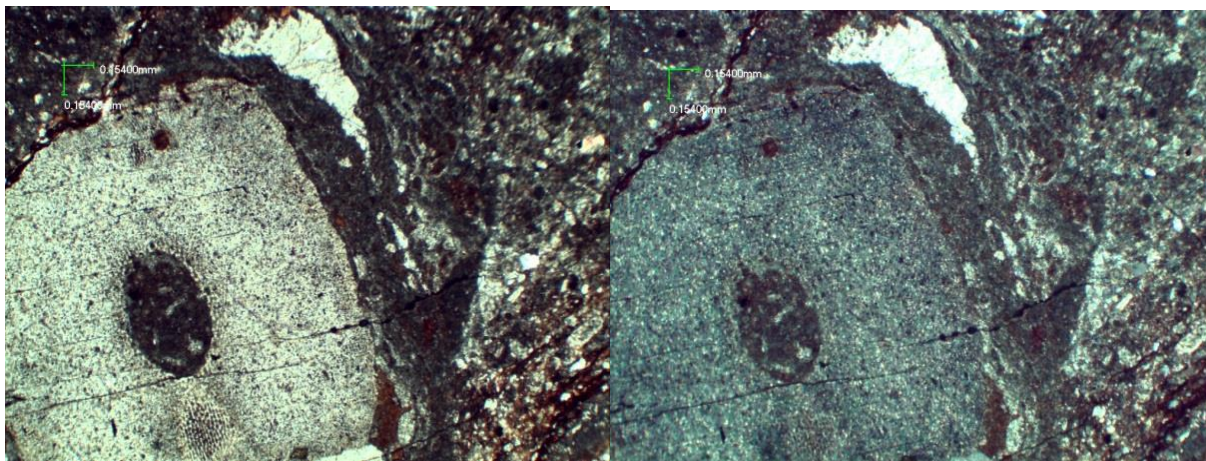
**Д**



**Е**

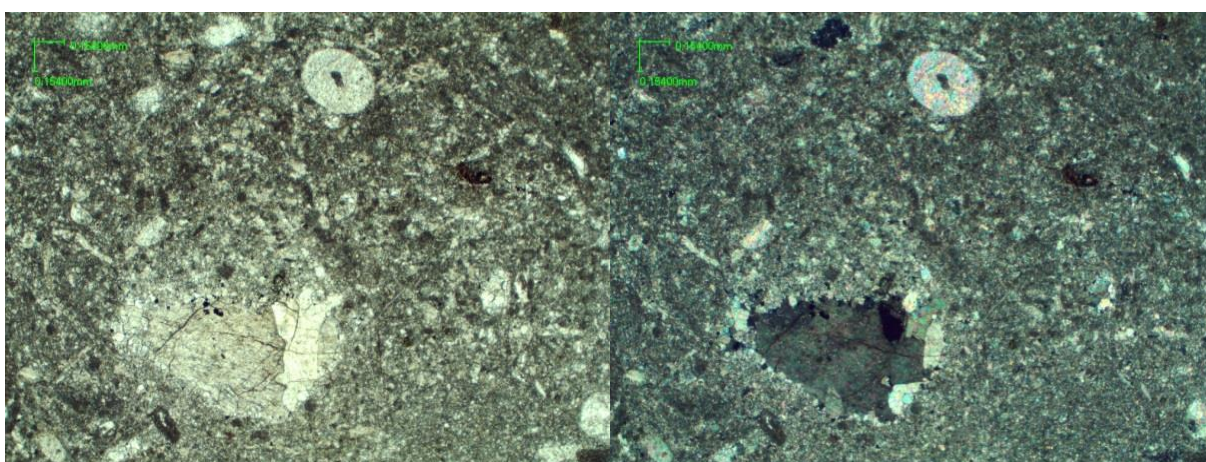
Рисунок 3 – Известняк органогенно-водорослевый, доломитистый, кремненый (А-Б), обогащенный реликтовым туфогенным материалом (В-Г), туф ультраосновных эффузивных пород (Д-Е) (А-Б – скв. № 7, гл. 1845,0 м; В-Г – скв. № 4, гл. 1968,7 м; Д-Е – скв. № 9, гл. 1956,0 м) (фото в П и Х николях) (ОЛиС, БелНИПИнефть)





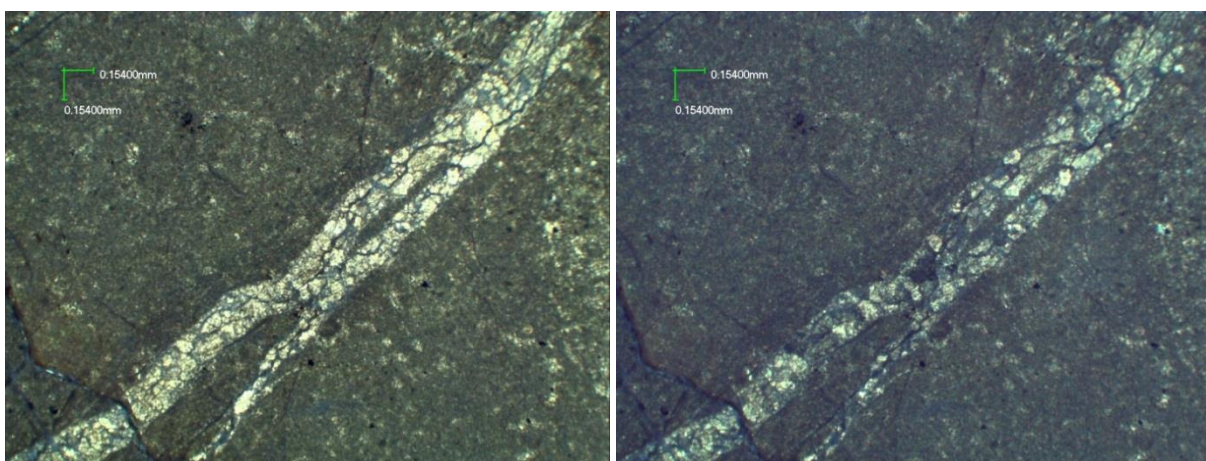
**А**

**Б**



**В**

**Г**



**Д**

**Е**

Рисунок 4 – Известняк криноидно-полидетритовый, с примазками нефти (А-Б), известняк органогенно-водорослевый, детритовый (В-Г), карбонатная брекчиевидная порода, состоящая из обломков известняка органогенного, глинистого, трещиноватого (Д-Е) (А-Б – скв. № 7, гл. 1832,0 м; В-Г – скв. № 4, гл. 1951,0 м, Д-Е – скв. № 12, гл. 2068,5 м) (фото в П и Х николях) (ОЛиС, БелНИПИнефть)



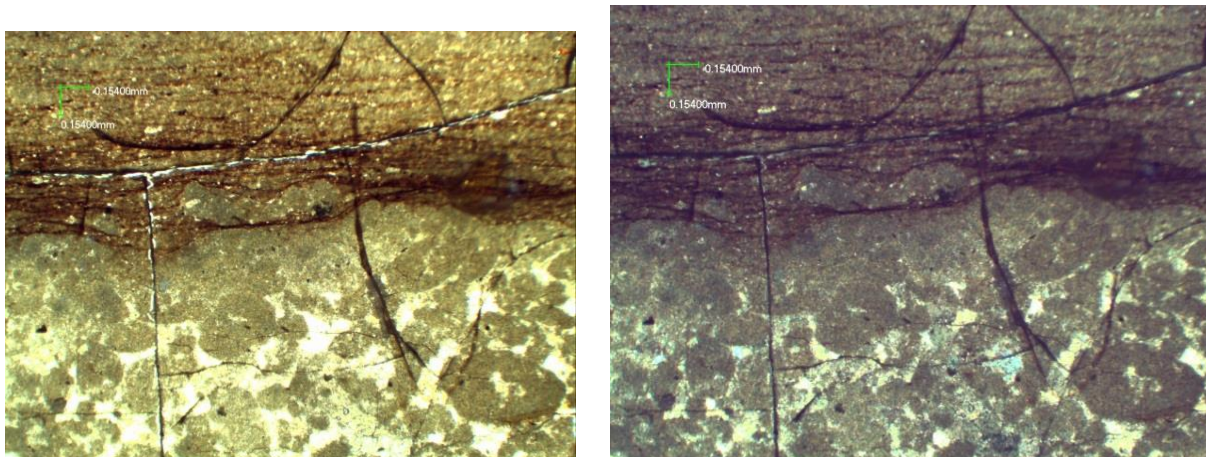


Рисунок 5 – Переслаивание известняка водорослевого (45%) и мергеля с прожилками глинистого материала (55%) (скв. № 10, гл. 1989,5 м) (фото в П и Х николях) (ОЛиС, БелНИПИнефть)

Проведенный литолого-фациальный анализ петриковских отложений позволил выделить в пределах исследуемой территории *ядерную* и *склоновую* фации осадконакопления (см. рисунок 1), а также проследить в районе их распространения изменения фильтрационно-емкостных свойств пород.

*Ядерная фация* выделена в районе скважин №№ 4, 7, 9008, 10, 1. В литологическом отношении представлена всеми тремя описанными выше литотипами пород и характеризуется, в свою очередь, наиболее развитым *литотипом II*, который сформировался в мелководных условиях, о чем свидетельствуют присутствующие в породах многочисленные водорослевые образования (онколиты), а также остатки многочисленной фауны (брахиоподы, криноидеи, мшанки, гастроподы, остракоды и др.) (см. рисунок 4 А-Б, В-Г).

Формирующиеся органогенные постройки периодически выходили в условия субаэральной обстановки осадконакопления, о чем может свидетельствовать наличие в породах некоторых скважин ангидрита и каменной соли, а также трещин усыхания. Выше отмеченное обстоятельство, наряду с органогенно-водорослевым генезисом, послужили основой для образования пустотного (емкостного) пространства в породах [3].

В пределах выделенной *ядерной* фации открытая пористость по результатам лабораторных исследований керна изменяется в среднем от 2,3 % (скв. № 4) до 6,2 % (скв. № 9008). По результатам интерпретации материалов ГИС пористость варьирует от 2,9 % (скв. № 10) до 5,6 % (скв. № 7), а средние значения пористости достигают 4 %.

Пониженные значения пористости могут быть объяснены наличием в исследуемом разрезе отложений разглинизированного вулканогенного материала, проявлением вторичной доломитизации и сульфатизации, способствовавших частичному залечиванию пустотного пространства пород (см. рисунок 4 В-Г), а также наличием в трещинном пространстве пород аутигенного кремнезема, который мог поступать в бассейн седиментации по гидротермам в составе пересыщенных по  $SiO_2$  растворов.

По результатам переинтерпретации материалов ГИС (2016 г) в отложениях *вулканогенно-карбонатного (I)* и *карбонатно-органогенного (II)* литологических типов *ядерной* фации выделены нефте- и водонасыщенные породы-коллекторы, которые подобны по литологическому составу и четко коррелируются между собой (см. рисунок 2; таблица 1).

Анализ данных таблицы 1 показывает, что в пределах ядерной фации наиболее продуктивными являются отложения *карбонатно-органогенного (II)* литологического типа, к которому приурочена основная часть нефтенасыщенных пород-коллекторов, сложенные известняками органогенно-водорослевыми, доломитистыми, комковатыми, трещиноватыми и пористыми в различной степени.



Таблица 1 – Суммарные толщины пород-коллекторов, выделенных в отложениях вулканогенно-карбонатного (I) и карбонатно-органогенного (II) литологических типов

Номер скважины	Суммарная толщина пород-коллекторов по литологическим типам разреза, в м:		Насыщение
	вулканогенно-карбонатный (I)	карбонатно-органогенный (II)	
4	0	10,8	нефть
7	4,2	7,4	нефть
9008	1,2	4,5	нефть
10	0	4,2	вода

Нефтепроявления по керну зафиксированы в виде налетов, примазок и включений битума (класс I) – в скв. №№ 4, 7, 9008, а также в виде выпотов и выделений нефти (класс II, III) – скв. №№ 4, 7, 10 (см. рисунок 1) [6].

В отложениях *литотипа I* породы-коллекторы имеют подчиненное значение и выделены лишь в отложениях скважин №№ 7 и 9008, где приурочены к вулканогенно-карбонатным разностям, сложенным туфоизвестняками, реже туфодоломитами.

Нефтепроявления по керну установлены в отложениях скв. № 9008 – выпоты и выделение нефти (класс II, III), а также в скв. № 10 – запах нефти (класс I).

*Склоновая фация* формировалась в более погруженных условиях осадконакопления и приурочена к району расположения скважин №№ 2, 12, 3, 14, 13, 9. В литологическом отношении фация представлена тремя литотипами и характеризуется повышенной концентрацией глинисто-органического материала в составе толщи *литотипа II*.

По результатам лабораторных исследований керна, открытая пористость в пределах выделенной фации изменяется от 1,1 % (скв. № 14) до 4,0 % (скв. № 3); среднее значение – 1,5 %. По результатам интерпретации материалов ГИС пористость изменяется от 1,2 % (скв. № 13) до 3,5 % (скв. № 3), а среднее значение – 2,2 %.

Повышенная пористость, фиксируемая в районе скважин №№ 9, 12, 3, 2 может быть объяснена более карбонатным типом разреза отложений, который сформировался, по-видимому, из-за непосредственной близости к отложениям ядерной фации.

По результатам переинтерпретации материалов ГИС (2016 г) в отложениях *карбонатно-органогенного литологического типа (II) склоновой фации* в скв. № 13 выделен единичный водонасыщенный пласт-коллектор толщиной 1,6 м. Породы-коллекторы представлены в основном известняками органогенными. Отсутствие пород-коллекторов в разрезе других скважин может быть связано с преобладанием в разрезе отложений глинистых известняков, реже мергелей, а также плотных, массивных карбонатных пород, пустотное пространство которых залечено кальцитом и глинистым материалом (см. рисунок 4 Д-Е).

Нефтепроявления по керну отмечаются в разрезе отложений *вулканогенно-карбонатного (I) и карбонатно-органогенного (II) литологических типов*. В разрезе *вулканогенно-карбонатного (I) типа* отмечается запах нефти (класс I) – в скважинах №№ 14 и 9; в виде налетов, примазок, включений битума (класс I) и единичных примазок нефти (класс II) – в скв. № 3. Нефтепроявления в разрезе *карбонатно-органогенного (II) типа* отмечены также в скважинах №№ 12, 13 – налеты, примазки и включения битума (класс I); в скв. № 12 – единичные примазки нефти (класс II).

### **Выводы**

1. Комплексные литолого-фациальные исследования позволили установить основные литотипы пород, сформированные в условиях трех циклов осадконакопления: *I* – *вулканогенно-карбонатного* в нижней, *II* – *карбонатно-органогенного* в средней и *III* – преимущественно *карбонатно-глинистого* в кровельной части разреза отложений петриковского возраста.

2. По разрезу и латерали выделены две основные обстановки осадконакопления, связанные с развитием *ядерной* и *склоновой* фации.

3. Повышенными значениями толщин пород-коллекторов и наилучшими коллекторскими свойствами обладают отложения *карбонатно-органогенного генезиса (II)*, приуроченные к развитию *ядерной* фации, где зафиксированы по керну нефтепроявления высоких классов и выделены нефтенасыщенные породы-коллекторы.

4. Отложения петриковского возраста в районе скважин № 9008, 7 и 4 литологически коррелируются между собой, как по развитию пород-коллекторов, так и по вещественному составу, что указывает на единые условия их формирования, характерные для *ядерной* фации осадконакопления. Отсутствие гидродинамической связи между скважинами объясняется проявлением вторичных процессов, при которых происходит залечивание пустотного пространства, что, в свою очередь, установлено по данным петрографического анализа.

5. По данным проведенного литолого-фациального районирования наиболее перспективным участком развития новых ранее не выявленных локальных органогенных построек, образовавшихся в условиях *ядерной* фации на территории Борщевского месторождения, можно считать район расположения скважин №№ 4, 7, 9008, 10, 1 (см. рисунок 1), куда рекомендуется постановка нефтепоисковых ГРП.

### Список использованной литературы

1 Айзберг, Р.Е. Синрифтовая геодинамика Припятского прогиба / Р.Е. Айзберг, Т.А. Старчик; Нац. Акад. Наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск : Беларус. Навука, 2013. – 146 с.

2 Махнач, А.С. и др. Девонская межсолевая толща Припятской впадины (региональные закономерности строения и состава) / А.С. Махнач, И.И. Урьев, С.А. Кручек, А.П. Анпилогов, В.П. Корзун, А.А. Махнач, Т.И. Левкова. – Минск : Наука и техника, 1981. – 220 с.

3 Махнач, А.С. и др. Органогенные постройки девона Белоруссии / А.С. Махнач, В.А. Москвич, С.А. Кручек, И.И. Урьев. – Минск : Наука и техника, 1984. – 236 с.

4 Познякевич, З.П. и др. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы / З.П. Познякевич, А.М. Синичка, Ф.С. Агаренко и др. БелНИГРИ. – Минск : Беларуская навука, 1997. – 696 с.

5 Пушкин, В.И. Стратиграфия нижнефаменских (межсолевых) отложений Припятского прогиба / В.И. Пушкин, И.И. Урьев, В.К. Голубцов, Н.С. Некрята, Т.В. Стрельченко. – Минск : Институт Геологических наук, 1995. – 140 с.

6 Никуленко, Е.Ф. Геохимические критерии прогноза нефтегазоносности Припятского прогиба / Е.Ф. Никуленко // Природ. ресурсы. – 1999. – № 4 – С. 160–173.

V.V. DANILENKO, I.A. YASHIN

### **LITHOFACIES ZONING OF DEPOSITS OF PETRIKOVSKIY HORIZON OF BORSHEVSKOYE OIL FIELD OF PRIPYAT TROUGH**

*The article considers the peculiarities of lithologic and petrographic composition of the studied deposits, defines general cycles of sedimentation and associated lithological types, analyzes the variation of reservoir properties of reservoir rocks, lithologically divides main sedimentation facies and identifies potential areas for prospecting and exploration. This article presents the results of detailed lithofacies studies of the deposits of Petrikov age, developed within the boundaries of Borshevskoye oil field inside Pripyat Trough.*

П.А. КАЛЕЙЧИК

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ**

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

*В статье изучена история развития электроразведки, как одного из геофизических направлений в геологии, рассмотрена специфика изучения электрометрических методов, а также становление данной науки в геологии. Описана роль электроразведки в современной системе геофизических наук. Выделено три этапа в развитии и становлении электроразведки.*

Электроразведка – это совокупность методов изучения строения Земли и поисков месторождений полезных ископаемых, основанных на исследовании естественных или искусственных электромагнитных полей и свойств. Она имеет одну из ключевых ролей в системе геофизических наук. Первые признаки открытия данной науки появились в середине 18-ого века, но основное становление началось только в середине–конце 19-ого века. Этот факт можно связать с началом научно-технической революции. На дальнейшее развитие повлияла мировая политическая обстановка. Национальные научные школы развивались разобщенно. Ведущую роль захватила французская школа, позднее дав начало советскому периоду изучения.

Говоря о земных электрических процессах в широком понимании (включая атмосферно-электрические явления), мы находим истоки учения об электричестве Земли в трудах великого русского ученого, основателя Московского университета М.В. Ломоносова. Так, в 1753 г. М.В. Ломоносов и Г.В. Рихман провели научные исследования электрических (грозовых) явлений в атмосфере. Другим пионером изучения электрического поля Земли был американский просветитель, государственный деятель и ученый Бенджамин Франклин. Как естествоиспытатель он известен в основном разработкой теории электричества. Его опыты по изучению атмосферного электричества относятся к 1747–1754 гг.

В области прикладной геоэлектрики – электроразведки первые полевые наблюдения были выполнены в 1830 г. Английский естествоиспытатель Р.В. Фокс обнаружил явление естественной поляризации в породах. Однако, он не связал существование естественного электрического поля с рудными залежами. Он полагал это поле универсальным, присущим всей Земле явлением. Рудные жилы рассматривались им лишь как коллекторы и проводники этого общего поля. Поэтому его исследования и дальнейшие попытки в этом направлении не имели последующего значения.

В конце прошлого века мысль об использовании электрических и электромагнитных эффектов для изучения Земли была высказана в России Петром Бахметьевым. Будучи народовольцем, он вынужден был скрываться от преследования царских ведомств и уехал в Болгарию, где стал профессором Софийского университета. Позднее он приезжал в Россию, где, в частности, выступал с первым научным сообщением о возможности использования электрических эффектов в геологических целях. В 1903 г. в России вышла монография Е.И. Рагозина «О применении электричества к исследованию рудных залежей». К сожалению, ее основные идеи автор не смог внедрить в жизнь, поэтому данная работа в то время осталась практически не замечена.

Важнейшую роль в развитии прикладной электроразведки сыграли исследования, проведенные группой французских исследователей, возглавляемой ученым-физиком Конрадом Шлюмберже. В 1912–1914 гг. он создал и практически опробовал один из основных методов электроразведки – метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ). Предложенная им методика полевых работ и интерпретации получаемых данных оказалась настолько простой и в то же время совершенной, что метод ВЭЗ в своем первоначальном виде применялся до 50-х гг. для структурных исследований, а в малоглубинном варианте он в несколько усовершенствованном виде используется до сих пор. Помимо этого, основные идеи, на которых до сих пор базируется теория интерпретации всех электромагнитных зондирований, были также впервые обоснованы и использованы К. Шлюмберже. В их число входит использование горизонтально – слоистой модели Земли, кривых кажущегося сопротивления, билогарифмических бланков для их отображения, палеток для интерпретации. Помимо ВЭЗ, фирмой Шлюмберже был разработан и опробован еще один метод постоянного тока – метод электрического профилирования (ЭП). В 1913 г. на месторождении Сен-Беле К. Шлюмберже впервые применил метод естественного поля (ЕП) в варианте, близком к современному. Им также была впервые высказана идея использования вызванной поляризации руд с геологическими целями, на основе которой позднее был создан метод вызванной поляризации (ВП). А первые успешные работы с использованием переменного тока были проведены Зундбергом и Лундбергом в Швеции в 1918 г. В 1923 г фирма Шлюмберже организовала крупные по масштабам того времени электроразведочные работы по изучению нефтеносных структур в Румынии. Здесь с ними работал выдающийся румынский геофизик Стефанеску, проживший долгую жизнь, полностью посвященную электроразведке. В 30-х гг. фирма начала работы в СССР. В 1934-м г. с ней был заключен контракт, и вся группа ученых во главе с К. Шлюмберже переехала в Россию. Многие студенты и молодые ученые работали бок о бок с ними, поэтому можно сказать, что роль французской электроразведки в становлении отечественной оказалась весьма значительной. В 1937-м г. сотрудники фирмы были обвинены в шпионаже, тех, кто обладал французским гражданством, выслали из страны, остальных арестовали. Через несколько дней после возвращения во Францию у К. Шлюмберже случился инфаркт, и он умер.

Появление электроразведки в СССР во многом обязано трудам профессоров Ленинградского университета, в первую очередь А.А. Петровского. Под его руководством к 1924 г. независимо от фирмы Шлюмберже, чьи работы не публиковались, была разработана теория, методика и аппаратура метода ЕП. Также он занимался развитием и внедрением методов постоянного тока (ВЭЗ, ЭП) и ондометрии (так раньше назывались методы высокочастотного переменного тока). Под руководством А.А. Петровского и В.Р. Бурсиана в 1924–1925 гг. были выполнены съемки методом ЕП и методом эквипотенциальных линий, основанном на картировании линий равного потенциала электрического поля, на рудных месторождениях Алтая, Урала, Казахстана и в других районах. А также именно он первым изучал возможности трансформаций кривых ВЭЗ, используемых для наглядного представления результатов и качественной интерпретации зондирований. В 1932 г. вышел в свет учебник А.А. Петровского и Л.Я. Нестерова «Электроразведка постоянным током» - первый учебник по электроразведке [1]. В нем авторы указали на необходимость скорейшего внедрения геофизики на всех стадиях геологоразведочного процесса как быстро развивающейся, удешевляющей и ускоряющей горные работы отрасли. Первом этапом было выделено геологическое картирование, вторым – сбор образцов и изучение их физических свойств, третьим – топосъемка. На основании этого предполагалось выбирать рациональный геофизический метод или набор методов. Уже в рассматриваемом учебнике было указано на необходимость того, чтобы геофизик был геологом и умел отмечать негеологические результаты интерпретации, что остается актуальным до сих пор. Такое умение позволяет уменьшить

неоднозначность обратной задачи геофизики и, следовательно, повысить надежность интерпретации. «Электроразведка постоянным током» является первой в целой серии книг различных авторов, каждая из которых содержит достаточно полное и всестороннее описание одного из методов электроразведки. Помимо метода ЕП, А.А. Петровский и Л.Я. Нестеров рассматривают и группу методов сопротивлений, в которую принято объединять методы, использующие постоянные искусственные поля – методы ВЭЗ, ЭП и каротажа на постоянном токе, приводя описание их аппаратуры, методики и принципов применения. Но теория методов сопротивлений практически не рассматривается, что, по словам авторов, обусловлено тем, что она еще плохо разработана [2].

Помимо А.А. Петровского, к числу основателей советской электроразведки следует отнести Виктора Робертовича Бурсиана. Помимо создания и опробования новых методов, он разработал математические основы теории электроразведки с использованием искусственных полей. Ему удалось столь успешно определить круг задач, подлежащих рассмотрению, предложить пути их решения и систематизировать полученные результаты, что его работы по теории электроразведки выдержали испытание временем, на много лет вперед определив направления ее дальнейшего развития и оставаясь актуальными до наших дней. В 1933 г. В.Р. Бурсиан выпустил первую часть монографии «Теория электромагнитных полей, применяемых в электроразведке», посвященная теории электроразведки постоянным током и ставшая первым фундаментальным трудом по электроразведке [3]. Структура книги стала типичной для большинства учебников по электроразведке, выпущенных разными авторами позднее. В ней приводится система основных дифференциальных уравнений теории электромагнетизма – уравнения Максвелла и необходимые для их решения граничные условия. Затем эти уравнения рассматриваются для случая наличия только постоянных токов и осуществляется переход от векторного электрического поля к его скалярному потенциалу. Рассматривается основное для теории постоянного тока уравнение Лапласа для потенциала и граничные условия, позволяющие найти его решение.

Первый том второй части вышел в 1936 г. очень ограниченным тиражом. В нем были изложены основы теории переменных электромагнитных полей в проводящих средах. Через год был сдан в печать второй том второй части монографии В.Р. Бурсиана по теории переменных полей. Известно, что в нем, в частности, рассматривалась важнейшая задача определения гармонического поля заземленного кабеля над однородным полупространством.

В 1937–1945 гг. электромагнитные методы развивались медленнее. Интерес, возникший к ним между 1924 и 1937 гг., был вызван первыми попытками применить переменный ток для поисков рудных месторождений. Стало ясно, что нестационарные электромагнитные поля в Земле имеют сложное строение и требуют специального изучения.

Важное значение имели начатые в предвоенные годы исследования Александра Павловича Краева. Эти исследования были направлены на разработку теории низкочастотного метода электромагнитного глубинного зондирования земной коры. Результатом этой работы стало рождение одного из современных методов электроразведки – электромагнитного частотного зондирования (ЧЗ). Война не позволила сразу же воплотить эти идеи в жизнь, только в 1946 г. геоэлектрики ЛГУ с участием сотрудников ВИРГа осуществили первое в мире частотное зондирование земной коры.

Краевым были детально рассмотрены электрические свойства горных пород. При этом им были учтены такие важные факторы, как анизотропия и неоднородности. Он одним из первых показал, что в электроразведке только малую часть пород можно рассматривать как однокомпонентную, большинство – как двухкомпонентные среды. Помимо удельного электрического сопротивления ( $УЭС$ ) пород им была рассмотрена их диэлектрическая проницаемость, ее определяющая зависимость от влажности и зависимость от минерального состава. Большое внимание автор уделил частотной дисперсии

УЭС и диэлектрической проницаемости, а также их физической природе, описал основные полевые и лабораторные методы измерения этих свойств [4].

В то же время были начаты работы по разработке теории аналогичной методу ЧЗ, в которой глубинность достигалась не уменьшением частоты поля, а увеличением времени его становления после мгновенного включения или, напротив, выключения постоянного тока. Такой метод получил название метода зондирования становлением поля (ЗС). Его разработка велась почти параллельно А.Н. Тихоновым в Москве и С.М. Шейнманном в Ленинграде.

С.М. Шейнманн, как и А.П. Краев, был учеником В.Р. Бурсиана. Он сыграл важную роль в развитии геофизики, занимаясь в разное время проблемами почти из всех известных областей электроразведки. К тому времени практика электроразведки значительно опережала теорию. Использовалась электродинамическая модель среды, в то время как реальная горная порода представляла собой многофазную среду с большим числом свойств, многие из которых уже использовались при поиске и разведке полезных ископаемых методом ВП. Теории этого метода было посвящено достаточно много работ, однако отдельные ее части не образовывали единого целого. Восполнению этого пробела и была посвящена монография С.М. Шейнманна «Современные физические основы теории электроразведки». По словам автора, теоретическая основа любого метода состоит из двух частей – физической и интерпретационной. Теория большинства методов (ВЭЗ, ЧЗ, ЗС) просто представляет собой совокупность специально подобранных частных задач электродинамики, и в их теории доминирует интерпретационная часть. Физических же основ метода ВП пока не было сформулировано, а интерпретационная часть, подтвержденная практикой, существовала. Это создало обманчивую видимость готовности теории в целом.

С.М. Шейнманн рассмотрел упрощенную двухфазную модель горной породы, состоящую из твердой и жидкой фаз. Твердая фаза в этой модели представлена как непроводящим минеральным скелетом, так и проводящими включениями, объем которых невелик, но которые обычно и представляют собой основной объект поисков. Жидкая фаза представлена заполняющей поры водой с растворенными в ней солями. С точки зрения электроразведки лед, нефть, газы и пары воды могут быть также отнесены к твердой фазе, поскольку обладают высоким сопротивлением. Такая модель хорошо с точки зрения электромагнитных свойств среды аппроксимирует реальную породу и существенно упрощает все расчеты. В основном именно благодаря книге С.М. Шейнманна метод ВП стал широко применяться в рудной электроразведке, а также для решения гидрогеологических и экологических задач, а также, в специальных модификациях, для косвенных поисков нефти.

К тому времени также имела свое научное влияние московская школа геофизики, основанная выдающимся ученым А.И. Заборовским. Особую ценность представляют его книги: «Электроразведка» (1943 и 1963 гг.), «Переменные электромагнитные поля в электроразведке» (1960 г.) и многие статьи, которые составляют фундамент современной теории электроразведки. А.И. Заборовский подчеркнул, что электроразведка может применяться как для поиска и разведки полезных ископаемых, так и для инженерно-геологических и гидрогеологических целей, в том числе для «изучения трасс трубопроводов с целью организации наиболее рациональных мер борьбы с коррозией труб». Можно с полным правом считать его одним из первых в СССР профессиональных электроразведчиков.

Летом 1929 г. А.И. Заборовский выполнил электроразведочные работы методом сопротивлений в районе Грозного с целью поиска и исследования нефтеносных структур. Эти работы выполнялись параллельно с работами фирмы Шлюмберже и были настолько успешными, что фирма была вынуждена признать, что ее секреты практически перестали быть таковыми. В 1945 г. по инициативе А.И. Заборовского в МГРИ

были начаты работы в области индуктивных методов электроразведки. Эти работы определили новый подход к развитию теоретических и методических основ низкочастотных индуктивных методов. Впоследствии эти работы привели к созданию нового метода рудной электроразведки – метода переходных процессов (МПП), который в настоящее время является основным методом рудной электроразведки, использующим переменный ток.

Работы А.И. Заборовского по электроразведке относятся к самому бурному периоду ее развития (30-е – 60-е гг.), позволяя проследить всю динамику процесса. В 1943 г. вышел ставший классическим учебник А.И. Заборовского «Электроразведка», который уже был посвящен только электромагнитным методам. В нем автор впервые в четкой форме выделил условия эффективной применимости электромагнитных методов – необходимость большого размера тела, являющегося объектом поисков, в сравнении с глубиной его залегания, низкого уровня аппаратурно-методических и геологических помех, а также значительного контраста свойств объекта поисков и вмещающих пород.

Теория и практика электроразведки испытала два резких скачка в своем развитии – после окончания Гражданской войны, когда были внедрены методы постоянного тока, и после Великой Отечественной, когда появились низкочастотные методы переменного тока. Второе издание книги А.И. Заборовского «Электроразведка» приурочено как раз к окончанию этого этапа и поэтому описывает практически все принципы, на которых базируется современная электроразведка. В совокупности с фундаментальным уклоном, выдержанным в этой работе, это делает ее актуальной и сейчас.

Помимо вышеуказанных имен было множество геофизиков, которые разрабатывали большое число электроразведочных методов как М.Н. Бердичевский, Л.М. Альпин, Ю.В. Якубовский, Б.С. Светов, Л.Л. Ваньян и другие.

Завершая краткий обзор развития электроразведки (в частности советской) можно разделить всю историю развития на 3 этапа.

*Первый этап* начался в послереволюционные годы в условиях полного господства геологических методов, имеющих ограниченные возможности. Именно тогда разработка и внедрение методов постоянного тока позволило резко повысить эффективность геологоразведочного процесса.

*Второй этап* относится к послевоенному периоду истории нашей страны. Повышение требований к геофизическим методам, появление новых задач в условиях жесткой конкуренции с сейсмическими методами привели к полному кризису старой глубинной электроразведки постоянным током. Внедрение низкочастотных индуктивных методов спасло положение и вновь вывело электроразведку в ряд ведущих геофизических методов.

*Третий этап* начинается в настоящее время. Очередной виток повышения требований привел к новым стандартам в детальности и надежности интерпретации. За счет того, что поле упругих волн имеет более простую структуру, чем электромагнитное поле, сейсмические методы смогли во многом удовлетворить этим требованиям. Электроразведка в этом отношении заметно отстала, и лишь в последние годы наметился прогресс как в области усложнения интерпретационных моделей в рамках классической геоэлектрики, так и в области создания принципов применения высокоразрешающей неклассической геоэлектрики.

### Список использованной литературы

- 1 Петровский, А.А. Электроразведка постоянным током / А.А. Петровский, Л.Я. Нестеров. – Ленинград : ГЕОЛГИЗ, 1932.
- 2 Семенов, А.С. Электроразведка методом естественного электрического поля / А.С. Семенов. – Ленинград : Недра, 1968.



- 3 Бурсиан, В.Р. Теория электромагнитных полей, применяемых в электроразведке (первое издание) / В.Р. Бурсиан. – Ленинград : ГТТИ, 1933.
- 4 Краев, А.П. Основы геоэлектрики / А.П. Краев. – Ленинград : Недра, 1965.

P.A. KALEYCHIK

### **HISTORY OF DEVELOPMENT AND FORMATION OF ELECTRICAL PROSPECTING**

*The history of development of electrical prospecting as one of geophysical directions in geology is studied in the article, the specificity of studying electrometric methods, and also the formation of this science in geology is considered. The role of electrical reconnaissance in the modern system of geophysical sciences is described. Three stages are identified in the development and development of electrical exploration.*

УДК 551.4 (476.13)

Т.С. КОЗЛОВ

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССИФИКАЦИЙ ЗАПАСОВ И РЕСУРСОВ НЕФТИ И ГАЗА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И МИРА**

*УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь,  
Tim.whoa@gmail.com*

*Существует множество различных классификаций запасов и ресурсов нефти и газа. Проработанная классификация является залогом качественного аудита, а, следовательно, более точной информации об объеме извлекаемых запасов нефти и газа. Целью данной работы является сравнение национальных классификаций Республики Беларусь и Российской Федерации с общепринятыми международными – SPE-PRMS и РКООН-2009.*

8 июня 2011 года постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь были утверждены “Правила применения классификации запасов, перспективных и прогнозных ресурсов углеводородов”, которые до сих пор являются основополагающим документом, используемым инженерами-геологами в подсчетах. В свою очередь, в 2016 году в Российской Федерации была обнародована Новая Классификация Запасов (НКЗ), которая, по сравнению с предыдущей версией, стала более похожа на международные аналоги. С момента утверждения Классификации Республики Беларусь нефтяная промышленность мира была довольно нестабильна ввиду различных факторов. Современные технологии не стоят на месте, а ведь именно они непосредственно влияют на рентабельность проектов, что должно учитываться в любой классификации. В связи с этим, чем чаще вносятся корректировки, тем более адаптированной к современным реалиям будет классификация.

#### **Классификация запасов и ресурсов нефти и газа Республики Беларусь**

Месторождения (залежи) нефти и газа по степени изученности подразделяются на:

- 1 разрабатываемые, с запасами категорий *A* (разрабатываемые по проекту разработки) и *B* (разрабатываемые в процессе пробной эксплуатации по технической схеме);
- 2 разведанные (подготовленные для промышленного освоения) с запасами категории *C1* в пределах разрабатываемых либо разведываемых месторождений;

3 предварительно-оцененные, с запасами категории *C2* на неразведанных частях залежи разрабатываемых либо разведываемых месторождений.

Ресурсы нефти и газа по степени их обоснованности подразделяются на:

1 перспективные – категории *D0*. Характерными для этой категории являются наличие структуры, проведенный комплекс геолого-геофизических исследований, оценка ресурсов;

2 прогнозные – категории *D1* (продуктивность доказана на месторождениях данного района). Данные ресурсы являются основанием для проведения региональных геолого-геофизических исследований и бурения параметрических скважин, а также для постановки поискового бурения. Ресурсы категории *D2* (продуктивность не доказана, выявляется по аналогии с другими районами) используются при планировании региональных геологических и геофизических работ и в отдельных случаях для постановки параметрического и поискового бурения [3].

Извлекаемые запасы нефти, газа, конденсата и попутных компонентов по их промышленно-экономическому значению подразделяются на две основные группы: *экономические (рентабельные)* и *потенциально экономические (условно рентабельные)*. Согласно данной классификации проводятся технико-экономическая оценка эффективности с учетом конкуренции на рынке при существующих системе налогообложения и уровне цен, при использовании современной техники и технологии добычи, обеспечивающих соблюдение требований по рациональному использованию недр и охране окружающей среды.

Экономические (рентабельные) запасы делятся на доступные и недоступные к разработке в данный момент. Рентабельные запасы, доступные к разработке в данный момент, образуют группу балансовых запасов. Потенциально экономические (условно рентабельные) и рентабельные, недоступные к разработке в данный момент, составляют группу забалансовых запасов.

Как видно, отечественная классификация не совмещает степень изученности и экономическую рентабельность в одну классификацию, а также сложность геологического строения месторождения и величину извлекаемых запасов, тем самым усложняя процесс оценки. С другой стороны, данная “независимость” характеристик позволяет провести более детальный анализ, пускай и за более длительный промежуток времени. Данный подход при сравнительно небольшом объеме добычи значительно повышает качество проведенных работ.

### **Классификация запасов и ресурсов нефти и газа Российской Федерации**

Российская классификация запасов – по сути, наследство от закрытой советской системы (имеется в виду классификация 2001 года). Она обладает некоторыми преимуществами перед западными классификациями, но в рыночных условиях, с точки зрения ведения нефтяного бизнеса, малоприменима, так как не учитывает экономическую целесообразность извлечения запасов.

Российская классификация 2001 года практически несопоставима с международными аналогами в виду малой детализованности и отсутствия экономической обоснованности, что, очевидно, является отголоском советского прошлого, где количество извлекаемых запасов было основополагающим фактором добычи.

Новая классификация запасов (НКЗ) от 1 января 2016 года направлена на улучшение системы учета и мониторинга запасов и ресурсов нефти и горючих газов по степени промышленного освоения, повышение достоверности учета запасов, совершенствование механизма государственного регулирования для вовлечения в разработку неэффективных и трудноизвлекаемых запасов, приведение Классификации к международным стандартам.

В истории развития российской классификации наблюдается тенденция к увеличению количества категорий ресурсов и запасов нефти и газа, которые непременно сопровождались ухудшением качества их обоснованности (в том числе и экономической).

*Запасы:*

- 1 *A* – (разбуренные эксплуатационной сеткой скважин);
- 2 *B1* – (подготовленные к промышленной разработке, разрабатываемые отдельными скважинами, неразбуренные эксплуатационной сеткой скважин, разведанные, есть технологическая схема или технологический проект разработки) – основной проектный фонд эксплуатационных скважин;
- 3 *B2* – (оцененные, неразбуренные, планируемые для разбуривания проектным фондом, включая зависимый, есть технологическая схема или технологический проект разработки) – зависимый планируемый фонд эксплуатационных скважин;
- 4 *C1* – (разведанные, нет технологической схемы или технологического проекта разработки);
- 5 *C2* – (оцененные, нет технологической схемы или технологического проекта разработки).

*Ресурсы:*

- 1 *D0* – подготовленные (наличие структуры, проведен комплекс геолого-геофизических исследований, оценены ресурсы);
- 2 *Dл* – локализованные (возможно продуктивные пласты в ловушках, выявленные в пределах района с доказанной и предполагаемой промышленной нефтегазоносностью);
- 3 *D1* – перспективные (ресурсы нефти, газа и конденсата литолого-стратиграфических горизонтов и комплексов с доказанной промышленной нефтегазоносностью в пределах крупных региональных структур первого порядка);
- 4 *D2* – прогнозируемые (ресурсы нефти, газа и конденсата литолого-стратиграфических комплексов, оцениваемые в пределах крупных 28 региональных структур первого порядка, промышленная нефтегазоносность которых еще не доказана).

Таким образом, главное отличие НКЗ от своих предшественников заключается в том, что категории запасов стали выделять на основании степени геологической изученности и степени промышленного освоения (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение национальных классификаций

Показатели	Классификация запасов и ресурсов нефти и газа РФ		Классификация запасов и ресурсов нефти и газа РБ	
	Запасы	<i>A</i>	Запасы	<i>A</i>
<i>B1+B2</i>		<i>B</i>		
<i>C1+C2</i>		<i>C1+C2</i>		
Потенциально извлекаемые	Подготовленные	<i>D0</i>	Перспективные	<i>D0</i>
Возможные и вероятные	Локализованные	<i>DL</i>	Прогнозные	<i>D1</i>
	Перспективные	<i>D1</i>		<i>D2</i>
	Прогнозируемые	<i>D2</i>		

**Классификация общества инженеров-нефтяников *SPE-PRMS (Society of Petroleum Engineers – Petroleum Resources Management System)*.** Данная классификация является наиболее распространенной в мире. Ее главное преимущество заключается

в том, что она учитывает экономическую целесообразность и эффективность добычи запасов нефти и газа помимо вероятности нахождения нефти и газа в месторождении. В определение экономической целесообразности учитываются такие факторы, как затраты на разведку и бурение, налоги, транспортировку, действующие цены на нефть, экологические нормы, современные технологии и многие другие. Требования, ограничивающие геологические и технические аспекты в пользу экономических, с каждым новым изданием классификации ужесточаются.

В данной классификации запасы определяются как количество углеводородов, которые могут быть рентабельно извлечены на данный момент времени в открытых залежах [2].

#### **Категории по стандарту SPE:**

**1P:** доказанные (*proved*) – экономически извлекаемые запасы с вероятностью нахождения нефти и газа в месторождении более 90 %;

**2P:** доказанные и вероятные (*proved + probable*) – экономически извлекаемые запасы с вероятностью нахождения нефти и газа в месторождении от 50 % до 90 %;

**3P:** доказанные, вероятные и возможные (*proved + probable + possible*) – экономически извлекаемые запасы с вероятностью нахождения нефти и газа в месторождении менее 50 %.

Если сравнивать извлекаемые запасы по классификации РФ и РБ (их определения идентичны в обеих классификациях) и экономически извлекаемые запасы по *SPE-PRMS*, очевидно, объем последних будет меньше ввиду того, что достоверность их рентабельности гораздо выше – она просчитана заранее (доход должен быть больше расходов на эксплуатацию). Извлекаемые запасы двух вышеупомянутых стран, в свою очередь, учитывают только допустимый уровень затрат.

Для *SPE-PRMS* объем запасов является довольно субъективной величиной, которая зависит от множества факторов, перечисленных выше. Эти факторы зависят от экономической ситуации в организации (компании), владеющей тем или иным месторождением. В классификациях Республики Беларусь и Российской Федерации, напротив, объем извлекаемых запасов, по сути, является величиной постоянной.

**Рамочная классификация Организации Объединенных Наций ископаемых энергетических и минеральных запасов и ресурсов 2009 года (РКООН-2009).** РКООН-2009 представляет собой универсальную систему, в которой количества классифицируются на основе трех фундаментальных критериев (трех осей) с использованием числовой и языковой независимой схемы кодирования:

1 *E* – экономическая и социальная жизнеспособность проекта. Включает в себя рыночные цены и соответствующие юридические, нормативные, природоохранные и контрактные условия;

2 *F* – степень проработки проекта и принятых финансовых обязательств, необходимых для реализации планов горных работ или проектов разработки месторождений. Охватывают область от ранних геологоразведочных работ еще перед подтверждением существования залежи или скопления и до проекта, в котором происходит добыча;

3 *G* – степень достоверности геологической информации и возможность добычи.

Комбинации этих критериев позволяют говорить о трех различных измерениях данной системы. Категории и подкатегории являются структурными элементами системы, объединяются в классы.

Краткое сравнение международных классификаций запасов и ресурсов нефти и газа приведено в таблице 2.

РКООН-2009 применяется к ископаемым энергетическим и минеральным запасам и ресурсам, залегающим на поверхности или в недрах земли. Она разработана для удовлетворения в максимально возможной степени потребностей, связанных с составлением исследований по вопросам энергетического и минерального сырья, управлением

ресурсами, корпоративными бизнес-процессами и со стандартами финансовой отчетности. Она является единственной классификацией, которая может служить основой для международных исследований в области энергетики и минерального сырья, анализа правительственной политики в области управления ресурсами, планирования промышленных процессов и эффективного распределения капитала [4].

Таблица 2 – Сравнение международных классификаций

Показатели	Классификация общества инженеров-нефтяников <i>SPE-PRMS</i>			Рамочная классификация Организации Объединенных Наций ископаемых энергетических и минеральных запасов и ресурсов 2009 года			
Извлекаемые	Запасы		1P	Промышленные проекты	E1	F 1.1	G1
			2P			F 1.2	G2
			3P			F 1.3	G3
Потенциально извлекаемые	Недоказанные запасы	Предельные		Возможно промышленные	E 2.1	F2	G1 G2 G3
		Резервы	1C	Непромышленные	E 2.2		
			2C				
	3C						
	Неизвлекаемые		Дополнительные		E3	F4	
Возможные и вероятные	Перспективные	Высоко		Геологоразведочные проекты	E3	F3	G4
		Средне					
		Низко					
	Неизвлекаемые		Дополнительные			F4	

Как видно из вышеизложенного, РКООН-2009 является «независимой» классификацией, которая была разработана не только для оценки запасов нефти и газа (пожалуй, это ее единственный минус). В то же время, стоит отметить, что эта система учитывает наибольшее количество факторов, а, следовательно, наиболее достоверная. Подобную систему довольно сложно сравнить с какой-либо из вышеупомянутых, разве что отметить ее экономическую достоверность – таким же преимуществом обладает и *SPE-PRMS*.

Безусловно, мировые классификации не учитывают локальные особенности нефтедобывающей страны, однако это вовсе не мешает провести подробный анализ мировых и наиболее популярных национальных (Норвегия, Великобритания) классификаций запасов и ресурсов нефти и газа с целью реновации отечественной классификации. На основании приведенных в данной работе примеров можно выделить экономическую достоверность *SPE-PRMS*, которая исходит из трактовки понятия «извлекаемые запасы», структурированность и универсальность РКООН-2009, которая позволяет применять ее не только к нефти и газу, но и к другим минеральным ресурсам. Как видно из таблицы 1, в которой автором была произведена попытка корреляции двух классификаций, от классификации запасов и ресурсов нефти и газа Российской Федерации было позаимствовано достаточно, что вполне логично, однако не стоит пренебрегать опытом западных ученых-геологов и временем, которое столь быстро меняет ситуацию в индустрии и на рынке.

### Список используемой литературы

1 Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединенных Наций – Рамочная Классификация Организации Объединенных Наций Ископаемых Энергетических и Минеральных Запасов и Ресурсов 2009 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unesc.org>. – Дата доступа: 17.09.2017.

2 Нефтегазовая геология. Теория и практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ngtr.ru>. – Дата доступа: 23.09.2017.

3 Правила применения классификации запасов, перспективных и прогнозных ресурсов углеводородов / Правілы ўжывання класіфікацыі запасаў, перспектывных і прагнозных рэсурсаў вуглевадародаў : ТКП 17.04-29-2011 (02120) – Введ. 08.06.2011. – Минск : Минприроды, 2011. – 17 с.

4 Guidelines for Application of the Petroleum Resources Management System [Electronic Resource]. – Mode of Access: <http://rca.spe.org/> – Date of Access: 25.09.2017.

T.S. KAZLOU

### ***BELARUSIAN RESERVE AND RESOURCE CLASSIFICATION SCHEME AND ITS COMPARISON WITH MAIN INTERNATIONAL SCHEMES***

*There are many different reserve and resource classification schemes of oil and gas. There is a scheme in every oil and/or gas exploring country. The aim of this research is to compare Russian and Belarusian national reserve and resource classification schemes with widespread international, such as SPE-PRMS and UNFC.*

УДК 553.632(476)

И.И. КОЗЮЛЕВ

### **МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

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

*Работа посвящена калийным месторождениям Беларуси. Особое внимание уделяется вопросам об изучении детальных характеристик и критериев соленосных отложений, формировании и распространении калийных солей, их приуроченности к Припятскому прогибу. Также дается анализ сравнения сырьевой базы Республики Беларусь, в которую входят основные месторождения: Старобинское и Петриковское.*

Республика Беларусь располагает значительным минерально-сырьевым потенциалом. На ее территории сосредоточены свыше 10 тысяч месторождений различных видов полезных ископаемых. Важнейшими ресурсами являются не только топливно-энергетические (нефть, попутный газ, торф, бурые угли и горючие сланцы), но и огромные запасы калийных и каменных солей, доломита, мела и мергельно-меловых пород и др.

Калийная соль (осадочная хемогенная горная порода) – минеральный ресурс группы неметаллические, который является сырьем для производства калийных удобрений [1].

Калийные соли относятся к наиболее ценным полезным ископаемым недр Беларуси, по промышленным запасам которых страна находится на третьем месте в мире (после Канады и России). Основные месторождения калийной соли Беларуси находятся в Припятском прогибе – Старобинское (промышленные запасы 4,1 млрд т, общие – 7,8 млрд т), Петриковское (общие запасы 2,2 млрд т) – оба разрабатываются, и Октябрьское (общие запасы 741,5 млн т) – не разрабатывается.

Добыча и переработка калийных солей в высококачественные минеральные удобрения обеспечивают стране не только прирост урожайности сельскохозяйственных культур, но и являются одним из источников валютных поступлений за счет экспорта продукции. ОАО «Беларуськалий» (один из крупнейших в мире производителей калийных минеральных удобрений) ежегодно добывает 40-43 млн т калийных руд, из которых 95 % используется для калийных удобрений (14 % мирового объема) [2].

Элементы калия и магния образуют простые ( $KCl$  – сильвин), двойные ( $K_2Mg_2(SO_4)_3$  – лангбейнит) и тройные ( $K_2MgCa_2(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$  – полигалит) соли, а также различные их кристаллогидраты. В калийных солях как породообразующий минерал всегда присутствует галит ( $NaCl$ ), в виде примесей – ангидрит ( $CaSO_4$ ), гипс ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ), карбонаты ( $CO_3^{2-}$ ), алюмосиликаты, иногда кизерит ( $MgSO_4 \cdot H_2O$ ), бишофит ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) и другие [3].

Калийные месторождения по составу солей (в зависимости от содержащего  $SO_4^{2-}$ ) подразделяют на три типа – хлоридный (бессульфатный), сульфатно-хлоридный и сульфатный. Наиболее широко распространены месторождения хлоридного типа (Старобинское, Беларусь; Верхнекамское, Россия; Саскачеванское, Канада; Эльзасское, Франция и другие).

Калийные минералы сульфатной ветви осаждались из морских вод, а хлоридной (сильвин и карналлит –  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) – из метаморфизованных вод, для которых характерна потеря сульфат-иона и эквивалентного ему количества иона магния.

В зависимости от сложности геологического строения калийные месторождения Беларуси также подразделяют на три группы. К первой группе относят месторождения, представленные пластовыми залежами протяженностью в десятки километров, выдержанные по мощности и качеству солей (Верхнекамское, Россия; Старобинское, Беларусь).

Ко второй группе отнесены месторождения, состоящие из чередующихся линзообразных залежей солей различного состава, характеризующихся изменчивой мощностью и сравнительно выдержанным качеством солей в пределах отдельных линз (Стебниковское месторождение миоценового возраста ( $N_1$ ), Украина).

В третью группу включены месторождения, приуроченные к солянокупольным структурам и представленные залежами с резко изменчивой морфологией и невыдержанным распределением полезных компонентов (Индерское месторождение, Казахстан) [4].

Соленосные отложения повсеместно развиты в пределах Припятской впадины, охватывая обширную территорию, протягивающуюся с севера на юг на 120–130 км и с запада на восток на 150–220 км. Площадь их распространения превышает 28 тыс км<sup>2</sup> [5].

Самым первым и крупным месторождением на территории Республики Беларусь является Старобинское, открытое в 1949 г благодаря советскому геологу Г.В. Богомолу, который является автором геологической карты коренных отложений Беларуси. На месторождении известны четыре калийных горизонта, которые отрабатываются подземным способом четырьмя рудоуправлениями ОАО «Беларуськалий».

Основные объемы калийных солей, связанные с соленосными формациями, образовались в кембрии ( $C$ ), девоне ( $D$ ) и перми ( $P$ ) [4].

Калийные соли связаны с верхней соленосной толщей елецко-лебедянского возраста ( $D_{zel-lb}$ ). Разрез этой толщи большинством геологов подразделяется на две подтолщи: нижнюю – галитовую (некалиеносная) и верхнюю – глинисто-галитовую (калиеносная) [1].

Циклическое строение характерно для соленосных толщ Припятской впадины, где периодичность в строении галогенной формации показывает, что процесс седиментации происходил под действием климатического и тектонического факторов.

Степень изученности калиеносных отложений Припятской впадины неодинакова. Наиболее полно изучена ее северо-западная, центральная и юго-западная части, где



располагаются Старобинское и Петриковское месторождения. Соленосные отложения здесь пройдены большим числом колонковых скважин (более 240) с высоким выходом керна.

В северо-западной части Припятского прогиба кровля соленосной толщи залегает на глубинах 337 – 660 м; абсолютные отметки от минус 191 до минус 507 м. Средняя мощность соленосной толщи на площади Старобинского месторождения примерно 700 м, восточнее она возрастает до 1500 м. Область с наименьшей глубиной залегания находится в центральной и южной частях Старобинского месторождения; а максимальные глубины залегания кровли – в приосевой части Шатилковской депрессии [6].

В соленосной толще Старобинского месторождения установлены четыре выдержанных горизонта калийных солей, приуроченных к 29, 25, 13 и 7-й соляным пачкам. Каждая из этих пачек, как правило, состоит из трех частей. Верхняя и нижняя, представленные пластами каменной соли, составляют кровлю и подошву горизонтов калийных солей, а средняя часть занята глинисто-карналлитовыми пластами. Насыщенность разреза толщи калийными солями 5–7 %. Средневзвешенное содержание нерастворимого остатка 2–11 % (среднее 7 %), а в Петриковском месторождении содержание значительно меньше: в среднем 2 % [5].

Так как все залежи калийных солей Припятского прогиба относятся к типу бессульфатных, поэтому калийные минералы представлены хлоритами: сильвином, который имеет основное значение, и карналлитом, который играет весьма второстепенную роль.

Мощность соленосной толщи к востоку от Старобинского месторождения в пределах Шатилковской депрессии возрастает от 800 – 900 до 2000 м и более. При этом более мощные и полные разрезы ее приурочены к наиболее погруженным участкам кристаллического фундамента. В пределах выступов мощность и полнота разреза соленосной толщи сокращаются, как правило, за счет верхних соляных пачек. Сопоставление разрезов соленосной толщи показывает, что увеличение ее мощности происходит главным образом в результате появления новых соляных пачек. Последними соляная толща «достраивается» в верхней и нижней частях, а внутри разреза происходит расщепление некоторых карбонатно-глинистых пачек на ряд менее мощных, разделенных новыми соляными пачками. В целом в восточном направлении мощности всех соляных пачек увеличиваются, а пачек карбонатно-глинистых пород сокращаются. Число калийных горизонтов и проявлений хлористого калия в сводном разрезе толщи возрастает до 32. Соленасыщенность разреза калиеносной подтолщи составляет 55–70 %, причем калийные соли слагают до 10–12 % разреза, а карбонатно-глинистые породы – около 20–35 %.

В пределах Калинковичской депрессии (юго-западная часть Припятского прогиба) мощность калиеносной подтолщи вновь возрастает до 1000–1100 м. В средней и нижней частях ее разреза установлено 8 калийных горизонтов с очень низким содержанием нерастворимого остатка. При проведении плановых поисковых работ в западной части депрессии в 1966 году было открыто Петриковское месторождение калийных солей. Произведена разведка месторождения: пробурено более 170 скважин с отбором керна, также произведены геофизические исследования в стволах скважин: гамма-каротаж (ГК), электрокаротаж (КС), нейтронный гамма-каротаж (НГК).

Калиеносная подтолща сложена каменной солью (до 65–70 %), переслаивающейся с пачками, пластами и слоями карбонатно-глинистых пород. На долю калийных солей приходится 4–5 % от суммарной мощности пород. Они образуют самостоятельные горизонты и рассеяны в виде вкрапленности. В разрезе насчитывается более 20 калийных горизонтов, число которых увеличивается в депрессиях. Мощности горизонтов весьма варьируются: от 0,5 до 25 м. Одни из них сложены сравнительно мощными слоями сильвинитов или сильвин-карналлитовой породы, другие – единичными и мало мощными прослоями и слоями этих же пород, а также каменной солью с обильной вкрапленностью сильвина или сильвин-карналлитовых образований. Петриковские

сильвиниты отличаются от Старобинских тем, что здесь преобладают белые, желтовато-белые и светло-красные сильвиниты с беспорядочной и неяснополосчатой текстурой. Сильвиниты являются, как правило, карналлитосодержащим и широко развиты также карналлит-сильвинитовые породы.

Подсчет прогнозных запасов калийных солей на территории, не освещенной поисковым бурением, но с достоверно установленной калиеносной подтолщей, произведен для площади около 4 тыс км<sup>2</sup>. Величина плотности запасов калийных солей на 1 км<sup>2</sup> заимствована из расчетов по западной части Припятской впадины, где она составляет около 10 млн т сырых калийных солей на 1 км<sup>2</sup>. Таким образом, прогнозные запасы калийных солей на Припятской впадине, освещенных поисковым бурением, составляют 43 млрд т сырых солей (без карналлита), при этом 21 млрд т отвечают требованиям стандартов (среднее содержание *KCl* 22,3 %, нерастворимый остаток 4,2 %), а 13,8 млрд т залегают до глубины 1200 м.

Для многих из этих горизонтов наряду с высоким содержанием *KCl* характерно повышенное содержание нерастворимого остатка, что дает основание говорить о периодическом поступлении вод суши в солеродный водоем с северного борта впадины. Южнее (Червоно-Слободской выступ, Копаткевичская депрессия) калийные горизонты становятся чище, но содержание хлористого калия в них также снижается.

Распространение большинства калийных горизонтов контролируется структурным планом соленосной толщи. Максимальное развитие калийных горизонтов наблюдается, как правило, в центральных частях синклиналильных структур, а в сторону поднятий они либо уничтожены процессами древнего подземного выщелачивания вместе с частью разреза соленосной толщи, либо фациально выклиниваются внутри заключающих их соляных пачек.

Наличие калийных горизонтов во многих скважинах позволяет положительно оценивать калиеносность верхней соленосной толщи в северных, центральных и юго-западных районах. Однако возможность промышленного использования калийных солей осложняется глубоким их залеганием (более 1000 м), сложным рельефом кровли соленосной толщи и проявлением соляной тектоники. Эти скважины бурились в основном на крыльях и сводовых частях положительных структур. Удаленность скважин друг от друга затрудняет корреляцию найденных в них калийных горизонтов [6].

По мере расширения фронта нефтепоисковых работ возрастает детальность изучения соленосных отложений на отдельных площадях Припятской впадины. Так, например, на Осташковичском нефтяном месторождении по данным геофизических исследований в калиеносной подтолще верхней соленосной толщи выделяется до 13 калийных горизонтов мощностью от 1 до 12 м. Максимальное число горизонтов установлено в крыльевых частях структуры, а к своду поднятия они выклиниваются [4].

Два крупных этапа соленакопления, выделяемые в Припятской впадине, связаны с верхнефранскими (нижняя соленосная толща – *D<sub>3f</sub>*) и верхнефаменскими (верхняя соленосная толща – *D<sub>3fm</sub>*) отложениями.

В период образования нижней соленосной толщи процесс галогенеза достигал наибольшего размаха в южной части впадины, где эти отложения имеют наибольшую мощность.

Время формирования межсолевых задонско-елецких (*D<sub>3zd-el</sub>*) отложений характеризуется снижением солености водоема. Накапливаются преимущественно глинисто-карбонатные породы с фауной. Относительно высокая соленость сохраняется лишь на отдельных участках, что фиксируется пластами ангидритовых пород, характерных для северной и северо-восточной частей впадины.

Во время образования горизонтов калийных солей солеродный водоем в западной части впадины был мелководным. Его глубина не превышала, по-видимому, нескольких метров, о чем свидетельствует ряд признаков (текстурные и структурные особенности

сильвинитовых прослоев, их мощность, наличие знаков ряби в прослоях каменной соли и др.) [3].

Особенности строения разрезов калиеносной подтолщи Припятской впадины – это чередование пачек каменной соли и несоляных пород – позволили выделить особый, так называемый старобинский тип разрезов соленосных отложений. Соотношение мощностей соляных и несоляных пород в разрезах соленосных толщ (с учетом различных скоростей их накопления) показывает, что собственно соленакопление охватывало значительно меньшие промежутки времени в жизни позднедевонского ( $D_3$ ) солеродного водоема по сравнению с периодами образования несоляных пород. Количественное преобладание глинистых и мергелистых пород среди несоляных пород рассматриваемой формации свидетельствует о значительной роли вод суши в водном балансе Припятского солеродного водоема.

В определенные периоды соленакопление происходило одновременно на значительной территории, соизмеримой со всей площадью Припятской впадины, о чем свидетельствуют данные сопоставления разрезов соленосных толщ и значительная площадь развития некоторых калийных горизонтов.

Заключительный этап развития Припятской впадины произошел в верхнем девоне (послеевлановское время –  $D_{3ev}$ ), характеризуется проявлением значительных по амплитуде и контрастности вертикальных тектонических движений и специфическими особенностями процессов седиментации (интенсивный галогенез, образование мощной терригенно-карбонатной надсолевой толщи, проявление вулканизма). Этот этап развития характерен для всех авлакогенов (глубокий и узкий грабен в фундаменте древней платформы, перекрытый осадочным чехлом); именно в это время формируются их структурно-генетические особенности. Условия развития региона отразились на структурно-морфологических чертах, сформированных в послеевлановское время структурных элементов. Подвижки по разломам, проявившиеся в период галогенеза, активизировались после накопления верхней соленосной толщи. Этими движениями был перестроен структурный план региона [6].

Анализ распределения мощностей соляных и несоляных пачек, а также строения и распространения калийных горизонтов свидетельствует о том, что в период образования соленосной толщи современный структурный план проявлялся уже достаточно отчетливо.

В структурно-тектоническом отношении наиболее благоприятными участками для выявления калиеносности являются синклинальные структуры (депрессии), крылья и погруженные части положительных структур, а на антиклиналях они сокращаются. Несмотря на глубокое залегание и сложный рельеф кровли калийных солей основных месторождений страны, которые находятся в северном, центральном, западном и юго-западном районах Припятского прогиба, добыча является весьма рентабельной. В противоположные районы (восточный, юго-восточный) Припятского прогиба мощности всех соляных пачек увеличиваются, а пачек карбонатно-глинистых пород сокращаются, следовательно, появляются новые калийные горизонты, которые дают толчок к будущему перспективному и эффективному развитию калийных богатств недр Республики Беларусь.

### Список использованной литературы

- 1 Стратегия развития геологической отрасли и интенсификации освоения минерально-сырьевой базы Республики Беларусь до 2025 года. – Минск : Дикта, 06.03.2013. – 41 с.
- 2 Газета «Федэрацыя прафсаюзаў Беларусі «Беларускі час» – 01.04.2016. – URL: <http://belchas.by/news/chem-bogatyy-zapasov-kaliinoi-soli-belorusam-khvatit-na-100-let.html>. – Дата доступа: 02.10.2017.

3 Высоцкий, Э.А. Генезис месторождений полезных ископаемых: пособие для студентов / Э.А. Высоцкий. – Минск : БГУ, 2012. – 147 с.

4 Высоцкий, Э.А. Месторождения горючих и неметаллических полезных ископаемых. Курс лекций / Э.А. Высоцкий. – Минск, 2003. – 133 с.

5 Современные проблемы геологии: университетские научные чтения, посвященные 60-летию открытия Старобинского месторождения калийных солей / под общей редакцией Э.А. Высоцкого [и др.]. – Минск : БГУ, 2009. – 93 с.

6 Геология СССР. Том 3: Белорусская ССР. Полезные ископаемые / главный редактор А.В. Сидоренко [и др.]. – М. : Недра, 1977. – 259 с.

I.I. KOZYULEV

### **DEPOSITS OF POTASSIUM SALTS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Article is devoted to potash deposits of Belarus. Special attention is paid to the issues of studying the detailed characteristics and criteria of salt-bearing sediments, the formation and distribution of potassium salts, their spread in the Pripyat trough. An analysis is also conducted of the comparison of the raw materials base of the Republic of Belarus, which includes the main deposits: Starobinskoye and Petrikovskoe.*

УДК 551.4 (476.1)

С.С. КСЕНЗОВ

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПЕРСПЕКТИВНЫХ СТРУКТУР НА ТЕРРИТОРИИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

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

*В связи с постепенным истощением запасов горючих полезных ископаемых на территории Республики Беларусь проводится переработка материалов данных сейсморазведки 2D, а также постепенное покрытие территории Припятского прогиба сейсморазведочными работами 3D.*

Припятский прогиб находится на юго-востоке Беларуси. Его длина 180 километров, ширина – 130 километров. Он расчленен разломами на многочисленные структуры второго порядка, которые имеют вид горстов, грабенов, погребенных выступов, приразломных поднятий и опусканий. Припятский прогиб – это стратегически важная для Беларуси нефтегазоносная область, которая является частью крупной Днепровско-Припятской нефтегазоносной провинции [1, 2].

В настоящее время сейсморазведка является ведущим методом геофизических исследований земной коры. Лидирующее положение метода в разведочной геофизике обусловлено его большой глубиной при высокой детальности исследований.

Сейсморазведка основана на изучении распространения в горных породах искусственно возбуждаемых упругих волн. Вызванные взрывом, ударом или вибрацией сейсмического источника, упругие колебания распространяются во все стороны и проходят

в толщу земной коры. Здесь они претерпевают преломление и отражение на границах горных пород с различными упругими свойствами и частично возвращаются к дневной поверхности, где во множестве точек наблюдения регистрируются высокоточной аппаратурой. По записям этих волн строят сейсмические изображения геологических объектов, что позволяет определить их глубины и формы, а также прогнозировать их литологический состав.

Благодаря своим возможностям сейсморазведка играет ключевую роль в региональных исследованиях земной коры, особенно – в изучении мощных осадочных толщ. Чрезвычайно велико значение метода при поисках и разведке месторождений нефти и газа как на суше, так и на море. Сейсморазведку применяют для поисков углей и многих нерудных полезных ископаемых, а также для решения гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических задач. Все более активно она участвует в решении задач рудной геологии, изучающей сложные комплексы кристаллических пород.

В данный момент преобладающую часть геофизической информации о строении земных недр получают с помощью отраженных волн. По этой причине метод отраженных волн (МОВ) является основным, хотя практическая сейсморазведка начиналась с метода преломленных волн (МПВ). [3]

Одним из главных признаков классификации сейсморазведки является мерность исследований, т. е. число координат, по которым изучаются геометрия и свойства среды. По этому признаку различают одномерную (1D), двухмерную (2D), трехмерную (3D) и четырехмерную (4D) сейсморазведки. Индекс D происходит от английского слова *Dimension* – измерение.

Одномерную (1D) сейсморазведку проводят при скважинных исследованиях, располагая источники или приемники на некоторой линии, называемой вертикальным профилем, совпадающим со стволом скважины. Целью исследований является изучение распределения параметров среды вдоль ствола скважины.

Двухмерная (2D) сейсморазведка основана на проведении профильных наблюдений. При этом источники и приемники располагают на земной поверхности или вблизи ее (в мелких скважинах), а предметом изучения является геометрия границ и распределение свойств среды на некоторой субвертикальной поверхности проходящей через линию наблюдений. Эта поверхность называется лучевой. В случае наблюдений вкрест простирания плоской отражающей или преломляющей границы, покрытой однородной средой, эта поверхность представляет собой вертикальную плоскость, которая является плоскостью сейсмического разреза.

Трехмерная (3D) сейсморазведка основана на применении площадных, реже пространственных систем наблюдений. Обычно используются площадные расстановки приемников на поверхности земли (или вблизи ее), обрабатываемые из нескольких пунктов возбуждения, также расположенных на исследуемой площади. Предметом изучения 3D сейсморазведки служит объемное (трехмерное) строение среды: пространственная геометрия отражающих и преломляющих границ и объемное распределение физических свойств среды.

Четырехмерная (4D) сейсморазведка или сейсмический мониторинг, представляет периодические во времени исследования с помощью 3D сейсморазведки с периодом (в зависимости от поставленной геологической задачи) от нескольких суток до нескольких месяцев или лет. Такая сейсморазведка предназначается для изучения геодинамики среды – изменений ее объемного строения и пространственного распределения физических свойств среды. Исследования такого рода пока не вышли из стадии единичных экспериментов. Тем не менее, в нефтегазовой промышленности массовое внедрение сейсморазведки должно произойти в ближайшие годы, в особенности в области контроля за разработкой месторождений (изучение движения контуров газ–нефть, нефть–вода).

При проведении геологоразведочных работ на нефть в пределах данной территории широкое применение получила 2D и 3D сейсморазведка по методике общей глубинной точки (ОГТ) – разновидности метода отраженных волн. Сейсмические исследования 2D методом ОГТ в пределах Припятского прогиба проводились начиная с 1974 года, однако в связи с тем, что сейсморазведка 2D не способна решить все геологические задачи в условиях сложной тектонической обстановки данной территории, в настоящее время проводятся повторные сейсморазведочные работы в модификации 3D.

В сейсморазведке 3D, в отличие от работ по технологии 2D, плотность точек на единицу площади исследований резко возрастает, что дает возможность формировать куб сейсмической информации, на основе которого в последующем открываются возможности получения непрерывных сечений волнового поля во всех направлениях. Это обеспечивается тем, что в сейсморазведке 3D сейсмические колебания регистрируются во множестве точек, расположенных на определенной площади в окрестности источника упругих волн. При этом всегда имеется возможность производить регистрацию сейсмических волн как на продольных, так и на непродольных профилях. Появляется возможность охватить большую часть возможных азимутов подхода сейсмических волн к точкам регистрации.

Сочетание высокой плотности точек и продольно – непродольного профилирования по совокупности позволяет определять и, в дальнейшем, учитывать направление прихода сейсмических волн. Это делает результаты наблюдений по технологии 3D существенно более качественными по сравнению с данными съемки 2D. В силу этого трехмерная регистрация данных позволяет достаточно надежно проследить относительно протяженные, но сравнительно малоразмерные в плане объекты.

Другой отличительной особенностью работ 3D является возможность использования на этапе обработки информации о *пространственных годографах отраженных волн*, что позволяет на стадии суммирования данных поднять на порядок выше качество ослабления (подавления) как кратных волн-помех, так и случайных помех.

Операция миграции трехмерных волновых полей, по сравнению с миграцией двумерных данных, также открывает новые возможности в получении существенно большей пространственной разрешенности сейсмических записей в плане. В конечном счете, все это и приводит к более качественному восстановлению пространственного положения отражающих границ, повышению динамической выразительности сейсмических записей. Все вышесказанное и объясняет, почему для изучения районов со сложным геологическим строением в настоящее время все более широко используется сейсморазведка с применением площадных систем наблюдений волнового поля [4].

При проведении сейсморазведочных работ в районах со сложными глубинными сейсмогеологическими условиями (криволинейные крутопадающие границы, резкие несогласия и прочее) для получения объективных и достоверных сведений о геологическом строении изучаемой среды необходимо учитывать трехмерность структуры отраженного сейсмического волнового поля. Это связано с тем, что в пункты приема колебаний приходят отраженные волны, лучевые траектории которых лежат в различно ориентированных плоскостях.

Если не учитывать эти особенности волнового поля при регистрации и обработке, то можно допустить серьезные ошибки при истолковании полученных результатов наблюдений. Ярким примером таких сложных геологических условий (солянокупольная тектоника) и является Припятский прогиб.

В районах со сложными глубинными условиями при профильном варианте изучения среды (2D сейсморазведка - продольное профилирование) нередко трудно однозначно опознать волны, у которых направление распространения не лежит в вертикальных плоскостях, содержащих линии профилей. Указанное обстоятельство не позволяет не только правильно оконтуривать, но иногда даже и просто обнаруживать эти сложно построенные объекты [5].

В качестве примера преимущества 3D сейсморазведки над 2D сейсморазведкой можно представить следующий рисунок.

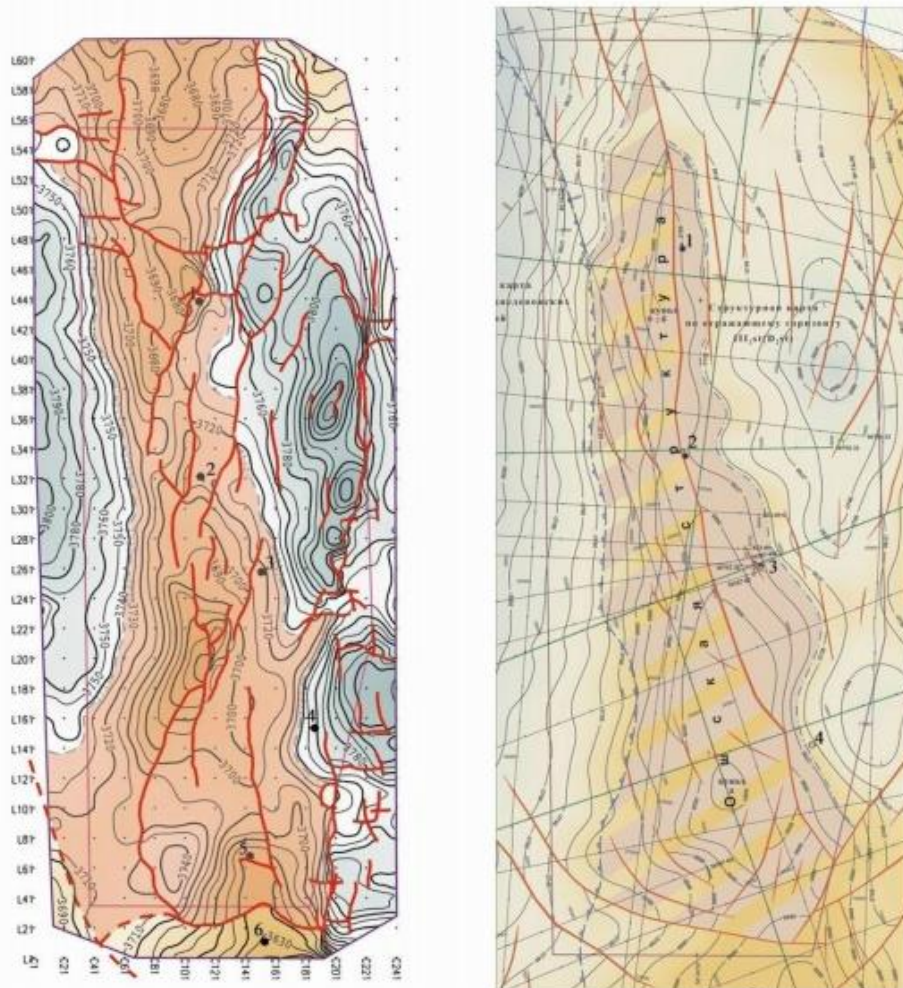


Рисунок 1 – Структурные построения по данным:  
а) 3D сейсморазведки; б) 2D сейсморазведки [6]

На рисунке 1 наглядно представлено отличие в представлениях о разрывной тектонике. После интерпретации материалов 2D сейсморазведки предполагалось весьма протяженное нарушение, протягивающееся через всю площадь и отделяющее приподнятый и опущенный блоки. По данным 3D видны кулисообразные нарушения, сформированные в результате сдвигов и приводящие к формированию приразломных структур весьма характерных форм. Если по данным 2D сейсморазведки при последующей разработке предполагалось выклинивание пласта в западной части площади и залежь представлялась стратиграфически экранированной, то по данным 3D она представляется структурной [6].

В настоящее время 3D сейсморазведка приобрела большую популярность, однако, как показывают исследования, этот метод не так уж надежен. Так, при рассмотрении трехмерной сейсморазведки в сравнении с двухмерной, можно сделать следующие выводы:

- 1 трехмерная сейсморазведка, по сути, отличается от сейсморазведки 2D лишь возможностью учета пространственного сейсмического сноса;
- 2 глубинность исследований 2D и 3D сейсморазведки одинакова;
- 3 применяемая на практике горизонтальная детальность съемки 3D чрезмерна и не соответствует физически обоснованным параметрам;



4 горизонтальная детальность сейсмической съемки 3D впоследствии не используется при геологическом и гидродинамическом моделировании месторождений;

5 в экономическом плане: работы по покрытию территории 3D сейсморазведкой на порядок дороже, чем 2D.

6 выявленные по сейсмическим данным структуры целесообразно опосредованно скважинами и затем проводить детальные сейсморазведочные работы.

После приведенных фактов можно сделать заключение о том, что в настоящее время детализационные работы можно проводить и в модификации 3D, но, только при определенных сейсмогеологических условиях, это является весьма желательным. Тем не менее, при наличии средств детальные работы на наиболее ответственных и недостаточно изученных бурением участках месторождений все же лучше выполнять в модификации 3D, в связи с тем, что общая информативность и надежность интерпретации при правильном подходе может быть на 20–30 % выше [7].

В настоящее время целесообразность проведения двухмерной либо трехмерной сейсморазведки определяется исходя из геологического задания, изученности местности, технического оснащения и бюджета.

В случае, когда территория изучена слабо, имеет смысл провести сейсморазведку по методике 2D, так как она позволяет за меньшее время охватить большие по сравнению с 3D сейсморазведкой участки и дать общие представления о изучаемой территории.

В условиях сложного тектонического строения Припятского прогиба сейсморазведка является практически безальтернативным методом поиска нефтяных и газовых месторождений. С каждым годом совершенствуются сейсмические станции, увеличивается количество каналов приема, появляются новые методики интерпретации полевого материала. В условиях современного динамично развивающегося мира, в ближайшие 50 лет есть вероятность полной автоматизации полевых работ и получения конечного материала очень высокого качества, способного в полной мере отразить тектоническую обстановку в недрах Земли.

### Список использованной литературы

1 Махнач А.С. Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.]; науч. ред. А. В. Матвеев. – Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

2 Познякевич, З.Л. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы / З.Л. Познякевич, А.М. Синичка, Ф.С. Азаренко. – Минск : Беларуская навука, 1997. – 696 с.

3 Боганик, Г.Н. Сейсморазведка: учебник для вузов / Г.Н. Боганик, И.И. Гурвич. – Тверь : издательство АИС, 2006 – 774 с.

4 Урупов, А.К. Основы трехмерной сейсморазведки / А.К. Урупов. – М. : Изд-во РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. – 510 с.

5 Бондарев, В.И. Сейсморазведка. Учебник для студентов высших учебных заведений России, обучающихся по специальности 130201 «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» / В.И. Бондарев. – Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, 2007. – 702 с.

6 Белонин, М.Д. Типано-Печорская провинция: геологическое строение, нефтегазоносность и перспективы освоения / М.Д. Белонин, О.М. Прищепа. – СПб. : Наука, 2004. – 396 с.

7 Бобков, В.Е. Проблемы интерпретации данных сейсморазведки при с целью повышения эффективности поисков и разведки нефти в условиях Припятского прогиба / В.Е. Бобков // Молодой ученый. – Минск : Изд-во БГУ, 2016.

**FEATURES OF SEISMIC EXPLORATION WORKS FOR PURPOSE OF  
OIL-PERSPECTIVE STRUCTURES ON THE TERRITORY OF PRYPYATSKY  
DAMPING**

*Due to the gradual depletion of reserves of combustible minerals in the territory of the Republic of Belarus, 2D seismic data is processed, as well as gradual coverage of the territory of the Pripyat Trough with 3D seismic surveys.*

УДК 551.4 (476.13)

В.Д. ЛЕВЧЕНКО

**ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МЕЖСОЛЕВОЙ ЗАЛЕЖИ  
ЮЖНО-ОСТАШКОВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТОТИПОВ НЕФТЕВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
victoria.vesna1994@gmail.com*

*Согласно названию, в статье описывается история тектонического развития Южно-Осташковичского месторождения в главную фазу рифтовой стадии формирования Припятского палеорифта, дана литологическая характеристика продуктивных пластов межсолевой залежи, а также показано, как повлияли те или иные этапы рифтогенеза на формирование резервуаров нефти.*

Формирование структуры нефтеносных комплексов и ловушек углеводородов Южно-Осташковичского месторождения происходило на рифтовой стадии развития Припятского прогиба. В раннефаменское время начался домановичско-петриковский этап (подфаза) главной (зрелой) фазы рифтовой стадии формирования Припятского палеорифта, который ознаменовался отложением мощной терригенно-сульфатно-карбонатной межсолевой формации на большей части территории Припятского прогиба [1].

Задонское время началось с трансгрессии ливенского моря, которая привела к достаточно резкому его опреснению, с сохранением некоторой унаследованности от солеродного бассейна в наиболее погруженных участках. В раннезадонское (кузьмичевско-тонежское) время бассейн опреснился до нормально-морского, что способствовало бурному развитию таких рифостроителей, как сине-зеленые водоросли. Проявление тектонических движений определило в основном консидементационный характер развития структуры задонских отложений [2].

На основе детального петрографического изучения имеющегося кернового материала в совокупности с данными ГИС было выделено 3 основных литотипа пород [3].

Породы **первого литотипа** (литотип I) распространены на значительной (центральной, северная, северо-восточная, западная части) территории Южно-Осташковичского месторождения, представлены доломитами серыми, коричневато-серыми, вторичными, органогенно-водорослевыми (онколитовыми), разнозернистыми (крупно-мелко-среднезернистыми), плотными, крепкими, кавернозно-порово-трещинными, неравномерно перекристаллизованными, слабглинистыми, участками слабо кальцитизированными

и сульфатизированными, иногда с реликтовыми гнездами темно-серых известняков, доломитизированных, органогенно-водорослевых, местами глинистых [3].

Породы **литотипа II**, приуроченные в основном к юго-восточной склоновой части месторождения, характеризуются доломитами серыми, до темно-серых, вторичными, разномерными (от микро до среднезернистыми), плотными, крепкими, участками брекчиевидными, местами известковистыми, в различной степени глинистыми, сульфатизированными, с редкой обугленной флорой и фауной плохой сохранности; известняками серыми, темно-серыми микро-мелкозернистыми, местами доломитизированными, органогенными, плотными, крепкими, участками глинистыми, с редкими отпечатками раковин брахиопод; маломощными прослоями мергелей темно-серых, зеленовато-серых, слоистых, местами брекчиевидных, с тонкими прослойками доломитов коричневатосерых, микрозернистых, глин темно-серых, зеленовато-серых, с зеркалами скольжения, плотных [3].

Распространение пород **третьего литотипа** выявлено за границами залежи и приурочено к наиболее погруженному участку. Породы литотипа III представлены известняками серыми, темно-серыми, пелитоморфными, глинистыми, участками органогенно-водорослевыми (онколитовыми), неравномерно доломитизированными, сульфатизированными, брекчиевидными, мелко-микрозернистыми, неравномерно трещиноватыми, с многочисленной фауной брахиопод, члениками криноидей и другого детрита различной сохранности [4].

В позднезадонское (тремлянско-вишанское) время тектоническая активность в прогибе резко снизилась. Существовавший здесь стабильный морской режим с хорошо аэрируемой, относительно теплой и нормально-соленой водой сменился в тремлянское время палеоводоемом с повышенной соленостью вод. На территории Южно-Осташковичского месторождения ухудшение условий осадконакопления привело к замедлению роста органогенной постройки. Для тремлянских-вишанских отложений характерны процессы вторичной ангидритизации по трещинам и порам, а также фрагментарное и зональное замещение солью, ангидритом, гипсом первичной минеральной матрицы карбонатных пород [1, 4, 5].

В сравнении с кузьмичевско-тонежскими отложениями, зона распространения пород, отнесенных к **первому литотипу** (Литотип I) значительно сокращена. Породы данного литотипа, приуроченные в основном к южной и юго-западной части месторождения, представлены доломитами серыми, темно-серыми, коричневатосерыми, вторичными, участками органогенно-водорослевыми (онколитовыми), разномерными (крупно-мелко-среднезернистыми), местами брекчиевидными, плотными, крепкими, каверново-поровыми, трещиноватыми, неравномерно перекристаллизованными, в различной степени глинистыми, участками кальцитизированными и сульфатизированными [3].

Породы **второго литотипа** тремлянских-вишанских отложений получили значительное распространение в центральной, южной, юго-восточной части месторождения. Породы характеризуются доломитами буровато-серыми, вторичными, плотными, местами комковато-желваковидными, неравномерно известковистыми, местами каверновыми и трещиноватыми, участками брекчиевидными, в различной степени глинистыми, с редкими зеркалами скольжения, сульфатизированными, с редкими остатками перекристаллизованной фауны плохой сохранности; известняками буровато-серыми, темно-серыми, пелитоморфно-микрозернистыми, неясно-тонко и микрослоистыми, глинистыми, участками слабодоломитизированными, с редкими обломками раковин брахиопод плохой сохранности и отпечатками микрофауны; мергелями доломитовыми, микрозернистыми, тонкослоистыми, плотными, крепкими [3].

Породы **третьего литотипа** тремлянских-вишанских отложений, получившие более обширное распространение в сравнении с кузьмичевскими-тонежскими отложениями в наиболее погруженной юго-восточной части месторождения, представлены

известняками серыми, темно-серыми до черных, глинистыми, с многочисленными желваками продолговатой формы и линзовидными прослоями известняков слабодолмитизированных, мелко-микрозернистых с редкими прослоями известняков ленточно-строматолитовых, глинистых, брекчиевидных, с прослоями мергелей и глин с обуглившейся флорой на плоскостях наслоения [3].

В позднезадонское время отложения шлейфовой фации занимали значительную часть территории опущенного юго-восточного блока месторождения, характеризуясь зоной спокойного погружения склона рифа. Ввиду отсутствия подвижных вод морские организмы нарастали здесь непосредственно на твердый субстрат дна и их микроматы активно наращивались послойно вверх, формируя каркасы строматолитов [1, 3].

Начало елецкого времени ознаменовалось усилением тектонической активности в Припятском палеорифте, проявившейся в гораздо большей степени в сравнении с раннезадонским этапом домановичско-петриковской подфазы главной фазы рифтогенеза [1].

В раннеелецкое время описываемая территория характеризуется унаследованным развитием. В пределах Южно-Осташковичского месторождения сохраняются условия морского мелководья, благоприятные для дальнейшего роста хорошо выдержанного по площади биогермного массива, однако, в целом, на территории Речицко-Вишанского поднятия намечается некоторая дифференциация глубины бассейна, связанная с постепенным общим опусканием территории [3].

В отложениях елецкого времени были выделены две зоны литолого-фациальных исследований – туровский и дроздовский горизонты [3].

В туровских отложениях елецкого времени было выделено три литотипа, приуроченные к ядерной, склоновой и шлейфовой фациям, в пределах которых отложения преимущественно совпадают по литологическому составу с породами тремлянско-вишанского литолого-фациального комплекса, однако границы лито-фациальных зон существенно изменяются [3].

В сравнении с тремлянско-вишанским временем, границы **первого литотипа** туровских отложений получили более широкое распространение на территории Южно-Осташковичского месторождения. Породы литотипа I представлены доломитами серыми, коричневато-серыми, вторичными, органогенно-водорослевыми (онколитовыми), разнозернистыми (микро-мелко-среднезернистыми), плотными, крепкими, участками брекчиевидными, кавернозно-порово-трещинными, неравномерно перекристаллизованными, слабоглинистыми, местами кальцитизированными и сульфатизированными. Границы распространения **второго литотипа** в сравнении с поздним задоном характеризуются незначительным сокращением в южной части и распространением в основном в юго-восточной склоновой части месторождения [3].

Наиболее характерными породами данного литотипа являются доломиты серые, до темно-серых, вторичные, мелко-микрозернистые, плотные, крепкие, участками брекчиевидные (брекчиевидный облик породы определяется неравномерной перекристаллизацией доломита от микро- до мелкозернистого), в различной степени известковистые, неравномерно глинистые, трещинно-кавернозно-пористые, местами сульфатизированные и пиритизированные, с редкими остатками перекристаллизованной фауны и обугленной флоры [3].

Породы **третьего литотипа** представлены известняками серыми, темно-серыми, неравномерно глинистыми, кавернозно-трещиноватыми, местами сульфатизированными, плотными, крепкими.

Дроздовские отложения, как и туровские, характеризуются тремя литотипами. Представлены ядерной, склоновой, депрессионной фациями, границы и литологический состав которых существенно отличаются от туровских, что свидетельствует о значительных изменениях условий седиментогенеза, повлиявших на развитие органогенной постройки в позднеелецкое время [3].

На западе месторождения граница распространения пород **первого литотипа**, приуроченного к центральной ядерной фации органогенной постройки, осталась практически неизменной, однако существенно сократилась в юго-восточном направлении погружения отложений межсолевой залежи. Породы данного литотипа характеризуются сходным литолого-фациальным составом отложений, в сравнении с раннеелецким временем, и представлены доломитами серыми, буровато-серыми, вторичными, органогенно-водорослевыми, разномзернистыми (микро-мелко-среднезернистыми), плотными, крепкими, участками комковато-сгустковыми, местами брекчиевидными, кавернозно-порово-трещинными, неравномерно перекристаллизованными, слабглинистыми, местами слабо кальцитизированными и сульфатизированными, с зеркалами скольжения по трещинам [3, 4].

Зона распространения **второго литотипа** существенно сокращается в юго-восточном направлении погружения месторождения. По своему литологическому составу породы сходны с отложениями фитогенной склоновой фации туровского литолого-фациального комплекса. Они представлены доломитами серыми, темно-серыми, мелко-микрозернистыми, плотными, крепкими, участками брекчиевидными, в различной степени известковистыми, неравномерно глинистыми, трещинно-кавернозно-пористыми, местами пиритизированными, с редкими остатками обугленной флоры и перекристаллизованной фауны [3].

Породы **третьего литотипа**, получившие распространение в погруженной юго-восточной части месторождения, а также в юго-западном направлении, представлены в основном известняками темно-серыми до черных, неравномерно глинистыми, местами слабодолмитизированными, пелитоморфно-микрозернистыми, массивными, неравномерно перекристаллизованными, участками трещиноватыми, с редкими обуглившимися растительными остатками; мергелями темно-серыми, участками известковисто-доломитовыми, пелитоморфно-микрозернистыми, неяснослоистыми, с мелкими остракодами; доломитами серыми, темно-серыми до черных, микрозернистыми, местами известковистыми до известковых, глинистыми, массивными, плотными, очень крепкими.

В петриковское время завершилась домановичско-петриковская подфаза главной фазы рифтовой стадии тектонического развития Припятского прогиба [1].

Петриковское время характеризуется максимальной степенью погруженности изучаемой территории с преобладанием более глубоководных морских обстановок.

В сравнении с позднеелецким временем, территория распространения пород **первого литотипа** существенно сокращена не только в юго-восточном направлении погружения отложений межсолевой залежи, но также и в северо-западной ее части и представлена двумя отдельными зонами, приуроченными к своду месторождения [5].

Породы данного литотипа представлены доломитами серыми, темно-серыми до черных, органогенно-водорослевыми, разномзернистыми (микро-мелко-среднезернистыми), плотными, крепкими, местами брекчиевидными, порово-кавернозно-трещиноватыми, неравномерно перекристаллизованными, слабглинистыми и известковистыми, кальцитизированными и сульфатизированными, местами засолоненными, с линзовидными включениями черного глинисто-органического материала, с редкими гнездами туфогенного зеленовато-серого материала неправильной формы [3].

Зона распространения пород **второго литотипа**, приуроченного к фации склона, характеризуется незначительным сокращением в юго-восточном направлении погружения залежи и существенным расширением границ в северо-западной части. Литологический состав пород **литотипа II** петриковского времени характеризуется неярко выраженной дифференциацией по отношению к первому литотипу, ввиду небольшого количества, имеющегося в наличии кернового материала и петрографических шлифов. Породы литотипа II представлены известняками серыми, темно-серыми, мелкозернистыми, в различной степени доломитизированными, участками глинистыми, местами

трещиноватыми, порово-кавернозными, с зеркалами скольжения и неровным изломом, местами сульфатизированными и кальцитизированными по трещинам; доломитами серыми, коричневато-серыми, микрозернистыми, неравномерно глинистыми, известковистыми, плотными, крепкими, сульфатизированными; мергелями темно-серыми, доломитисто-известковыми, плотными, крепким [3].

Породы **третьего литотипа**, получившие распространение в погруженной юго-восточной части месторождения, а также в юго-западном направлении, представлены тонким переслаиванием (1–2 см) мергелей темно-серых, микрозернистых, плотных, крепких, неравномерно доломитизированных (до доломитов) и известняков буровато-серых, микрозернистых, доломитизированных, глинистых, трещиноватых, местами кальцитизированных, пиритизированных; редкими линзовидными включениями (до 2 см) известняков коричневато-серых, микрозернистых, «чистых», сильно пиритизированных, с многочисленными отпечатками фауны, с прослоями доломитов мелкозернистых, микропористых; мергелями, переходящими участками в глины темно-серые, черные, известково-доломитистые, тонкослоистые, радиоляриевые (радиолярии выполнены кремнеземом и кальцитом); глинами темно-серыми до черных, доломитистыми, участками пиритизированными, слоистыми, местами переходящими в мергели [3].

Зона распространения пород **четвертого литотипа**, характеризующего фацию банки зарифовой обстановки седиментации биогенно-карбонатного комплекса, имеет локальное распространение на юго-восточном погруженном участке и выделена с некоторой долей условности, ввиду ограниченного количества кернового материала. Описываемая фация слабо дифференцируется и устанавливается согласно резкому изменению литологического состава отдельных участков погруженной части месторождения – преобладание относительно чистых, неглинистых, органогенно-водорослевых карбонатов. От рифогенной обстановки седиментации отложений биогенно-карбонатного комплекса отличается наличием многочисленных прослоев глинистых карбонатных пород, а также значительно большим разнообразием состава органических остатков. Согласно результатам изучения имеющегося кернового материала, породы представлены доломитами коричневато-серыми, темно-серыми, микрозернистыми, известковистыми, пористо-трещиноватыми, слабокавернозными; мергелями темно-серыми, слоистыми, доломитовыми, плотными, с тонкими прослойками глин темно-серых, аргиллитоподобных, с единичными отпечатками обуглившейся флоры и зеркалами скольжения; глинами темно-серыми, слоистыми, аргиллитоподобными, доломитовыми, с пропластками доломитов серых, коричневато-светло-серых, микро-мелкозернистых, глинистых, плотных [3, 4].

Несомненно, одним из важнейших факторов, влияющих на структурные формы межсолевого комплекса Южно-Осташковичского месторождения в процессе осадконакопления, является формирование органогенных построек. В период рифтовой стадии развития Припятского прогиба сложилась благоприятная обстановка для формирования отложений биогенно-карбонатного комплекса. С колебаниями уровня воды и солености бассейна на разных этапах развития палеорифта напрямую связаны изменения в составе организмов, образующих органогенную постройку. И лишь в петриковское время начали формироваться породы, отличные от пород биогенно-карбонатного комплекса.

### Список использованной литературы

- 1 Айзберг, Р.Е. Синрифтовая геодинамика Припятского прогиба / Р.Е. Айзберг, Т.А. Старчик. – Минск : Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования, 2013. – 146 с.
- 2 Гарецкий, Р.Г. Тектоносфера Беларуси: глубинное строение и закономерности размещения полезных ископаемых / Р.Г. Гарецкий, Г.И. Каратаев, И.В. Дашкович и др. – Минск, 2001. – 150 с.

3 Кусов, Б.Р. Условия формирования межсолевых отложений центральной части Припятской впадины // Методика и результаты геолого-геофизических нефтепоисковых исследований в Припятском прогибе / Б.Р. Кусов. – Минск, 1984. – С. 180–198.

4 Обровец, С.М. Литолого-фациальное районирование отложений межсолевого комплекса девона Центрального нефтеперспективного района // Материалы научно-практической конференции «Эффективные пути поисков, разведки и разработки залежей нефти Беларуси» / С.М. Обровец, С.А. Кручек, И.А. Яшин. – Гомель : РУП «ПО «Белоруснефть», 2007. – 97 с.

5 Уточненный проект разработки Южно-Осташковичского месторождения, П.П. Повжик, В.В. Привалов. РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, Гомель, 2012. – 312 с.

V.D. LEVCHENKO

**THE HISTORY OF GEOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE INTER-SOLID BED OF SOUTH-OSTASHKOVICH DEPOSIT AND THE LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LITHOTYPES OF OIL-BEARING ROCKS**

*As the title implies the article describes the history of the tectonic development of the South-Ostashkovich deposit in the main phase of the rift stage of the Pripjat Paleorift formation, gives a lithological characterization of productive reservoirs of the inter-solid deposit, and also shows how various stages of rifting affected the formation of oil reservoirs.*

УДК 551.4 (476.13)

К.А. ЛОБОВ

**НАЧАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД РЕЧИЦКО-ВИШАНСКОЙ ЗОНЫ НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

*Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти (БелНИПИнефть), г. Гомель, Республика Беларусь  
k.lobov@beloil.by*

*На основе проведенного детального анализа изменения эффективного давления во времени по нефтяным месторождениям Припятского прогиба, был получен уникальный картографический материал для выявления начального напряженного состояния пород-коллекторов.*

Поддержание уровней добычи нефти на месторождениях Республики Беларусь зависит, как от успешности освоения вновь открываемых нефтяных месторождений, так и от инновационного подхода в решении задач оптимизации разработки действующих месторождений.

Открытые залежи нефти Припятского прогиба уже практически истощены, а вновь открываемые обладают низкими фильтрационно-емкостными характеристиками. Освоение скважин и разработка глубоководных пластов сопровождается быстрым снижением пластовых давлений и ростом эффективных давлений на породы-коллекторы,



что провоцирует упруго-пластические деформирования фильтрационной емкости и, тем самым, приводит к снижению добычных возможностей скважин [2].

Качеством эксплуатационных пластов, обусловленным во многом деформационными эффектами, можно и нужно управлять, контролируя геодинамические условия в зоне отборов пластового флюида [4]. Предотвращение условий возникновения повышенных эффективных напряжений в залежах и, как следствие, минимализация негативных эффектов от необратимых деформационных изменений скелета породы, приводит, в конечном итоге, к стабилизации добычи нефти.

Изменение фильтрационно-емкостных свойств и плотности пород в значительной мере зависят от давлений, которые эти породы испытывают. В земной коре порода испытывает на себе давление, обусловленное весом вышележащих пород ( $P_r$ ), а также давление жидкости или газа, заполняющих пустотное пространство. Если под действием горного давления породы стремятся к сжатию, то пластовое давление ( $P_{пл}$ ) препятствует этому процессу. Таким образом, можно говорить, что изменение плотности породы происходит под влиянием эффективного давления ( $P_{эф}$ ).

Эффективное давление может быть рассчитано по формуле (1):

$$P_{эф} = P_r - (n \times P_{пл}), \quad (1)$$

где  $n \approx 0,085$  [1].

Величина этого коэффициента определена экспериментально, и связана с упругой деформацией частиц, слагающих скелет породы.

Горное давление пород ( $P_r$ ) определяют по формуле (2):

$$P_r = \frac{H \cdot 2,32}{10} = 0,232 H, \quad (2)$$

где  $H$  – мощность пород перекрывающих резервуар;

$2,32 \text{ г/см}^3$  – средний удельный вес вышележащих пород.

Обычно давление пород передается через контакты частиц минералов, слагающих породы, или через скелет породы. Если, при данном горном давлении, скелет пород остается неизменным и породы не подвергаются уплотнению, то все горное давление воспринимается скелетом породы, пластовые флюиды, заполняющие пустоты такой породы, не будут воспринимать на себя этого давления. Если же при увеличении нагрузки породы будут уплотняться, пористость их будет уменьшаться, то жидкость или газ будут в той или иной степени изменять горное давление.

В открытом резервуаре воспринятое давление будет передано на положение свободного зеркала жидкости. В закрытых резервуарах или изолированных частях резервуара, где нет непосредственной возможности передать горное давление через столб жидкости, находящиеся в резервуаре флюиды, вынуждены будут принять часть давления на себя. В таких случаях будет наблюдаться аномальное давление – давление, превышающее гидростатическое.

С целью оценки геодинамического напряженного состояния пластов-коллекторов подсолевых и межсолевых залежей основных месторождений Речицко-Вишанской зоны поднятий Припятского прогиба были рассчитаны значения эффективных давлений, и построены карты их площадного изменения на дату начала разработки (рисунок 1).

Коллекторами в межсолевом комплексе Речицко-Вишанской зоны поднятий являются преимущественно органогенные известняки в различной степени доломитизированные и вторичные доломиты. На формирование коллекторов решающее влияние оказали такие постседиментационные процессы, как доломитизация, перекристаллизация и выщелачивание. Эффективную емкость пород образуют каверны выщелачивания и поры эпигенетической перекристаллизации, фильтрация осуществляется по межзерновым каналам и трещинам.

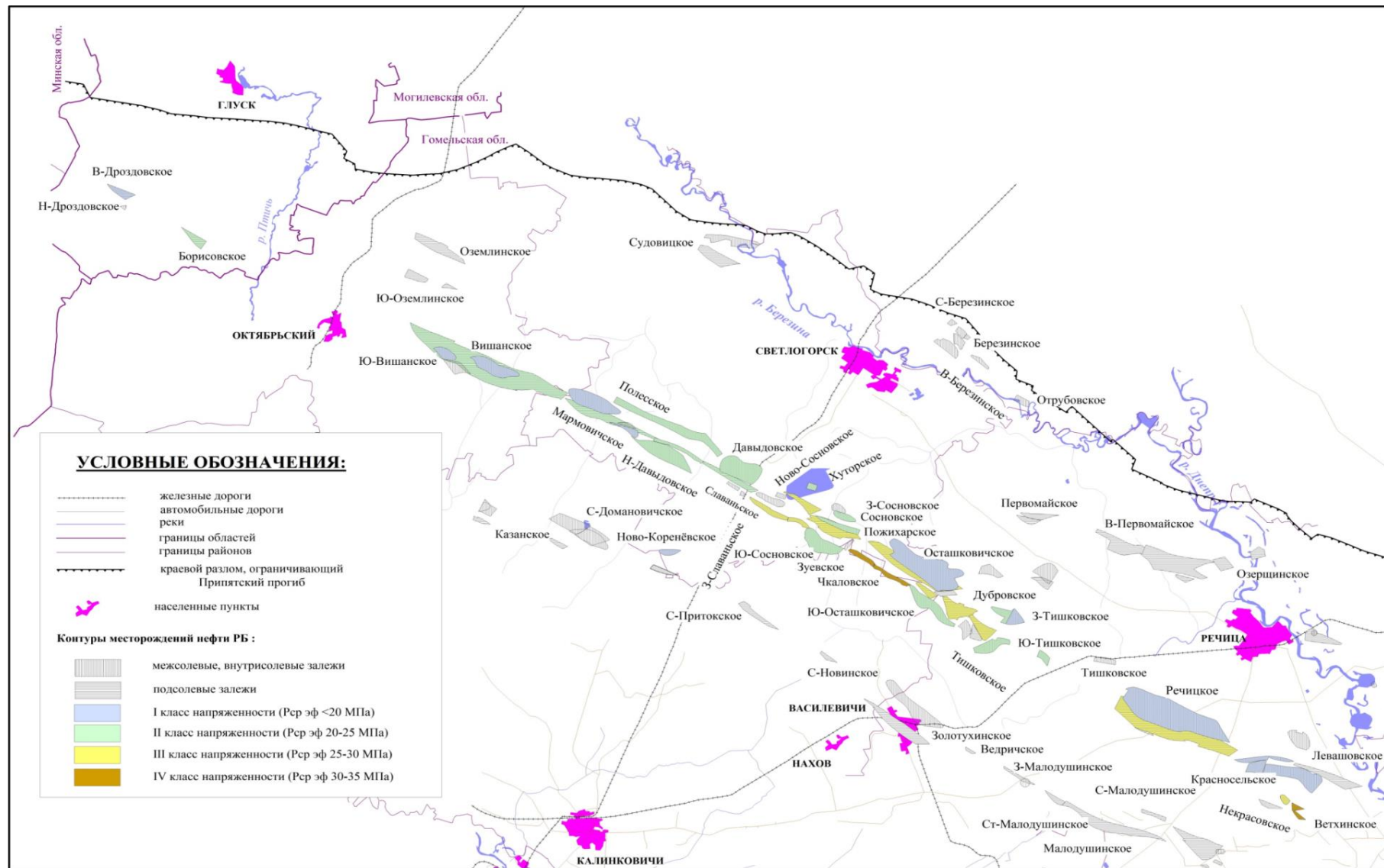


Рисунок 1 – Выкопировка карты начального напряженного состояния месторождений Припятского прогиба по среднему эффективному давлению

Коллекторы характеризуются неоднородностью фильтрационно-емкостных параметров, обусловленных различной степенью проявления постседиментационных факторов, которые наиболее активно протекали в пределах палеоподнятий.

Продуктивные горизонты подсолевого карбонатного комплекса (саргаевский, семилукский, воронежский) сложены карбонатными, сульфатно-карбонатными и глинисто-карбонатными отложениями. Различия в условиях осадконакопления (платформенные – для отложений саргаевского и семилукского горизонтов и рифтовые – для воронежского) предопределили особенности их литологического состава, а впоследствии, и степень их преобразования постседиментационными процессами.

Образование эффективной емкости пород-коллекторов происходило под влиянием перекристаллизации, метасоматической доломитизации и выщелачивания, активизации которых способствовал предворонежский перерыв в осадконакоплении. Определенное влияние на формирование макро- и микротрещиноватости оказали и разрывные нарушения. Коллектора имеют сложную структуру емкостного пространства, основную емкость их образуют вторичные пустоты – каверны, поры, и, в меньшей степени, трещины. Фильтрация осуществляется, главным образом, по трещинам. Тип коллектора можно характеризовать как трещинный и кавернозно-трещинный.

Как известно, напряженное состояние земной коры в общем случае определяется действием в земной коре двух независимых силовых полей. Одно из них – гравитационное поле – в соответствии с законом всемирного тяготения Ньютона, другое – тектоническое поле, обусловленное неравномерным распределением в пространстве скоростей тектонических движений и скоростей деформаций земной коры [5].

Поскольку гравитационное поле действует повсеместно и определяется плотностными свойствами и глубиной рассматриваемой точки от дневной поверхности, по видимому, именно тектоническая составляющая обуславливает иерархичность общего поля естественных напряжений массива пород, что подтверждает анализ схематической карты распределения начального напряженного состояния месторождений Речицко-Вишанской зоны и их геодинамических параметров.

Как видно на рисунке 1, начальное напряженное состояние подсолевых залежей, приуроченных к Речицко-Вишанской зоне поднятий, имеет видимую тенденцию увеличения с северо-запада на юго-восток. По межсолевым залежам такой тенденции не наблюдается.

Детальный анализ распределения средних эффективных давлений в продуктивных отложениях Речицко-Вишанской зоны свидетельствует о том, что исходное напряженно-деформированное состояние их соответствует, в основном, II–V классу напряженности и характеризуется величинами эффективных давлений от 10–20 МПа до 50 МПа и более. Основная доля залежей относится к III–IV классу, однако, например, межсолевые залежи Славянского и Чкаловского месторождений и семилукская залежь Тишковского относятся к V классу – предельно напряженных [4].

Особенностью размещения нефтяных месторождений Припятского прогиба является их приуроченность к системам приразломных блоков и надразломных поднятий, контролируемых региональными разломами субширотного простирания. Так, Речицко-Вишанская зона нефтегазонакопления протягивается вдоль одноименного разлома. В ее пределах установлено 18 месторождений, в том числе наиболее крупные: Речицкое, Осташковичское, Южно-Сосновское, Вишанское. Другие, более мелкие месторождения, также расположены в пределах влияния высокоамплитудных разломов: Северо-Припятского, Малодушинского, и разломов с меньшей амплитудой: Первомайского, Дубровско-Александровского и др. В целом отмечается достаточно четкая приуроченность большинства выявленных в Припятском прогибе месторождений нефти к восточной и центральной частям Северной зоны тектонических ступеней, которые характеризуются повышенной плотностью теплового потока и широким распространением

повышенных и аномально высоких пластовых давлений в подсолевой и межсолевой толщах.

С целью выявления влияния гравитационного и тектонического полей на формирование напряженного состояния подсолевых залежей построена зависимость эффективного давления от глубины залежи и амплитуды структурообразующего тектонического нарушения (рисунок 2).

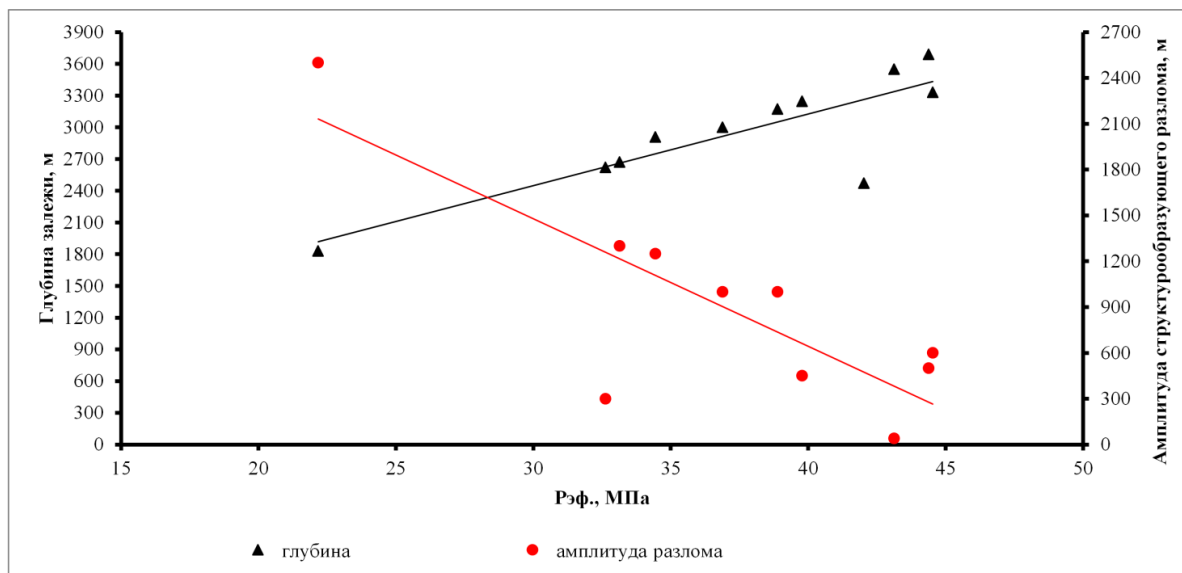


Рисунок 2 – Зависимость эффективного давления от глубины залежи и амплитуды структурообразующего разлома

Опытно-расчетный путь позволил выявить прямую зависимость изменения эффективного давления от глубины залегания подсолевых залежей и обратную зависимость напряженного состояния силового поля в зависимости от амплитуды тектонического нарушения.

Для объяснения процесса, оказывающего такое влияние на напряженное состояние массива пород, изобразим тектоническую ситуацию следующим образом.

Рассмотрим три взаимодействующих слоя, каждый из которых имеет литологически обусловленную напряженность и выраженное отстояние от прилегающих слоев. При равновесном (естественном) состоянии слоев, условно дистанцированных по вертикали, пластовое давление компенсировалось статическим давлением, обусловленным весом вышележащих пород и других тектонических сил.

Распределение нормальных и тангенциальных напряжений при этом примем равномерным. Соответственно, процессы деструкции горных пород проходили однообразно по рассматриваемой длине слоя. При этом условно наблюдалась иерархическое соотношение верхних и нижних геологических слоев. Площадки инклюзивного касания слоев между собой образуют несущий каркас, обеспечивающий механическую прочность и устойчивость рассмотренной геологической системы.

При касательном сдвиге нижних слоев происходит их локальное разделение с одновременным поднятием вышележащих слоев, менее подвергнутых тектоническим усилиям. Тангенциальные напряжения вышележащих слоев иерархически уменьшаются. При этом объем нижележащих слоев уменьшается. Плотность тектонической энергии, ответственной за формирование каркаса, в большей степени локализуется в нижних слоях каркаса. При этом аномально возрастают нормальные и касательные напряжения нижних слоев.

С ростом тектонической активности равномерное распределение энергии в деформированных и разделяющихся нижних слоях прекращается вследствие неоднородности

и деструкции этих слоев каркаса. Соответственно, нарушается равновесие нижних и верхних слоев, что приводит к просадке верхней части каркаса. Это, как показали расчеты, вызывает рост нормальных напряжений, до наступления релаксации. Последняя наступает при выходе нижних слоев из зоны физического контакта.

Соответственно, амплитуда смещения есть функция масштабов элементов каркаса. Минимальная амплитуда обеспечивает наибольшие напряжения, возникающие при разрушении ближайших несущих слоев каркаса, перед их разрушением или выходом их при разгрузке.

В результате, вблизи малоамплитудных нарушений образуются зоны пород коллекторов с ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами, а высокоамплитудные нарушения контролируют зоны улучшенных по фильтрационно-емкостным свойствам коллекторов.

На формирование начального напряженного состояния межсолевых залежей дополнительно к разломной тектонике добавилось влияние соляной тектоники, которая, как видно из рисунка 3, также способствовала разгрузке залежей. Под действием гравитационного фактора образуются соляные подушки, диапироиды и диапиры-купола, особенно характерные для впадин в пределах платформ; их росту нередко способствует существование пологих антиклинальных поднятий или сбросовых уступов в подсолевом ложе, создающее разность нагрузки надсолевой толщи. Течение соли и ее нагнетание в ядре соляных структур начинается при мощности надсолевых отложений в несколько сотен метров. Это подтверждается и результатами анализа соответствия структурных планов межсолевых залежей структурным планам солевых куполов. Глинисто-галитовая толща широко развита на погруженных участках структуры. Представлена каменной солью со множеством прослоев несолевых пород. Верхняя часть глинисто-галитовой толщи – отложения полесского горизонта – представляет собой переслаивание каменной соли и глин, вверху – песчаники, алевролитистые глины, мергели, доломиты. Общая толщина глинисто-галитовой толщи изменяется в широких пределах от сотни до нескольких тысяч метров.

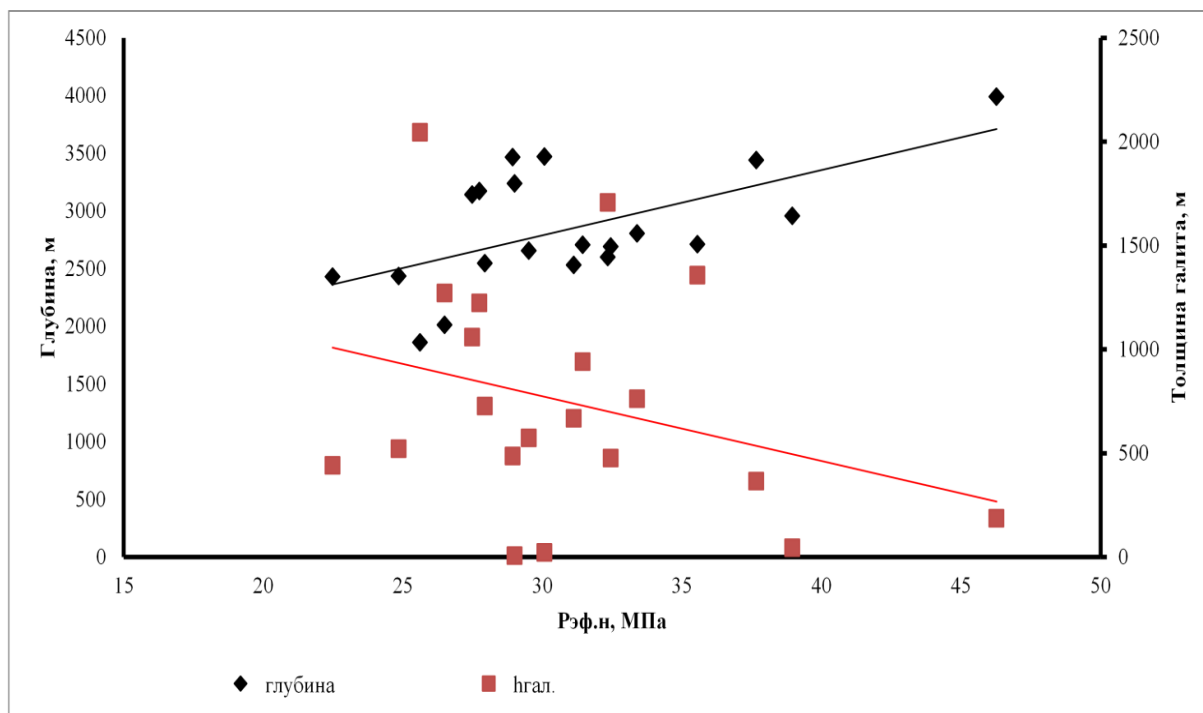


Рисунок 3 – Зависимость эффективного давления от глубины и толщины глинисто-галитовой толщи

Флюидодинамические эффекты в пустотных средах пластов при их дренировании недостаточно изучены в породах со сложной геометрией пустотного пространства, каковыми являются карбонатные пласты месторождений нефти Республики Беларусь. Поэтому, оценка и прогноз изменчивости напряженно-деформированного состояния нефтеперспективных геологических объектов на новых участках и разрабатываемых месторождениях нефти требуют нового научного подхода.

Актуальность данной проблемы также обусловлена многочисленными случаями опасных геомеханических и геодинамических явлений, связанных с добычей минерально-сырьевых ресурсов. При этом общепризнанно, что один из наиболее значимых видов техногенного воздействия на недра связан с добычей нефти и газа.

В настоящее время расширение территории поисков и разведки углеводородов в регионе с целью обнаружения новых промышленных месторождений связано со значительными материальными затратами. Естественно, что экстенсивный подход в развитии топливно-энергетической базы нашей страны, базирующийся на инновационных технологиях, в том числе на детальном изучении и учете геологической анизотропии продуктивных пластов техногенного происхождения, представляется весьма перспективным.

Научное прогнозирование указанных негативных явлений и снижение масштабов их последствий является актуальной проблемой, поскольку их действие в недрах может создать для экономики нефтедобывающих предприятий и природной среды невосполнимые потери.

В этой связи разработка научно-методических основ прогноза напряженно-деформированного состояния горных пород с учетом геологических и горнотехнических особенностей месторождений нефти и газа и применения этих знаний в хозяйственной деятельности представляет собой важную научно-практическую задачу.

### Список использованной литературы

- 1 Добрынин, В.М. Изменение физических свойств песчаников под действием всестороннего давления / В.М. Добрынин // Тр. МИНХ и ГП. – М., 1963 – Вып. 41.
- 2 Липский, Л.А. Влияние упруго-пластических деформаций пласта на производительность скважин / Л.А. Липский [и др.] // Поиски и освоение нефтяных ресурсов республики Беларусь: сб. науч. трудов БелНИПИнефть, выпуск 7. – Речица, 2010. – С. 258–262.
- 3 Лобов, К.А. Влияние напряженно-деформированного состояния горных пород межсолевого комплекса Ново-Давыдовского месторождения нефти на продуктивность скважин / К.А. Лобов // Літасфера, 2015. – № 1. – С. 116–121.
- 4 Лобов, К.А. Особенности влияния техногенных геодинамических напряжений на свойства сложнопостроенных карбонатных коллекторов Припятского прогиба / К.А. Лобов // Нефтяное хозяйство – 2015 – № 2.
- 5 Тиаб, Дж., Доналдсон, Эрл Ч. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов / пер. с английского. – М. : ООО «Премииум Инжиниринг», 2009. – 868 с.

*K.A. LOBOV*

### ***INITIAL STRESS TENSIONS OF RECHITSKO-VISHANSKAYA OIL&GAS ACCUMULATION ZONE ROCK RESERVOIRS***

*Based on the detailed analysis of effective pressure time variation in oil fields of the Pripyatsky Trough, the unique cartographical material for identification of initial rock-reservoirs tension was created.*

А.А. ЛОПУШКО

## КЛАССИФИКАЦИЯ КАРБОНАТНО-ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ЗОЛОТУХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
lorushko97@mail.ru*

*Залежи нефти и газа находят практически во всех типах осадочных горных пород, но преимущественно в песках, песчаниках, известняках, доломитах, поскольку они отличаются повышенной пористостью и представляют естественные вместилища – коллекторы, резервуары жидких и газообразных углеводородов.*

Промышленные скопления нефти, газа и газоконденсата встречаются почти исключительно в верхней, осадочной оболочке земной коры. Изредка их обнаруживают в вулканических, интрузивно-магматических или метаморфических породах. Залежи нефти и газа находят практически во всех типах осадочных горных пород, но преимущественно в песках, песчаниках, известняках, доломитах, поскольку они отличаются повышенной пористостью и представляют естественные вместилища – коллекторы, резервуары жидких и газообразных углеводородов. Но и более плотные породы – глины, плотные карбонаты могут представлять такие коллекторы, если они достаточно трещиноваты.

На долю карбонатных пород приходится по разным подсчетам от 16 до 29 % от общего объема осадочных пород [1]. Большая часть запасов нефти в Припятском прогибе приурочена к месторождениям, представленным карбонатными коллекторами. Карбонатные комплексы характеризуются сложным строением, значительным изменением свойств пород в пределах одного горизонта, сложностью оценки пустотного пространства. Вышеописанные обстоятельства говорят о сложности геологического строения данных месторождений. Благодаря изучению образцов керна методом определения карбонатности мы имеем возможность воспользоваться классификацией известково-доломитовых пород по химико-минералогическому составу С.Г. Вишнякова [1], которая основана на разделении пород по преобладанию известняка и доломита.

Согласно описаниям керна и данных изучения вещественного состава пород продуктивные отложения подсолевого комплекса Золотухинского месторождения в составе саргаевского, семилукского, речицкого, воронежского горизонтов представлены глинисто-карбонатными породами.

В строении саргаевского горизонта выделяют сарьянские и ведричские слои.

Породы сарьянских слоев ( $D_3sr(sn)$ ) представлены доломитами серыми, буро-серыми, прослоями коричневатого, микро- и мелкозернистыми, плотными, крепкими, слабоглинистыми и известковистыми, неравномерно ангидритизированными, с редкими субвертикальными трещинами до 0,5 мм, выполненными вторичным сульфатом, белым ангидритом, отмечена пылеватая вкрапленность окисленного пирита, с редкими остатками брахиопод и радиолярий, встречаются прослои мергелей и ангидритов; известняками темно-серыми, коричнегато-серыми, крепкими, массивными, плотными, микро-криптозернистыми, скрытокристаллическими, сильно доломитизированными, участками сульфатизированными, с редкими вертикальными трещинами, выполненными вторичным доломитом, с частыми скоплениями криноидей и редкими остатками



брахиопод. В данных отложениях отмечены нефтепроявления непромышленного значения (в виде единичных выпотов черной нефти). Толщина колеблется от 15,0 м до 23,8 м.

Продуктивные отложения ведрических слоев саргаевского горизонта ( $D_{3sr}(vd)$ ) представлены, в основном, доломитами и доломитизированными известняками с редкими прослоями глин.

Доломиты серые, буровато-темно-серые, зеленовато-серые, микро-мелкозернистые, массивные, плотные, крепкие, неравномерно перекристаллизованные, сульфатизированные, трещиноватые, кавернозные, пористые. Участками порода тонкопористая, пропитанная нефтью. Трещины разнонаправленные, различной ширины (от 0,06 мм до 0,60 мм), залеченные шестоватым белым ангидритом, иногда выполнены бурым окисленным битумом. Каверны разнообразной формы, размером от 1 мм до 1,5 см, иногда встречаются до 3 см преимущественно открытые, реже инкрустированы ангидритом белым. По кавернам и трещинам выпоты коричневой нефти. Местами отмечается слабая глинистость, пятнами пылеватая вкрапленность окисленного пирита. Встречаются крупные обломки члеников криноидей.

Известняки от светло-серых до темно-серых, тонко-микрозернистые, неравномерно доломитизированные, интенсивно сульфатизированные, массивные, плотные, прослоями глинистые (с разнонаправленными прожилками глинистого вещества), с многочисленными разноориентированными тонкими прерывистыми трещинами, залеченными белым кристаллическим кальцитом, реже вторичным сульфатом и глинистым материалом. Изредка встречаются каверны размером от 0,1–0,5 мм до 1,0–4,0 мм, стенки которых инкрустированы доломитом плотным, крепким. Данные отложения водорослевые, гастроподово-брахиоподовые, с криноидеями и фораминиферами, с редкими остракодами, с частыми недоразвитыми стилолитовыми поверхностями покрытыми черной глинистой, битуминозной пленкой. В породе рассеяна тонкая пылеватая вкрапленность окисленного пирита.

Толщина ведрических слоев изменяется от 17,8 м до 26,4 м. Средняя толщина в целом саргаевских отложений составляет 41 м.

Продуктивные отложения семилукского горизонта ( $D_{3sm}$ ) согласно залегают на саргаевских породах и сложены доломитами с прослоями известняков и мергелей. Доломиты серые, коричневатые-серые, мелко-среднезернистые, массивные, плотные, перекристаллизованные, сульфатизированные, трещиноватые, неравномерно пористые и кавернозные, нефтенасыщенные. Каверны щелевидной, округлой и неправильной формы от первых мм до 30 мм, реже до 4 см, в основном, полые, реже инкрустированы вторичным доломитом, иногда с призматическими кристаллами ангидрита, с примазками и обильными выпотами коричневой нефти, иногда порово-кавернозные участки полностью пропитаны нефтью. Встречается пылеватая вкрапленность пирита. Повсеместно доломиты с текстурой колониальных кораллов, с единичными раковинами брахиопод, с остатками мшанок, перекристаллизованных в доломиты.

Известняки от светло-серых до темно-серых с зеленоватым оттенком, плотные, крепкие, массивные, тонкозернистые, комковато-сгустковые, скрытокристаллические, с брекчиевидной текстурой перекристаллизации, пелитоморфные, неравномерно глинистые, участками переходящие в мергели известковистые с тонкими прожилками битуминозных глин. Глинистые участки зеленовато-темно-серые до зеленовато-черных, с зеркалами скольжения. Отмечаются разноориентированные тонкие трещины, заполненные вторичным сульфатом и кальцитом. Встречаются многочисленные скопления раковинного детрита: брахиоподы, членики криноидей.

Толщина семилукских отложений изменяется от 20,6 м до 27,5 м.

Образования речицкого горизонта ( $D_{3rch}$ ) несогласно залегают на семилукских породах и в их разрезе выделяются три литологические пачки. Нижняя сложена мергелями

серыми, красновато-бурыми, голубовато-зелеными пелитоморфно-микрозернистыми, плитчатыми с желваковидными включениями буровато-серых известняков и доломитов. Выше залегают темно-серые известняки. Верхняя пачка сложена глинами пестроцветными, аргиллитоподобными, местами слабоизвестковистыми, плотными, крепкими, со слабо выраженным раковистым изломом, с многочисленными зеркалами скольжения, глинистыми мергелями и известняками. Толщина горизонта изменяется от 4,0 м до 10,3 м.

Породы воронежского горизонта ( $D_3vr$ ) несогласно залегают на размытой поверхности речичких отложений и разделены на стреличевские и птичские слои глинисто-мергелистой пачкой, включающей иногда сильно глинистые известняки.

Стреличевские слои ( $D_3vr (str)$ ) сложены преимущественно доломитами и известняками с линзовидными прослоями серых ангидритов, и незначительным количеством глин и мергелей, в кровле залегает пласт ангидрита.

Доломиты серые, коричневатые-серые, микро-мелкокристаллические, массивные, плотные, неравномерно сульфатизированные, с признаками органической текстуры, с пылеватой вкрапленностью окисленного пирита, пористые, трещиноватые, кавернозные, отмечаются парастилолиты. Трещины разнонаправленные, тонкие, в основном сомкнутые, реже шириной до 3 мм. Более широкие трещины полые, щелевидные, некоторые с корочками ангидрита. Каверны размером 2–4,0 мм, выполнены преимущественно каменной солью, реже тонкочешуйчатыми кристаллами белого и светло-серого ангидрита. Доломиты характеризуются высокими емкостными свойствами и являются продуктивными. По трещинам, кавернам и парастилолитам отмечаются выпоты подвижной светло-коричневой нефти и выделения газа. Пористый материал часто пропитан коричневой нефтью. В породе встречаются остатки флоры и единичные членики криноидей, замещенные монокристаллами.

Известняки серые, темно-серые, коричневатые-серые, массивные, плотные, крепкие, микро-тонкозернистые, доломитизированные, местами неравномерно ангидритизированные и глинистые до глин зеленых известковистых. Слабопористые, в отдельных местах трещиноватые – трещины разноориентированные, клиновидные, прерывистые, выполнены ангидритом, вторичным белым кальцитом, глинистым материалом. Встречаются редкие каверны (размером 0,3–4,0 см), выполненные белым доломитом. В полостях и кавернах отмечаются выпоты нефти. Породообразующими являются тонкостенные трубчатые водоросли, перекристаллизованные остатки кораллов, мелкий детрит брахиопод, аммоноидей, криноидей, остракод, мшанок, обуглившаяся флора с недоразвитыми сутуростилолитовыми поверхностями. Толщина стреличевских слоев меняется от 20,1 м до 30,9 м.

Птичские слои ( $D_3vr (pch)$ ) сложены в нижней части преимущественно доломитами, местами переслаивающимися с ангидритами, в верхней части – известняками. В кровле также залегает пласт ангидрита.

Доломиты серого, светло-серого цвета, плотные, крепкие, неравномерно перекристаллизованные, ангидритизированные, участками пиритизированные, неравномерно пористые, микротрещиноватые, кавернозные. Поры открытые, частично сообщающиеся. Трещины, в основном, горизонтальные. Каверны единичные, размером до 5 мм, открытого типа, иногда частично инкрустированы доломитом и белым ангидритом. По порам и микротрещинам единичные выпоты коричневой нефти и выделения газа.

Известняки серые, темно-серые, участками с коричневатым оттенком, массивные, плотные, крепкие, крипто-микрозернистые, слабосульфатизированные, неравномерно доломитизированные, сгустково-комковатые, с частыми стилолитовыми швами, выполненными черным органомным глинистым веществом, с запахом нефти, вдоль которых отмечены зоны доломитизации, иногда с примесью туффогенного материала, участками и прослоями пористые, трещиноватые, кавернозные. Поры инкрустированы

кристаллами кальцита, по стенкам которых отмечается бурый окисленный битум (скв. 50), выпоты и примазки окисленной нефти. Трещины разнонаправленные, различной ширины, выполненные вторичным ангидритом, с редкими выпотами нефти. Каверны, в основном, мелкие, редкие до 6 см инкрустированы кристаллами доломита, с выпотами нефти.

Среди плотных известняков неравномерно выделяются тонкозернистые, органогенно-детритовые и оолитовые разности, в которых встречаются скопления перекристаллизованных раковин брахиопод, остракод, гастропод, наблюдаются единичные кораллы, отпечатки водорослей, с остатками обуглившейся флоры.

Толщина птичских отложений варьирует от 24,0 м до 39,7 м. Суммарная толщина воронежского горизонта изменяется от 47,5 м до 69,1 м.

В основании евлановского горизонта находятся кустовницкие слои ( $D_{3ev}(kst)$ ), которые согласно залегают на воронежских отложениях и сложены ритмически чередующимися глинами, ангидритами, доломитами и известняками, реже песчаниками и алевролитами. Породы массивные, плотные, крепкие, с редкими субвертикальными трещинами, выполненными черной глиной или белым ангидритом. Присутствует редкая фауна весьма плохой сохранности (единичные раковины брахиопод). Отложения являются «переходной» пачкой между подсолевой и нижнесоленосной толщами. Толщина изменяется от 27,2 м до 45,9 м.

Нижнесоленосная толща несогласно залегают на подсолевых карбонатных отложениях, представлена евлановским (анисимовские слои) ( $D_{3ev}, an$ ) и ливенским ( $D_{3lv}$ ) горизонтами. Литологически отложения анисимовских слоев евлановского горизонта сложены переслаивающимися глинистыми, карбонатно-сульфатными и терригенными породами с прослоями каменной соли; ливенские – представлены каменной солью с многочисленными несолевыми прослоями ангидритов, доломитовых мергелей и аргиллитоподобных глин. Вскрытая максимальная толщина нижнесоленосных отложений 1588,6 м.

Межсолевая толща в составе домановичского, задонского, елецкого и петриковского горизонтов согласно залегают на ливенских отложениях.

Домановичский горизонт ( $D_{3dm}$ ) представлен известняками зеленовато-серыми, ангидритизированными, глинистыми и мергелями плотными, массивными, с линзовидными прослоями ангидритов. Средняя толщина 24 м.

Отложения задонского горизонта ( $D_{3zd}$ ) несогласно залегают на домановичских и представлены известняками и доломитами.

Среди известняков преобладают глинистые, комковато-сгустково-строматолитовые, переслаивающиеся с известняками микрозернистыми, массивными, брахиоподовыми. Доломиты серые, мелко-среднезернистые, крепкие. В породах отмечается трещиноватость, трещины выполнены кальцитом и доломитом.

Породы елецкого горизонта ( $D_{3el}$ ) несогласно залегают на задонских отложениях и литологически разрез сложен известняками и доломитами.

Известняки серые, крепкие, со скоплениями туффогенного материала по наслоению, трещиноватые. Доломиты глинистые, мелкокавернозные. По наслоению, трещинам и реже стенкам каверн наблюдаются крупнозернистый кальцит, реже каменная соль, с примазками и выпотами нефти.

Отложения петриковского горизонта ( $D_{3ptr}$ ) несогласно залегают на елецких и представлены, главным образом, известняками серыми, глинистыми, органогенными, трещиноватыми, а также доломитовыми мергелями и глинистыми доломитами.

Межсолевые трещиноватые глинистые известняки с вторичными расширениями (кавернами) по ходу трещин являются промышленно нефтеносными.

Выше по разрезу залегают верхнесоленосная толща, состоящая из двух подтолщ: галитовой и глинисто-галитовой.

Галитовая подтолща в составе лебедянского и найдовских слоев оресского горизонтов ( $D_3lb+D_3or_1, nd$ ) несогласно перекрывает межсолевые отложения, имеет неравномерное распределение и представлена каменной солью полупрозрачной, крупнокристаллической, с незначительными включениями, реже тонкими пропластками глинистого материала, которая переслаивается с известняками, ангидритами, мергелями реже доломитами. Толщина изменяется от 269,2 м до 1469,5 м.

Верхнесоленосная глинисто-галитовая подтолща, сложенная шатилковскими, осовецкими, любанскими слоями оресского горизонта и отложениями стрешинского горизонта ( $D_3or_2, sht+osv+ls+D_3str$ ), представлена преимущественно глинисто-карбонатными породами с прослоями каменной соли. Максимальная толщина 1385,4 м.

Надсолевая толща включает образования девонской (полесский горизонт  $D_3pl$ ), каменноугольной и пермской систем палеозойской эратемы; триасовой, юрской и меловой систем мезозойской эратемы; палеогеновой, неогеновой и антропогеновой систем кайнозойской эратемы. Толща представлена карбонатно-глинистыми породами: глинами с прослоями песчаников и известняков, песками и кварцево-полевошпатовыми песчаниками, мергелями, песчаным мелом, ледниковыми, водноледниковыми образованиями. Общая толщина надсолевых отложений изменяется от 1840,9 м до 2476,1 м.

Подсолевой комплекс Золотухинского месторождения в составе саргаевского, семилукского, речицкого, воронежского горизонтов представлен глинисто-карбонатными породами, а нижнесоленосная толща несогласно залегает на подсолевых карбонатных отложениях, представлена евлановским (анисимовские слои) и ливенским горизонтами и представлена глинистыми, карбонатно-сульфатными и терригенными породами с прослоями каменной соли. Межсолевая толща в составе домановичского, задонского, елецкого и петриковского горизонтов согласно залегает на ливенских отложениях и представлен в основном известняками и доломитами. И надсолевая толща включает образования девонской (полесский горизонт  $D_3pl$ ), каменноугольной и пермской систем палеозойской эратемы; триасовой, юрской и меловой систем мезозойской эратемы; палеогеновой, неогеновой и антропогеновой систем кайнозойской эратемы. и толща представлена карбонатно-глинистыми породами.

### **Список использованной литературы**

- 1 Шванов, В.Н. Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов / В.Н. Шванов. – СПб. : Недра, 1998. – 352 с.
- 2 Основы геологии Беларуси / под общ. ред. А.С. Махнач [и др.]. – М. : Ин-т геол. Наук НАН Беларуси, 2004. – 392 с.
- 3 Махнач, А.С. Геология Беларуси: учебн. для вузов / А.С. Махнач [и др.]. – Минск : Ин-т геол. Наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

*H.A. LAPUSHKO*

### ***CLASSIFICATION OF CARBONATE-CLAYER ROCKS OF ZOLOTUKHINSKOY DEPOSIT***

*Oil and gas deposits are found in virtually all types of sedimentary rocks, but mainly in sands, sandstones, limestones, dolomites, because they are characterized by increased porosity and represent natural reservoirs – reservoirs, reservoirs of liquid and gaseous hydrocarbons.*

А.А. ЛОПУШКО

## ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ СКВАЖИН ЗОЛОТУХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
lopushko97@mail.ru*

*Золотухинское месторождение введено в промышленную разработку в 1989 году, разрабатывается и в настоящее время. Всего на месторождении выделено три эксплуатационных объекта: залежь нефти петриковско–елецко–задонского, воронежского и семилукско–саргаевского горизонтов.*

Золотухинское месторождение открыто в 1973 году объединением РУП «ПО «Белоруснефть». Оно приурочено к основному гребню Малодушинского разлома Червонослободско-Малодушинской ступени Северной структурно-тектонической зоны Припятского прогиба. Всего на месторождении выделено три эксплуатационных объекта: залежь нефти петриковско–елецко–задонского, воронежского и семилукско–саргаевского горизонтов. В настоящее время на Золотухинском месторождении добыча нефти ведется на 25 скважинах.

*Залежь нефти петриковско-елецко-задонского горизонта.* На данной залежи были проведены исследования методом неустановившихся отборов, а также манометрические замеры, по результатам которых были определены пластовое давление, коэффициент продуктивности, коэффициент проницаемости, коэффициент пьезопроводности.

Средние значения гидродинамических и других параметров по залежи приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования скважин залежи нефти петриковско–елецкого–задонского горизонта Золотухинского месторождения

Наименование	Количество		Интервал изменения	Среднее значение по пласту	Примечание
	скважин	измерений			
Начальное пластовое давление, МПа	1	1		33,6	на ВНК
Пластовая температура, °С	10	10	44–53	47,1	
Геотермический градиент, °С/м	10	10	0,022–0,0241	0,0231	
Дебит жидкости, м <sup>3</sup> /сут	3	3	3,15–83,64	36,53	
Обводненность, %	3	3	0–63,77	34,88	
Газовый фактор, м <sup>3</sup> /т	3	3	54	54	
Удельная продуктивность, м <sup>3</sup> /(м×сут×МПа)	4	4	0,141–56,54	14,76	
Гидропроводность, км <sup>2</sup> ×см/(мПа×с)	3	3	4,86–117,53	78,14	
Пьезопроводность, см <sup>2</sup> /с	3	3	497,3–19958	7060,8	
Проницаемость, мкм <sup>2</sup>	3	3	0,04–1,272	0,623	

По данным гидродинамических исследований при неустановившейся фильтрации коэффициент проницаемости изменяется в диапазоне от 0,04 мкм<sup>2</sup> до 1,272 мкм<sup>2</sup>. Среднее значение коэффициента проницаемости по данной залежи составляет 0,623 мкм<sup>2</sup>.

Коэффициент гидропроводности изменяется в диапазоне от 4,86 мкм<sup>2</sup>×см/(мПа×с) до 117,53 мкм<sup>2</sup>×см/(мПа×с). Среднее значение коэффициента гидропроводности составляет 78,14 мкм<sup>2</sup>×см/(мПа×с). Коэффициент продуктивности изменяется в диапазоне от 0,52 м<sup>3</sup>/(сут×МПа) до 791,6 м<sup>3</sup>/(сут×МПа).

По результатам исследований при неустановившейся фильтрации среднее значение коэффициента продуктивности по залежи составляет 200 м<sup>3</sup>/(сут×МПа), удельного коэффициента продуктивности – 14,76 м<sup>3</sup>/(сут×МПа×м).

В таблице 2 приведены начальное пластовое давление по данной залежи ( $P_{пл}$  нач), текущее пластовое давление по каждой скважине ( $P_{пл}$  тек), приведенные к отметке ВНК, изменение текущего пластового давления относительно начального показателя ( $\Delta P/P_{пл}$  нач) по добывающему и контрольному фондам скважин.

Таблица 2 – Результаты исследования скважин залежи нефти петриковско–елецко–задонского горизонта Золотухинского месторождения

№ скв.	$P_{пл}$ тек, МПа	$P_{пл}$ нач, МПа	Изменение $P_{пл}$ отн. $P_{пл}$ нач, %	
<b>Контрольный фонд</b>				
13s2	27	33,6	-19,6	
33s3	27,53		-18,1	
34	5		-85,1	
35s2	26,31		-21,7	
43	27,18		-19,1	
46	26,44		-21,3	
<b>Добывающий фонд</b>				
30s3	27,84		-17,1	
45	27,77		-17,4	
47s2	23,35		-30,5	
48	26,55		-21,0	
49s2	27,96		-16,8	
<b>Среднее значение</b>	<b>24,81</b>			<b>-26,2</b>

В целом по данной залежи отмечается падение пластового давления.

*Залежь нефти воронежского горизонта (стреличевские слои).* На данной залежи были проведены исследования методом кривой восстановления уровней (КВУ), «подлива», а также манометрические замеры, по результатам которых были определены пластовое давление, коэффициент продуктивности, коэффициент проницаемости, коэффициент пьезопроводности.

Средние значения гидродинамических и других параметров по данной залежи приведены в таблице 3.

Коэффициент продуктивности изменяется в диапазоне от 5,85 м<sup>3</sup>/(сут×МПа) до 133,67 м<sup>3</sup>/(сут×МПа). По результатам исследований среднее значение коэффициента продуктивности по залежи составляет 61,71 м<sup>3</sup>/(сут×МПа), удельного коэффициента продуктивности – 2,84 м<sup>3</sup>/(сут×МПа×м).

В таблице 4 приведены начальное пластовое давление по данной залежи ( $P_{пл}$  нач.), текущее пластовое давление по каждой скважине ( $P_{пл}$  тек.), приведенные к отметке ВНК, изменение текущего пластового давления относительно начального показателя ( $\Delta P/P_{пл}$  нач.) по добывающему и контрольному фондам скважин.

Таблица 3 – Результаты исследования скважин залежи нефти воронежского горизонта Золотухинского месторождения

Наименование	Количество		Интервал изменения	Среднее значение по пласту	Примечание
	скважин	измерений			
Начальное пластовое давление, МПа	1	1		37,9	на ВНК
Пластовая температура, °С	10	10	74–78	76,3	
Геотермический градиент, °С/м	10	10	0,0208–0,0233	0,0219	
Дебит жидкости, м <sup>3</sup> /сут	8	8	2,17–7,31	5,17	
Обводненность, %	8	8	0–61,72	40,59	
Газовый фактор, м <sup>3</sup> /т	8	8	74	74	
Удельная продуктивность, м <sup>3</sup> /(м×сут×МПа)	5	7	0,88–8,49	2,84	
Гидропроводность, мкм <sup>2</sup> ×см/(мПа×с)	1	1	8,84	8,84	
Пьезопроводность, см <sup>2</sup> /с	–	–	–	–	
Проницаемость, мкм <sup>2</sup>	1	1	0,0036	0,0036	

Таблица 4 – Результаты исследования скважин залежи нефти воронежского горизонта Золотухинского месторождения

№ скв.	$P_{пл}$ тек, МПа	$P_{пл}$ нач, МПа	Изменение $P_{пл}$ отн. $P_{пл}$ нач, %	
<b>Контрольный фонд</b>				
26	27,98	37,9	-26,17	
50	31,95		-15,70	
55	23,12		-39,00	
110	20,39		-46,20	
<b>Добывающий фонд</b>				
56	19,97		-47,31	
73	20,99		-44,62	
74s2	19,05		-49,74	
76	19,44		-48,71	
111	19,55		-48,42	
115	18,36		-51,56	
116	19,01		-49,84	
9005	18,91		-50,11	
<b>Среднее значение</b>	<b>21,56</b>			<b>-43,11</b>

По данной залежи Золотухинского месторождения наблюдается падение пластового давления.

*Залежь нефти семилукско-саргаевского горизонта.* На данной залежи были проведены исследования методом КВУ, «подлива», расчеты по данным ТМС «СКАД», а также манометрические замеры, по результатам которых были определены пластовое давление, коэффициент продуктивности, коэффициент проницаемости, коэффициент пьезопроводности. Средние значения гидродинамических и других параметров по данной залежи приведены в таблице 5.



Таблица 5 – Результаты исследования скважин залежи нефти семилукско–саргаевского горизонта Золотухинского месторождения

Наименование	Количество		Интервал изменения	Среднее значение по пласту	Примечание
	скважин	измерений			
Начальное пластовое давление, МПа	1	1		37,9	на ВНК
Пластовая температура, °С	13	13	70–79	75,62	
Геотермический градиент, °С/м	13	13	0,0192–0,0239	0,0217	
Дебит жидкости, м <sup>3</sup> /сут	14	14	9,71–57,1	35,73	
Обводненность, %	14	14	37,9–97,31	78,78	
Газовый фактор, м <sup>3</sup> /т	14	14	56	56	
Удельная продуктивность, м <sup>3</sup> /(м×сут×МПа)	20	20	0,141–67,522	11,2	
Гидропроводность, мкм <sup>2</sup> ×см/(мПа×с)	11	11	1,167–80,42	24,33	
Пьезопроводность, см <sup>2</sup> /с	11	11	54–24417	3912,55	
Проницаемость, мкм <sup>2</sup>	11	11	0,0016–0,922	0,127	

По данным гидродинамических исследований при неустановившейся фильтрации коэффициент проницаемости изменяется в диапазоне от 0,0016 мкм<sup>2</sup> до 0,922 мкм<sup>2</sup>. Среднее значение коэффициента проницаемости по данной залежи составляет 0,127 мкм<sup>2</sup>.

Коэффициент гидропроводности изменяется в диапазоне от 1,167 мкм<sup>2</sup>×см/(мПа×с) до 80,42 мкм<sup>2</sup>×см/(мПа×с). Среднее значение коэффициента гидропроводности составляет 24,33 мкм<sup>2</sup>×см/(мПа×с).

Коэффициент продуктивности изменяется в диапазоне от 0,99 м<sup>3</sup>/(сут×МПа) до 155,3 м<sup>3</sup>/(сут×МПа). По результатам исследований среднее значение коэффициента продуктивности по залежи составляет 35,92 м<sup>3</sup>/(сут×МПа), удельного коэффициента продуктивности – 11,2 м<sup>3</sup>/(сут×МПа×м).

Согласно результатам гидродинамических исследований (ГДИ), проведенным на скважинах семилукско–саргаевского горизонта Золотухинского месторождения, данная залежь характеризуется неоднородностью распределения удельного коэффициента продуктивности по площади. Наибольшие значения отмечаются в центральной части залежи, наименьшие – в юго-восточной части залежи, а так же, данная залежь характеризуется неоднородностью распределения коэффициента пьезопроводности, гидропроводности, коэффициента проницаемости по площади.

Таким образом, скважины, расположенные в центральной части залежи, характеризуются наилучшими фильтрационными и продуктивными свойствами, а наихудшими – скважина 112, расположенная в юго-восточной части залежи.

В таблице 6 приведены начальное пластовое давление по данной залежи ( $P_{пл нач}$ ), текущее пластовое давление по каждой скважине ( $P_{пл тек}$ ), приведенные к отметке ВНК, изменение текущего пластового давления относительно начального показателя ( $\Delta P/P_{пл нач}$ ) по добывающему и контрольному фондам скважин.

По данной залежи Золотухинского месторождения наблюдается падение пластового давления.

Таким образом, по всем залежам Золотухинского месторождения коэффициент проницаемости при неустановившейся фильтрации изменяется в диапазоне от

0,0016 мкм<sup>2</sup> до 1,272 мкм<sup>2</sup>, а коэффициент гидропроводности изменяется в диапазоне от 1,167 мкм<sup>2</sup>×см/(МПа×с) до 117,53 мкм<sup>2</sup>×см/(МПа×с).

Таблица 6 – Результаты исследования скважин залежи нефти семилукско–саргаевского горизонта Золотухинского месторождения

№ скв.	$P_{пл}$ тек, МПа	$P_{пл}$ нач, МПа	Изменение $P_{пл}$ отн. $P_{пл}$ нач, %	
<b>Контрольный фонд</b>				
75	28,13	37,9	-25,78	
84	27,28		-28,02	
89s2	27,95		-26,25	
113	28,38		-25,12	
<b>Добывающий фонд</b>				
20s2	28,7		-24,27	
27	26,98		-28,81	
51	27,99		-26,15	
54	27,74		-26,81	
80	29,18		-23,01	
91	28,96		-23,59	
106	26,68		-29,60	
108	27,08		-28,55	
114	27,38		-27,76	
81s2	28,79		-24,04	
83	26,62		-29,76	
93s2	25,21		-33,48	
112	27,59		-27,20	
118	25		-34,04	
<b>Среднее значение</b>	<b>27,54</b>			<b>-27,34</b>

В целом по всем залежам наблюдается падение пластового давления. С целью поддержания пластового давления применяются такие методы как:

1 Метод законтурного заводнения – применяют при разработке сравнительно небольших по размерам залежей. Он заключается в закачке воды в пласт через нагнетательные скважины, размещаемые за внешним контуром нефтеносности на расстоянии 100 м и более. Эксплуатационные скважины располагаются внутри контура нефтеносности параллельно контуру.

2 Метод приконтурного заводнения – применяют на месторождениях с низкой проницаемостью продуктивных пластов в части, заполненной водой. Поэтому нагнетательные скважины располагают либо вблизи контура нефтеносности, либо непосредственно на нем.

3 Метод внутриконтурного заводнения применяется для интенсификации разработки нефтяной залежи, занимающей значительную площадь.

4 Группа механических методов: гидравлический разрыв пласта (ГРП), гидropескоструйная перфорация (ГПП) и торпедирование.

5 Группа химических методов воздействия на призабойную зону: обработка кислотами, ПАВ, химреагентами и органическими растворителями.

## Список использованной литературы

- 1 Шванов, В.Н. Систематика и классификации осадочных пород и их аналогов / В.Н. Шванов. – СПб. : Недра, 1998. – 352 с.
- 2 Основы геологии Беларуси / под общ. ред. А.С. Махнач [и др.]. – М. : Ин-т геол. Наук НАН Беларуси, 2004. – 392 с.
- 3 Махнач, А.С. Геология Беларуси: учебн. для вузов / А.С. Махнач [и др.]. – Минск : Ин-т геол. Наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.

A.A. LOPUSHKO

### **CHARACTERISTIC OF THE MODES OF OPERATION AND DYNAMICS OF EFFICIENCY OF THE ZOLOTUKHINSKY WELLS OF THE FIELD**

*The field was put into industrial development in 1989. Zolotukhinsky deposit is being developed now. In total, three exploitation objects were identified at the field: the Petrikov-Eletsko-Zadonskoye, Vorynezhsy and Semiluksko-Sargaevsky horizons.*

УДК 551.4 (476.13)

Е.В. ЛЯЛИК

### **ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РАЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗА ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ КОЛОННЫ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
Demichev96@gmail.com*

*В работе рассматриваются основные методы рационального комплекса геофизических исследований скважин для контроля за техническим состоянием колонны. Особое внимание уделяется методу гамма-гамма каротажа, методу гамма-гамма цементометрии, а также методу гамма-гамма толщинометрии.*

Рациональный комплекс методов геоинформационных систем (ГИС) для контроля за техническим состоянием колонны подразделяется на:

- термометрия;
- гамма-каротаж;
- гамма-гамма цементометрия;
- дефектоскопия;
- гамма-гамма толщинометрия;
- локация муфт;
- притокометрия;
- акустическая цементометрия.

#### **Цементометрия**

После спуска в скважину обсадных колонн, затрубное пространство заливают цементом. Это необходимо для разобращения разных горизонтов с целью устранения перетоков флюидов. После цементирования необходимо установить высоту подъема цементного

кольца и качество сцепления колонны с породой. Качество цементирования изучается методами термометрии, радиоактивных изотопов, гамма-гамма и акустическими методами.

#### ***Метод термометрии***

Основан на свойстве цемента выделять тепловую энергию при отверждении. В связи с этим температура пород повышается против зацементированных участков затрубного пространства. Измерения температуры ведут до заливки цемента и спустя 6–24 часа после заливки.

#### ***Метод гамма-гамма каротажа***

Метод основан на регистрации рассеянного гамма-излучения при прохождении гамма-квантов через изучаемые среды различной плотности. Регистрируемый вторичный замер будет больше в местах отсутствия цемента или его малой толщины. Если регистрировать мягкое гамма-излучение можно определять толщину стенок обсадных колонн, обнаруживать дефекты. Конструктивно дефектомер-толщиномер выполнен одним зондом. Регистрируются одновременно две диаграммы. Длина зонда выбирается малой, для исключения проникновения гамма лучей на значительное расстояние и влияния на точность измерения параметров пород.

#### ***Метод гамма-гамма цементометрии***

Гамма-гамма цементометрия – это метод регистрации интенсивности рассеянного гамма излучения с помощью зонда, содержащего импульсный источник среднеэнергетического гамма-излучения и детектор рассеянного гамма-излучения. Зонды гамма-гамма цементометрии и дефектоскопии имеют более сложную конструкцию. На практике наиболее часто используются многоканальный зонд с несколькими (не менее трех) взаимно экранированными детекторами, расположенными симметрично относительно оси. Применяются также одноканальные зонды с вращающимся во время измерения с заданной угловой скоростью экраном (сканирующие), который обеспечивает прием полезного сигнала из радиального сектора 30–50°. В обоих случаях зонд центрируется. Показания зонда (при длине несколько десятков сантиметров) определяются главным образом плотностью среды в затрубном пространстве [1].

Метод используется для установления высоты подъема цемента за колонной, определения границ сплошного и частичного заполнения заколонного пространства цементом (в том числе зон смешивания цемента и промывочной жидкости либо чистой промывочной жидкости). Еще одной областью практического применения метода является выделение в цементном камне каналов и каверн, а также для оценки эксцентриситета обсадной колонны. Для количественной интерпретации результатов используются калибровочные зависимости связывающие скорость счета датчика (импульсов/мин) с плотностью среды в затрубном пространстве, а также интерпретационные зависимости, позволяющие определить плотность цементного камня, степень заполнения заколонного пространства цементом, выделения в цементе дефектов и пр. При интерпретации вносятся поправки за фон естественного гамма-излучения, а также за влияние плотности заполнителя ствола скважины. Для этой цели используются диаграммы плотности породы и кавернометрии-открытого ствола. К недостаткам метода относится его малая эффективность при различии плотности цементного камня и промывочной жидкости менее чем на 0,5–0,7 г/см [1].

#### ***Дефектоскопия***

К дефектоскопии относится определение внутреннего диаметра колонны, толщины стенок, местоположения муфт, перфорированных участков, прихвата труб. В разделе цементометрии рассматривались методы определения дефектов обсадных колонн гамма-гамма методами.

Для определения местоположения муфт применяют индукционный локатор муфт. Локатор муфт имеет индуктивную катушку намотанную на стальной сердечник соединяющий постоянные магниты с полюсами направленными навстречу друг другу. Магнитное поле катушки замыкается через стенки обсадной трубы. Если толщина трубы не меняется,

то в катушке индуктивности не возникает ЭДС. При изменении толщины трубы, прохождении муфт, резко меняется сопротивление магнитной цепи, изменяется магнитное поле и в катушке возникает ЭДС. Для уточнения мест перфорации до прострела участок трубы намагничивается. После перфорации магнитное поле труб уменьшается, что фиксируется локатором муфт. Для определения мест прихвата труб так же применяют предварительное их намагничение, затем подвергают трубы механическому крутящему напряжению под действием которого не прихваченные участки труб размагничиваются. Зоны прихвата труб будут отмечаться повышенным магнитным полем и фиксироваться локатором муфт [1].

#### ***Метод гамма-гамма толщинометрии***

Это метод регистрации интенсивности рассеянного гамма-излучения с помощью зонда, содержащего источник среднеэнергетического  $\gamma$ -излучения и детектор рассеянного гамма-излучения. Длина зонда выбирается такой (9–12 см), чтобы исключить влияние на результаты измерений плотности среды за обсадной колонной и обеспечить максимальную чувствительность метода к изменению толщины стенки колонны. Метод используется для определения средней по периметру толщины обсадной колонны, местоположения муфт, центрирующих фонарей, пакеров и других элементов конструкции скважины, оценки степени механического и коррозионного износа труб и пр. Прибор центрируется в скважине. Для количественной интерпретации результатов используются калибровочные зависимости, связывающие скорость счета датчика (импульсов/мин) с толщиной стальной колонны [1].

При интерпретации вносятся поправки за фон естественного гамма-излучения, а также за влияние плотности заполнителя ствола скважины и заколонного пространства. В качестве средства калибровки используется набор труб с различными диаметрами и толщиной стенок.

#### ***Локатор муфт***

Локатор муфт предназначен для прослеживания движения аппарата в скважине и точной установки его на требуемой глубине путем определения местоположения муфтовых и замковых соединений, магнитных меток и других магнитных аномалий в колонне труб. Локатор муфт состоит из скважинного прибора и наземной регистрирующей аппаратуры. Скважинный прибор содержит индукционную катушку с железным сердечником и два постоянных магнита, прижатых к его торцам одноименными полюсами. Магнитная система заключена в герметичный кожух из немагнитной стали.

Термометр показывает температурную аномалию в зоне перфорации, позволяющую судить о притоке через пробитые отверстия. Данные манометра могут служить для ориентировочного определения плотности скважинной жидкости. Передача данных с прибора производится с шагом в 1 см, а графическое отображение информации возможно как с сантиметровым, так и с дециметровым шагом. Разрыв обсадной колонны размеры конструктивных элементов обсадной колонны отмечаются четко (рисунок 1).

#### ***Метод притокометрии***

Места притока или поглощения жидкости в скважине определяются методами термометрии и сопротивления. Скважина заполняется жидкостью отличной по температуре от температуры пород в скважине. Применяют понижение или повышение уровня жидкости. Места притока жидкости будут отмечаться изменением температуры, что хорошо регистрируется термометрами. Места поглощения жидкости так же будут отмечены температурными аномалиями спустя определенное время. Место притока жидкости меняет удельное сопротивление раствора в скважине, что регистрируется резистивиметрией.

Зоны затрубной циркуляции жидкости в скважине определяются методом термометрии или введением радиоактивных изотопов. На участке затрубной циркуляции жидкости устанавливается постоянная температура. После введения радиоактивных изотопов скважина промывается и измеряется гамма-излучение. Участки затрубной циркуляции, притока и поглощения жидкости отмечаются повышенным гамма-излучением.

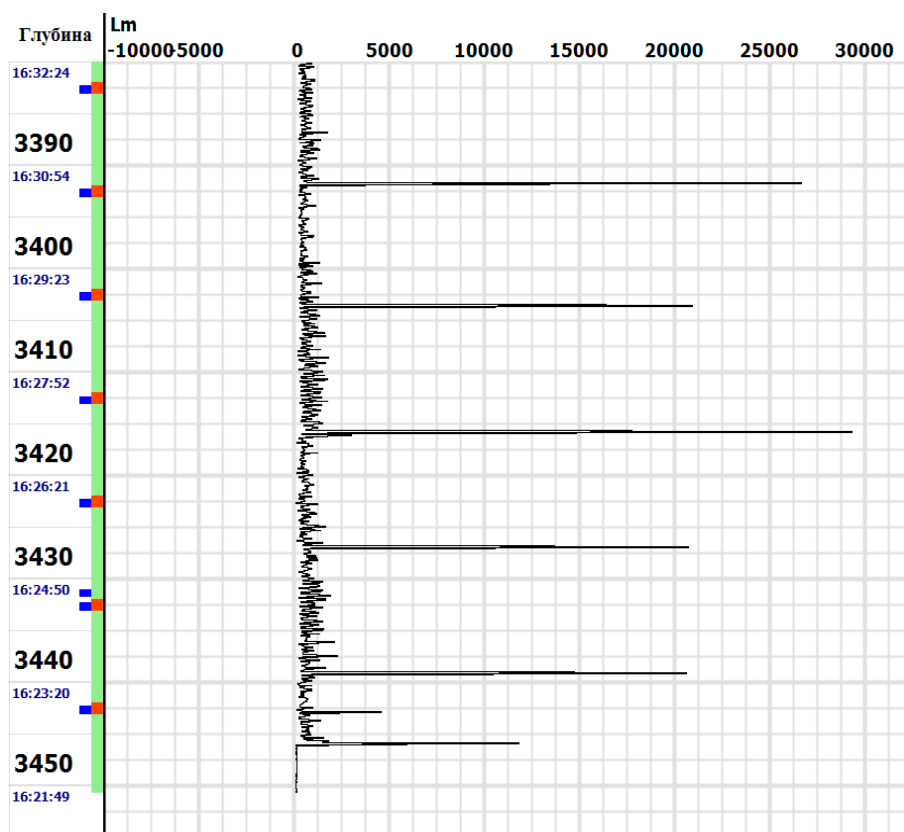


Рисунок 1 – Локация муфтового соединения обсадной колонны

### *Метод акустической цементометрии*

Метод основан на регистрации амплитуды преломленной волны распространяющейся по обсадной колонне (трубной волны) и времени распространения волны по породе. При отсутствии сцепления цемента с обсадной колонной амплитуда трубной волны будет максимальной, а волны идущей по породе – минимальной. При хорошем сцеплении цемента с колонной трубная волна отсутствует. Цементное кольцо толщиной в несколько миллиметров сильно поглощает трубную волну (рисунок 2).

Качество цементирования оценивается по времени затухания волн. Не зацементированная колонна отмечается долго не затухающей трубной волной, хорошо зацементированная – мало амплитудной быстро затухающей трубной волной и значительной амплитудой волны проходящей через породу, используется в обсаженных скважинах для оценки качества цементирования заколонного пространства.



Рисунок 2 – Акустический цементомер АКЦ-75

Акустическая цементометрия основана на измерении характеристик волновых пакетов, создаваемых источником колебаний с частотой излучения 20–30 кГц, распространяющихся в колонне, цементе камне и горных породах [1].

В качестве информации используют:

- 1 амплитуды или коэффициент эффективного затухания волны, распространяющейся по колонне;
- 2 интервальное время и амплитуды или затухание первых вступлений волн, распространяющихся в горных породах;
- 3 фазокорреляционные диаграммы.

Метод позволяет:

- 1 установить высоту подъема цемента;
- 2 выявить наличие или отсутствие цемента за колонной;
- 3 определить наличие каналов, трещин, каверн в цементном камне;
- 4 изучить степень сцепления цемента с колонной и породами.

Когда за колонной цемента нет или он имеется, но не сцеплен с колонной, приемник отмечает продольную волну по колонне. Она имеет максимальную амплитуду вследствие малого затухания и время пробега, соответствующее скорости распространения упругих волн в стали ( $V = 5400$  м/сек). Против муфтовых соединений колонны наблюдается уменьшение амплитуды колебаний в связи с рассеянием энергии на резьбе и увеличение время пробега [1].

Если цементное кольцо сцеплено только с колонной, то упругая волна по колонне будет резко ослаблена вследствие демпфирующего влияния цементного кольца и амплитуда  $A_k$  будет на уровне помех. В этом случае к приемнику с заметной амплитудой придет волна по цементному кольцу, в котором скорость распространения упругих волн невелика ( $V_{ц} = 2500$  м/сек). Поэтому будет регистрироваться максимальное время  $T_{п}$ .

Если цементное кольцо одновременно сцеплено с колонной и с породой, то первой к приемнику будет подходить головная волна по породе, так как  $V_{п} > V_{ц}$ . В этом случае кривые  $A_{п}$  и  $T_{п}$  сходны с аналогичными кривыми, полученными в необсаженной колонне и соответствуют кривым других геофизических методов.

Проводится АКЦ через 1–2 суток после цементирования колонны.

В приборах акустической цементометрии используются короткие трехэлементные измерительные зонды с расстоянием между ближайшим излучателем и приемником от 0,7 до 1,5 м и базой зондов (расстояние между приемниками) – в пределах 0,3–0,6 м. Скважинный прибор центрируется [1].

### Список использованной литературы

- 1 Фондовые материалы нефтегазодобывающего управления РУП ПО «Белоруснефть».

*E. V. LIALIK*

### **THE MAIN METHODS OF THE RATIONAL COMPLEX OF GEOPHYSICAL RESEARCH OF WELLS FOR THE CONTROL OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE CASING STRING**

*In this work the main methods of the rational complex of geophysical research wells for the control of the technical conditions of the casing strings are considered. The main attention is paid to the method of gamma-ray logging cement measurement and the method of gamma-ray thickness measurement as well.*



Д.В. МИНИЯРОВА

## СИМСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ФОСФОРИТОВ ЮЖНОГО УРАЛА: ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ

*«Башкирский государственный университет», г. Уфа, Республика Башкортостан,  
minidivageo@yandex.ru*

*Данная статья посвящена изучению Симского месторождения фосфоритов. Приведено описание подсчета запасов и поисково-разведочных работ на фосфориты Симского месторождения, расположенное в пределах Ашинского административного района Челябинской области. В строении Симского месторождения принимают участие образования возрастного диапазона от верхнего рифея до верхнего палеозоя включительно.*

Фосфор является одним из важнейших элементов, определяющим урожайность сельскохозяйственных культур. При этом уровень урожая напрямую зависит от содержания в почве подвижных соединений фосфора.

Фосфориты представляют собой сложное химическое соединение фосфорнокислого, фтористого и углекислого кальция. Фосфоритами называются породы с экзогенными концентрациями скрыто или микрокристаллического апатита. В состав фосфоритов обычно входят кальцит и глауконит, иногда сидерит, хлорит, гетит и каолинит, а также органическое вещество в платформенных месторождениях.

Основным источником фосфора для образования фосфоритовых месторождений служит сравнительно легко растворимый апатит магматических пород. Апатит растворяется углекислыми поверхностными водами при химическом выветривании магматических пород и переносится реками в морские водоемы, где морские организмы усваивают его из воды. Концентрация фосфора в костях, тканях и крови морских организмов высокая.

Фосфориты имеют большое значение в качестве удобрений и идут на изготовление суперфосфатов. Фосфор играет исключительно важную роль в процессах обмена энергии в растительных организмах.

Месторождения фосфоритов на Урале приурочены к различным возрастным интервалам: верхнему протерозою, верхнему палеозою и мезо-кайнозою. Промышленное значение имеют верхнепалеозойские месторождения Ашинское и Симское в Челябинской области, Селеукское в Башкортостане, а также мезокайнозойские месторождения Торпановское, Крымское и другие в Оренбургской области; Чилисайское, Новоукраинское и другие в Актюбинской области Казахстана.

В данной работе приведено описание подсчета запасов и поисково-разведочных работ на фосфориты Симского месторождения, которым занималась Малоязовская партия в 1963 г.

Симское месторождение фосфоритов открыто в 1959 г. Оно находится в пределах Ашинского административного района Челябинской области, в 7 км северо-восточнее железнодорожной станции Симской.

Площадь приурочена к центральной части Каратауского геолого-структурного комплекса. Основной крупной тектонической единицей в его пределах является Симская мульда, по западному борту которой велись основные разведочные и поисковые работы на фосфориты.

В строении Симского месторождения принимают участие образования возрастного диапазона от верхнего рифея до верхнего палеозоя включительно [3].

Докембрийские отложения представлены верхним рифеем (каратауская серия) и вендом (ашинская свита).

Каратауская серия состоит из зильмердакской, катавской, инзерской и миньярской свит.

Зильмердакская свита ( $RF_{3zl}$ ). Сложена древними образованиями кварцито-песчаников, кварцевых и кварцево-полевошпатовых песчаников и алевролитов. Мощность варьируется от 800–1350 м.

Катавская свита ( $RF_{3kt}$ ). Представлена доломитами, известняками и мергелями с характерной ленточной текстурой. Мощность их около 300 м.

Инзерская свита ( $RF_{3in}$ ). Сложена терригенными породами (песчаники, алевролиты, сланцы) кварцевого и полевошпат-кварцевого состава, часто с глауконитом. Мощность их 300 м.

Миньярская свита ( $RF_{3mn}$ ). Сложена строматолитовыми доломитами, содержащих прослой кремней и глинистых сланцев. Мощность колеблется от 150 до 500 м.

Венд представлен ашинской серией полевошпат-кварцевых, кварцевых и полимиктовых конгломератов, песчаников, алевролитов и аргиллитов пестрой, серой и зелено-вато-бурой окраски. Мощность пород меняется с запада на восток от 0 до 750 м. Рифей-вендские образования Каратауского аллохтона сложены преобладающе терригенными отложениями кварцевого и полевошпатового составов, часто кварцитовидными, крепкими, устойчивыми к разрушению породами.

Палеозойские отложения начинаются со среднедевонских терригенно-карбонатных слоев мощностью от 0 до 250 м, сменяемых вверх по разрезу вначале терригенно-глинистыми, а затем преимущественно карбонатными породами верхнего отдела девона мощностью около 300 м.

Далее следует нижний карбон, сложенный, в основном, карбонатными отложениями с глинистыми разностями в составе бобриковского горизонта визейского яруса. Общая мощность нижнего карбона 500–550 м.

Средний карбон также преимущественно карбонатный, к востоку – с возрастающей глинистостью до аргиллитов. Его мощность 400 м. Верхний карбон слагают известняки мощностью 200 м.

Выше располагается красноцветная пермь – ритмично переслаивающиеся песчаники, алевролиты и аргиллиты. В ней известны горизонты олистостром. Мощность их достигает 1500 м.

Аномальная площадь имеет вытянутый меридиональный контур с общими размерами 2500 x 700, приуроченный к элювиально-делювиальным образованиям, развитым на отложениях контактной зоны верхнего карбона и нижней перми. Коренные породы представлены известняками и доломитами. В строении Симского месторождения принимают участие образования возрастного диапазона от верхнего рифея до верхнего палеозоя включительно [2].

По общему масштабу запасов Симское месторождение остаточных фосфоритов относится к разряду мелких месторождений. Настоящий подсчет запасов был произведен по результатам работ (1963 г.). Запасы остаточных фосфоритов подсчитаны по категориям  $C_1$  и  $C_2$ . Все запасы отнесены к категории  $C_2$  (2,4 млн. т). Кроме фосфоритов, были определены такие запасы фосфатизированных глин с содержанием от 5 % до 10 % (1,4 млн. т) [1].

В 1963 г. на Симском месторождении продолжалась предварительная разведка залежи остаточных фосфоритов, начатая в 1962 г. В 1962 г. было пробурено 27 скважин и пройдено 22 шурфа. Выработки располагались по сетке 200 x 100 м, отвечающей средней густоте их для запасов категории  $C_1$  на месторождениях фосфоритов карстового типа. Пройдены они, в основном, были в наиболее перспективной центральной и юго-западной частях месторождения. В результате работ в 1962 г. было установлено, что фосфоритная залежь имеет сложное строение и весьма невыдержанное качество полезного ископаемого, как по площади, так и в вертикальном разрезе. Впоследствии данного

обстоятельства был сделан вывод, что принятая сеть густоты выработок 200 x 100 м. является недостаточной для уверенного отнесения запасов к категории  $C_1$  и поэтому подсчитанные запасы в количестве 2,4 млн. т (1,398 млн. т категории  $C_1$  + 1,064 млн. т категории  $C_2$ ). Были все отнесены к категории  $C_2$  [1].

Качественная характеристика Симских фосфоритов дается на основе проделанных химических анализов проб работ 1962 – 1963 гг. При оценке качества, к остаточным фосфоритам отнесены все рыхлые глинисто-щебенистые породы, содержащие  $P_2O_5$  в количества 10 % и выше. Глинисто-щебенистые породы с содержанием 1–10 % отнесены к фосфатизированным глинам. Установление бортового предела в 10 % основываются на удовлетворительных результатах испытаний бедных Ашинских фосфоритов с содержанием  $P_2O_5$  7–10 %.

По физическим свойствам симские фосфориты представлены рыхлой глинистой массой со щебенкой и дресвой выветрелых доломитов и твердых фосфоритов. Содержанием обломочного материалы непостоянно, колеблется от 5–10 % до 35 %. Объемный вес фосфоритов составляет 1,95 (в естественном – влажном состоянии). Естественная влажность фосфоритов – 30,5 %.

Горно-технические и гидрогеологические условия эксплуатации Симского месторождения благоприятны. Оно легкодоступно открытой карьерной разработке. Значительная часть полезного ископаемого в контурах подсчитанных запасов залегает с небольшой вскрышей, а местами даже под растительным слоем. Общая средняя вскрыша по месторождению составляет 4,3 м [1].

Для фосфоритов, применяемых в производстве фосфоритовой муки, процентное содержание  $P_2O_5$  является единственным показателем, характеризующим их качество. Однако, при этом следует иметь в виду, что фосфатное вещество на всех фосфоритах одинаково хорошо усваивается растениями и впоследствии этого не все фосфориты пригодны для переработки в фосфоритовую муку [1].

По проведенным агрохимическим исследованиям, доказавших высокое удобрительные свойства фосфоритной муки, были установлены технические стандарты, допускающие сниженное содержание  $P_2O_5$  по следующей сортификации готовой продукции:

Первый сорт (I) – содержание  $P_2O_5$  от 22 % до 25 %;

Второй сорт (II) – содержание  $P_2O_5$  от 19 % до 22 %;

Третий сорт (III) – содержание  $P_2O_5$  от 15 % до 19 %.

В соответствии с проектом кондиций, разработанных для Симского месторождения (А.Г. Беликов, И.И. Каюмов, 1968 г.) было сделано новое снижение бортового содержания  $P_2O_5$  – 10 %, при минимальной мощности в 1 м.

На основе рассмотрения изложенных выше требований к качеству сырья, представляется возможным произвести подсчет запасов фосфоритов Симского месторождения, как сырья пригодного для производства фосфоритовой муки II и III сорта [2].

Минимальная мощность полезного ископаемого к подсчету принята в 1 метр. По метровой мощности построены подсчетные контуры фосфоритовых залежей. Соотношение мощности фосфоритов и из вскрышки по отдельным выработкам при подсчете во внимание не принималось. Средняя вскрышка на месторождении по запасам, подсчитанным по категории  $C_1$  составляет – 5,78 м, при соотношении ее к полезному ископаемому по всем подсчетным выработкам 1:1,56. По запасам категории  $C_2$  эти данные соответственно равны: средняя вскрышка 2,81 м и соотношение вскрышки к фосфоритам 1:1,07. По площади основной фосфоритовой залежи разведочные выработки пройдены по сетке 50 x 100 м. Исходя из этого, представляется возможным запасы в контуре положительных выработок залежи классифицировать по категории  $C_1$ , а в контуре по экстраполяции от них отнести к категории  $C_2$ . Экстраполяция произведена на половину расстояний между положительными и отрицательными выработками [1].

Фосфориты не обводнены. Горизонт грунтовых вод залегает на глубине порядка 60 м. Скапливающиеся местами в депрессиях атмосферные осадки легко могут дренироваться

по склону, т. к. месторождение расположено на вершинной части горной гряды. Переработка фосфоритов в муку весьма несложна. Для этого добытая рудная масса должна лишь просушиваться и перемалываться до нужных фракций.

Рудную массу месторождения необходимо обрабатывать забоями для обеспечения получения продукции со средним содержанием  $P_2O_5$  по месторождению (путем смешивания бедной и богатой руды) [1].

Подсчет запасов выполнен среднеарифметическим методом.

В 2004 г. территориальное агентство по недропользованию Челябинской области объявило открытый конкурс на право пользования недрами Симского месторождения фосфоритов. Площадь лицензионного участка составляет 1,772 км<sup>2</sup>.

Стартовый размер разового платежа за пользование недрами – 9,845 млн. руб. Шаг аукциона устанавливается в 10 % от стартового размера разового платежа. Победителю аукциона будет предоставлено право пользования недрами и выдана лицензия сроком на 15 лет.

### **Список использованной литературы**

1 Аверкиев, Л.В. Отчет о поисково-разведочных работах на Симском, Биянковском и Кукашкинском месторождениях фосфоритов / Л.В. Аверкиев [и др.] / Малоязовская партия 1963 г. / г. Уфа, 1964.

2 Кисин, А.Ю. Структурное положение тектонического блока Каратау / А.Ю. Кисин // Литосфера. – 2008. – № 4. – С. 35–47.

3 Чувашов, Б.И. Позднепалеозойский Южноуральский фосфоритоносный бассейн: История развития, основные типы фосфоритопроявления, их фациальная и стратиграфическая позиция / Б.И. Чувашов // Литология и полезные ископаемые. – 2007. – № 1. – С. 45–62.

*D.V. MINIYAROVA*

### ***SIMSKAYA PHOSPHORITE DEPOSITS OF THE SOUTHERN URALS: GENERAL CHARACTERISTICS, ESTIMATION OF RESERVES***

*This article is devoted to the study of the Simsky deposit of phosphorites. A description of the calculation of reserves and prospecting for phosphorites of the Simsky deposit located within the Ashinsky administrative district of the Chelyabinsk region is given. The structures of the age range from the upper Riphean to the Upper Paleozoic inclusive take part in the structure of the Simskoye deposit.*

**УДК 553.98 + 553.982.239**

**М.Н. СТРЕМАУС**

### **ТЕНДЕНЦИИ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ В ПОИСКАХ И ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА**

*УО «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь,  
mike.stremaus@gmail.com*

*Исследованы тенденции последних лет в поисках и добыче залежей нефти и газа. Спрогнозировано, что потребность в нефти и газе возрастет, а цена будет плавно расти. Проанализированы перспективы эксплуатации месторождений в море в зависимости*

от их глубины. Рассматриваются технологии, которые поспособствуют развитию морской добычи нефти и газа.

*Нефтегазовая отрасль – циклический бизнес.* Если спрос выше предложения, цены быстро растут, достигают своего максимума, где и держаться в течение нескольких лет, затем в связи с появлением на рынке новых предложений, резко понижаются. Сегодня цена на нефть составляет 52 \$/баррель, восстановив позиции после резкого падения с минимумом в 26 \$/баррель в феврале 2016 года. Резкое падение цены на нефть вызвало ее высокое предложение, значительно превышающее спрос, обусловленное открытием новых резервов, замедлением китайской экономики, теплой зимой в Северном полушарии. Предполагается, что цена на нефть в ближайшее десятилетие будет колебаться в пределах современной отметки либо плавно расти. Цена в 52 доллара за баррель, ставит под вопрос рентабельность добычи нефти во многих регионах мира (рисунок 1).

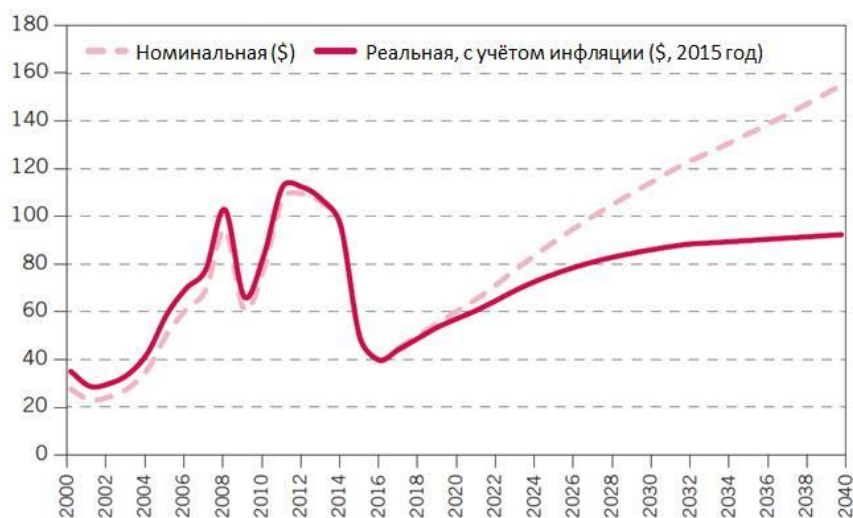


Рисунок 1 – Прогноз цены на нефть [8]

Уже к 2040 население земного шара будет составлять 9 млрд. человек. Мировой ВВП увеличивается в среднем на 3,5 % в год. Растет количество урбанизированных территорий в Азии с неразвитым общественным транспортом, что приводит к автомобилизации населения региона и пробкам. Предполагается значительный экономический рост Индии. Таким образом, нефть останется самым популярным энергоресурсом, только к 2040 году по прогнозам ее обгонит газ (таблица 1) [8]. Мир еще не может найти более эффективной альтернативы нефти и газу. Как показывает практика, атомная энергетика еще далека от безопасного источника, а ВЭС, СЭС, ГЭС на сегодня не могут сполна обеспечить человечество энергией. Спрос на нефть в развивающихся странах будет расти до 2040 в среднем со скоростью 2,1 % в год. В то время как рост стран ОЭСР (организация экономического сотрудничества и развития) за этот же период составит около 0,6 % в год.

Нефть и газ относятся к невозобновляемым ресурсам. По некоторым оценкам разведанных месторождений нефти и газа хватит на 60 лет. Однако нефть и газ на старых месторождениях, находящихся недалеко от обжитых человеком территорий с развитой инфраструктурой, иссякнет уже в ближайшие два десятилетия. Стоит задача поиска и эксплуатации месторождений нефти на шельфе и глубоководных участках моря. К примеру, в 2000 году разрабатывалось 44 месторождения нефти на глубине свыше

500 метров, в 2007 году их стало уже 157. Сейчас около 30 % нефти и газа добывается в море [7].

Таблица 1 – Спрос на энергию по типу топлива [8]

Показатели	Рост, % в год	Доля энергоресурсов, %			
	2014–2040 гг.	2014 г.	2020 г.	2030 г.	2040 г.
Нефть	0,6	31,1	30,3	28,2	26,1
Уголь	0,6	28,4	27,6	25,9	23,9
Газ	2,1	21,8	22,3	24,4	26,6
Атомная энергия	2,2	4,8	5,2	5,7	6,1
Гидроэнергия	1,5	2,4	2,5	2,6	2,6
Биомасса	1,2	10,3	10,2	10,1	10,0
Другие	6,6	1,3	1,9	3,2	4,7
Всего	1,3	100,0	100,0	100,0	100,0

С течением времени и с истощением запасов на суше, добыча будет уходить все дальше в море и становится дороже и сложнее. Большинство добываемой в море нефти находится в морях Атлантического океана. Однако прогнозируется увеличение добычи на Каспии, у берегов Индии, Китая и в Северном Ледовитом океане.

Морскую добычу разделяют на три вида: в транзитной зоне (глубина моря до 20 м), на шельфе (глубина от 20 до 500 м) и на глубоководье (свыше 500 м).

Разработка нефти и газа в транзитной зоне является более сложной задачей, чем добыча на шельфе. Это связано с повышенной сложностью проведения работ. В переходной зоне трудно проводить сейсмические исследования, где по экологическим соображениям применение взрывчатых веществ в качестве источника сейсмических волн, как правило, запрещено. Применение пневмоисточника неэффективно из-за невозможности направить всю энергию импульса вниз, а обычный вибросейсмический источник не дает нужного эффекта в рыхлом грунте. Традиционное оборудование не применимо, так как ни суда, ни сухопутные средства не могут подойти к месту работ. В транзитных зонах всегда более строгие экологические нормы. Наблюдаются отливно-приливные явления, изменчивые ветры, течения, меняющиеся положения мели, узкие проходы, рифы, кабели, эстакады и т. п.

Несмотря на большое количество трудностей, транзитные зоны являются одним из самых перспективных направлений в добыче нефти. Подготовка к добыче в транзитной зоне требует значительно больших затрат, чем на суше или на шельфе. Для каждого конкретного участка требуется составление индивидуального проекта, анализ многих факторов и рассмотрение альтернативных вариантов. Стоимость проектирования работ в переходной зоне будет существенно выше по сравнению с таковой на шельфе. Для геологоразведки в транзитных зонах разрабатываются особые технологии с использованием радиотелеметрических систем сбора сейсмических данных, донных кос и автономных донных сейсмогенерирующих станций.

Транзитные зоны обычно являются продолжением нефтегазовых провинций, областей и месторождений суши. Транзитные зоны имеют очень большую протяженность. Они находятся значительно ближе к объектам инфраструктуры побережья. Опыт освоения месторождения Прадхо-Бей на северном берегу Аляски [1] показывает, что содержание комплекса нефтедобычи обходится значительно дешевле, чем аналогичного объекта в открытой, а тем более глубоководной части океана.

*Добыча на шельфе* уже занимает значительное место в общей добыче. Однако в последние годы разведка и эксплуатация месторождений на шельфе, особенно в арктических условиях, несколько приостановилась в основном в связи с резким падением цены на нефть.

Несмотря на это, шельф в ближайшие десятилетия будет самым перспективным регионом с точки зрения разведки и добычи углеводородов. Большой интерес представляют акватории Каспийского моря, морей Арктики, Охотское, внутренние моря Индонезии, Черное и Южно-Китайское море, активизируют добычу на шельфе ряд стран: Австралия, Китай, Малайзия, Великобритания и Норвегия. По данным Геологической службы США (*US Geological Survey*) в Арктике сконцентрировано более 400 млрд. барр н. э., или порядка четверти всех мировых неразведанных извлекаемых запасов нефти и газа. Разведанные запасы по состоянию на 2014 год достигли 136,6 млрд. барр н.э., что составляет около 10 % всех разведанных запасов нефти [4]. Развитие месторождений в Арктике становится еще более актуальным в связи с «глобальным потеплением» и более длинным периодом навигации.

Активность компаний в сфере разведки и добычи на больших глубинах определяется рядом факторов спроса и предложения: 1) необходимостью компенсировать падение добычи на суше и в мелководных морских бассейнах, 2) возможностью открытия здесь значительных запасов углеводородов, 3) в целом рентабельностью глубоководных проектов. При сегодняшних котировках большинство глубоководных проектов находятся на грани рентабельности, либо нерентабельны. Поэтому для повышения интереса к глубоким водам необходимо ждать либо повышения цены на нефть до уровня 80–100\$ за баррель [3], что является маловероятным в ближайшее десятилетие, либо заметного падения извлекаемых запасов в наземных и мелководных морских бассейнах, что также маловероятно в ближайшие три-четыре десятилетия. Глубоководное бурение представляет собой повышенную опасность с точки зрения экологии. Вероятность утечки нефти хотя и минимальная, но если она происходит, то вызывает катастрофические последствия, что и показало событие 20 апреля 2010 года в Мексиканском заливе, когда прогремел взрыв на нефтяной платформе *Deepwater Horizon*. Учитывая изложенное, повышение вклада глубоководного бурения в морскую добычу можно рассматривать лишь в долгосрочной перспективе.

Большинство глубоководных проектов в сложившейся ситуации малорентабельны и не будут развиваться быстрыми темпами в ближайшее время. Но необходимо максимально возможно использовать уже пробуренные глубоководные скважины. По мере истощения запасов на море и на суше стоит вопрос более полного нефтеизвлечения из уже существующих месторождений и скважин. На сегодняшний день перспективным выглядит метод интенсификации добычи из морских скважин увеличением их дебитов путем гидроразрыва пластов с помощью судов и морских платформ. Современное судно, с большими объемами кислоты и проппанта, выполняющее работы по гидроразрыву со скоростью закачки жидкости не менее 60 барр/мин [2].

Постепенный переход к добыче нефти и газа с суши на море требует развития определенных морских технологий. Арктика с учетом ее огромного ресурсного потенциала по углеводородам, несмотря на экономические, экологические и организационные трудности, играет все большую роль в обеспечении будущих поставок энергоносителей.

*Разработка месторождений в арктической зоне* осуществляется в отдаленных обширных районах, не имеющих инфраструктуры, в таких условиях бетонные опорные основания являются предпочтительным вариантом для закрепления морских платформ. Арктические регионы экологически чувствительны, поэтому при проектировании платформ следует исключить сброс шлама и бурового раствора, других вредных веществ в окружающую среду. Платформы должны иметь доступ к объектам безопасности и жизнеобеспечения; грузоподъемность около 50 тыс. т; наличие буровых окон для 50 и более скважин; наличие хранилищ, райзеры для транспортировки нефти и газа. Необходимо принять во внимание важный фактор ледовых условий. Наибольший интерес для шельфовой индустрии представляют регионы с однолетним льдом. Море в таких регионах покрыто от 3 до 6 месяцев в году, и лед достигает толщины до 1–1,5 м. Территории, расположенные в северных акваториях России, Канады, Аляски покрыты



льдом 9–10 месяцев в году. Дополнительные особенности представлены стамухами, более толстым и крепким льдом. Необходимо учитывать сейсмические условия регионов. Фактор морского грунта очень важен для стационарных платформ. Грунтовые условия в арктических районах потенциально плохие из-за большого количества речных отложений. Наиболее подходящими здесь будут бетонные конструкции оснований гравитационного типа.

*Технологии сжижения газа на плаву.* На данный момент ведется строительство первого плавучего завода СПГ (*Prelude FLNG*). В 2007 году в восточной части бассейна Browse в Австралии Shell открыла месторождение природного газа и конденсата Prelude с запасами газа порядка 85 млрд. м<sup>3</sup>. Кроме того еще в 2009 году в 16 км от Prelude компания нашла месторождение *Concerto*. Их общие запасы – около 1 трлн. м<sup>3</sup> газа [6]. Инвестиционное решение о строительстве первого плавучего завода СПГ Shell приняла еще в 2011 году. Уходить в море заставляет экономика. Запасы австралийских месторождений Shell не настолько велики, чтобы сделать переработку добытого сырья на берегу рентабельной. Для морского же комплекса не надо строить береговые сооружения, прокладывать дороги и трубопроводы от места добычи. Размещенная непосредственно над газовым месторождением платформа будет соединена с коллектором и скважинным оборудованием гибкими райзерами. Отгружать продукцию с плавучего СПГ можно будет прямо в море. Танкеры-газовозы смогут пришвартовываться прямо к платформе, принимать груз и доставлять его покупателям. Строительство плавучего комплекса СПГ устраняет проблему приобретения земли и снижает вредоносные последствия для окружающей среды. Морской завод по сжижению будет занимать в четыре раза меньшую площадь, чем сухопутный аналог: для этого многие производства проектируются в вертикальном исполнении.

*Обеспечение потока при подводной добыче нефти* остается одной из ключевых технических проблем, с которыми сталкиваются операторы при глубоководной добыче. Задачами по обеспечению бесперебойности потока является борьба с такими явлениями, как образование парафиновых и гидратных отложений, формирование эмульсии, пены, накипи.

Определенные трудности связаны с внутренней очисткой трубопроводов. В подводных условиях при низких температурах тяжелые углеводороды могут осаждаться в виде парафина и асфальтена, препятствуя потоку. Парафин/гель затвердевает, когда сырая нефть охлаждается ниже температуры его застывания. В условиях высокого давления высокое содержание  $CO_2$  и  $H_2S$  в скважине в присутствии воды может вызвать коррозию.

В последнее время наряду с традиционными химическими методами, популярность получают и нехимические решения данных проблем. Эти решения можно разделить на три категории: 1) активная система, 2) пассивная система, 3) другие инновационные методы. К активным системам относится электронагрев, циркуляция горячей жидкости. Операционные расходы для работы активных систем могут быть компенсированы за счет сокращения эксплуатационных затрат, необходимых для исключения формирования гидратов или парафинов во время остановки скважины. К пассивным системам относятся заглубленные трубопроводы, влажная изоляция трубопроводов, сухая изоляция типа «труба в трубе», вакуумная изоляция, внутренняя изоляция. Для влажной изоляции применяются твердые полимеры (полипропилен), полиуретан, *novolastic* [5].

Влажная изоляция наносится непосредственно на стальные трубы и размещается на морском дне, подвергаясь воздействию морской воды. Для изоляции типа «труба в трубе» используется сухой материал с низкой теплопроводностью, такой как аэрогель, или пенополиуретан низкой плотности. Наружная труба обычно выполняется из стали или полиэтилена в зависимости от условий использования. Другие технологические инновации включают: технологию холодного потока для неизолированной трубы, сборно-разборный трубопровод, применение колтубинга, коррозионностойкий трубопровод с внутренней изоляцией. Применение изоляции типа «труба в трубе» в сочетании с влажной изоляцией может предотвратить риски формирования гидратов и парафина

и эффективно сократить капитальные и эксплуатационные расходы, сведя к минимуму использование химических ингибиторов, частоту внутритрубных очисток и нарушений герметизации трубопровода.

Вода является хорошим растворителем различных солей, особенно карбоната кальция. Для поддержания бесперебойного тока нефти важно избежать отложения солей на стенках труб. Часто используются химические методы – предотвращение отложений с помощью сильных антискалантов, растворение с помощью соляной кислоты. Используются и механические методы – применение взрывчатых веществ для встряхивания трубы, долота ударного действия и фрезеры либо гидромеханические средства – под давлением струя воды удаляет отложения на поверхности путем кавитации, при которой в струе формируются микропузырьки. Такой метод не используется в скважинах под высоким гидростатическим давлением, так как скорость срезания снижается в 4 раза и процесс в значительной степени подавляется. Абразивные суспензии – добавление к водяной струе твердой фазы в концентрации от 1 до 5 % от общей массы может усилить ее способность прорезать отложения. Для получения абразивной струи, которая режет отложения, не повреждая трубы, должна использоваться разница в твердости между отложениями и подстилающей их сталью.

*Суммируя вышесказанное, можно предположить, что вклад морской добычи углеводородов уже в ближайшее десятилетие будет возрастать, дополняя наземный объем их добычи. Шельфовые проекты по-прежнему будут вносить наибольший вклад в морскую добычу, увеличение глубоководных проектов видится в более отдаленном времени. В ближайшее время будет развиваться добыча в транзитных зонах.*

### **Список использованной литературы**

- 1 Винокуров, И. Белые полосы мелких вод / И. Винокуров, М. Шкатов // Offshore, 2014. – № 3. – С. 12–15.
- 2 Мартин, А.Н. Суда нового поколения для интенсификации добычи / А.Н. Мартин [и др.] // Offshore. 2014. – № 4. – С. 50–55.
- 3 Мюллер, Й.Ф. Прирост или выживание / Й.Ф. Мюллер // Offshore. 2014. – № 4. – С. 40–45.
- 4 Типпи, Дж. Арктический тонус / Дж. Типпи // Offshore. 2014. – № 3. – С. 38–39.
- 5 Шукла, К. Нехимические решения по обеспечению безопасного и экономического потока / К. Шукла // Offshore. 2014. – № 4. – С. 58–61.
- 6 Яковлева-Устинова, Т. Сжижение на плаву / Т. Яковлева-Устинова // Offshore. 2014. – № 3. – С. 62–65.
- 7 Offshore production [Electronic resource] // US Energy Information Administration. – Mode of access: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=28492> – Date of access: 06.10.2017.
- 8 Section one: Oil supply and demand outlook to 2040 [Electronic resource] // OPEC. – Mode of access: [http://www.opec.org/opec\\_web/static\\_files\\_project/media/downloads/publications/Section%20I%20WOO2016.pdf](http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/Section%20I%20WOO2016.pdf). – Date of access: 30.09.2017.

*M.N. STREMAUS*

### **TRENDS OF THE LATEST YEARS IN EXPLORING AND DEVELOPING OF OIL AND GAS DEPOSITS**

*The trends of recent years in prospecting and extraction of oil and gas from deposits have been studied. It is predicted that the demand for oil and gas will increase, and the price*

*will increase smoothly. The prospects of exploitation of marine deposits are analyzed depending on their depth. Technologies that will contribute to the development of offshore oil and gas production are considered.*

**УДК 551.4 (476.13)**

**В.Д. ТИМОХ**

## **ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ**

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

*Статья посвящена изучению технологий гидроразрыва пласта. Гидроразрыв пласта – один из методов интенсификации работы нефтяных, газоконденсатных, газовых скважин и увеличения приемистости нагнетательных скважин. Затронуты проблемы гидроразрыва пласта. Определены недостатки и преимущества сланцевой революции. Оценка эффективности ГРП.*

Для повышения нефтеотдачи пласта, интенсификации работы нефтяных и газовых скважин и увеличения приемистости нагнетательных скважин используется метод гидроразрывного разрыва пласта (ГРП). Технология заключается в создании высокопроводимой трещины в целевом пласте под действием подаваемой в него под давлением жидкости для обеспечения притока добываемого флюида к забою скважины. Для сохранения трещин в открытом состоянии при снижении давления в них вместе с жидкостью закачивают закрепляющий агент – проппант. После проведения ГРП дебит скважины, как правило, резко возрастает – либо же существенно снижается депрессия.

Проведение первого в мире ГРП приписывается компании *Halliburton*, выполнившей его в США в 1947 году. В качестве жидкости разрыва в тот момент использовалась техническая вода, в качестве расклинивающего агента – речной песок [1]. Позже проводились ГРП и в бывшем СССР, разработчиками теоретической основы явились советские ученые С.А. Христианович, Ю.П. Желтов (1953 год), также оказавшими значительное влияние на развитие ГРП в мире.

Впервые в мире гидроразрыв угольного пласта (для добычи метана из угольных пластов) был произведен в 1954 году в Донбассе.

Первое в Беларуси собственное эффективное испытание комплекса ГРП состоялось 20 ноября 2007 года на 83-й скважине Давыдовской площади.

ГРП используют также при разработке нетрадиционных месторождений: для добычи газа уплотненных песчаников, а также сланцевого газа и легкой нефти из низкопроницаемых пород (многостадийный ГРП в протяженных горизонтальных скважинах).

В 1998 году в штате Техас для разработки скважин в Барнет Шейл была использована техника ГРП под названием «скользящая вода». Эта техника ГРП стала возможной благодаря ряду достижений в наклонно-направленном бурении и микросейсмическом 3-мерном изображении. Около 30 процентов газа, добываемого в США приходится на сланцевые породы.

С начала 70-х годов добыча нефти в США неуклонно снижалась. К 2008 году она составила 5 миллионов баррелей в день. Но потом пришла сланцевая революция, и добыча пошла вверх. Причем так стремительно, что уже вплотную приблизилась к пиковой

добыче начала 70-х. Сланцевая революция – обозначение внедрения в промышленную эксплуатацию эффективных технологий добычи газа из залежей сланцевых пород («сланцевый газ»), а также нефти (легкой нефти низкопроницаемых коллекторов). Повышение объемов добычи газа привело к большему предложению на рынке природного газа США и к снижению цен на него. В 2013 г. США добывали 10 млн баррелей в день, Россия 10,7 млн, а Саудовская Аравия – 11,5.

Ресурсы сланцевых плеев Израиля оцениваются более чем в 35 млрд. т н. э., крупными ресурсами обладают так же Демократическая Республика Конго – 14 млрд. т, Иордания, 12,6 млрд. т, Бразилия, 11,48 млрд. т. Стоит отметить, что во всех этих странах уже действуют проекты по добыче нефти из подобных источников (таблица 1) [2].

Таблица 1 – Запасы и ресурсы нефтяных сланцевых плеев по странам мира

Страна	Ресурсы, млрд. т	Извлекаемые запасы, млрд. т
США	600	136
Китай	47	1
Израиль	35	6
Демократическая Республика Конго	14	н/д
Иордания	13	4
Бразилия	11	0,4
Италия	10	н/д
Марокко	7	5
Австралия	4	2
Аргентина	3	0,1
Эстония	2	0,6
Прочие страны	8	2,7
Мир	755	157

Углеводороды в сланцах находятся в твердом или в жидком состоянии в порах и трещинах коллектора, а добыча основана либо на мультистадийном гидроразрыве пласта (ГРП) (для нефти в жидком состоянии), либо на термических методах воздействия на пласт (как правило, для нефти залегающей в твердом состоянии) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема добычи сланцевого газа методом фрекинга (ГРП)

Мультистадийный ГРП заключается в бурении наклонно-направленных скважин и применении в их горизонтальной части множественных разрывов. Суть процесса заключается в увеличении открытой проточной части продуктивного пласта и соединении этой области со скважиной, посредством создания путей с высокой проницаемостью. Это достигается закачкой жидкости, состоящей из воды, смешанной с активными компонентами и химическими добавками, а также расклинивающим наполнителем.

Методы выделения из сланца «синтетической нефти» подразумевают нагрев породы, до высоких температур либо непосредственно внутри пласта, либо на поверхности [3].

Сланцевую нефть добывали еще в 1950-е г., а вот рентабельная добыча стала возможна благодаря применению вот тех же вот самых технологий – горизонтального бурения и гидроразрыва.

Первые скважины в формации Баккен были пробурены в 1953 г. (таблицы 1, 2). На месторождении Антилопа в 1953 г. скважина давала 209 барр. нефти в день из Средней песчаной части формации.

По данным геологической службы Северной Дакоты добыча из вертикальных скважин была достаточна, но не высока – 100 тыс. барр./день в период с 1970 по 2000 гг.

Внедрение горизонтального бурения, гидроразрыва пласта и повышение цен на нефть стали импульсом подъема производства.

Прогресс в возможностях добычи за несколько лет привел к усилению геологоразведочных работ, направленных на доизучение нефтематеринских пород и выявление нетрадиционных коллекторов в рамках общегосударственной программы по оценке нефтегазоносных формаций США, и раскрыл огромный потенциал формации Баккен и формации Три Форкс [4].

Таблица 2 – Технические показатели освоения формации Баккен [UND EERC, 2013]

Год	Среднее число буровых установок	Количество добывающих скважин	Средняя добыча, барр./день
2000	13	198	89388
2005	25	219	97729
2007	43	446	123622
2008	75	868	171989
2009	53	1332	218456
2010	126	2064	309679

В Северной Дакоте в формации Баккен к 2011 г. добыча возросла до 500 тыс. барр./день (таблица 3). Использование многоступенчатого (от 24 до 28 стадий гидроразрыва пласта) горизонтального бурения сегодня позволяет протягивать стволы до 3,5 км.

На данный момент для дальнейшего развития сланцевой нефти объективно существует один барьер – проблема высокого расхода пресной воды при ее добыче. Значительные затраты воды делают углеводороды сланцевых плеев недоступными для таких стран, как Китай, Ирландия, Монголия, Израиль, где уже подтверждены значительные запасы сланцевой нефти [1].

Профессор Украинского государственного химико-технологического университета Вильям Задорский сообщил о возможных, даже найвероятнейших последствиях, которые следуют после добычи сланцевого газа с помощью выбранного выигравшими тендер фирмами метода гидроразрыва сланцевого пласта:

- заражение грунтовых вод химическими реактивами для гидроразрыва;
- разрушительные процессы в самом грунте и в почве, вплоть до сейсмической нестабильности и землетрясений;

- заражение почвы от слива отработанной воды и множества других сопутствующих технологических факторов;
- загрязнение воздуха выбросами не только углеводородов, но и 369 веществ (из них более половины токсичных), входящих в раствор, закачиваемый для Fracking-процесса (гидро разрыва);
- проседание почвы в местах гидро разрыва.

Таблица – 3 Статистические данные ежемесячной добычи нефти в формации Баккен на территории Северной Дакоты [DMR, 2013]

Год	Месяц	Добыча нефти, барр	Дневная добыча, барр./день	Количество добывающих скважин	Добыча нефти на 1 скважину, барр.	Дневная добыча нефти на 1 скважину, барр./день
1953	Декабрь	5 429	175	1	5429	175
1963	Декабрь	73 705	2 378	34	2168	70
1973	Декабрь	9 252	298	14	661	21
1983	Декабрь	72 225	2 330	60	1204	39
1993	Декабрь	214 782	6 928	254	846	27
2003	Декабрь	50 924	1 643	194	262	8
2004	Декабрь	28 458	1 886	189	309	10
2005	Декабрь	120 970	3 902	219	552	18
2006	Декабрь	314 478	10 144	289	1088	35
2007	Декабрь	1 028 073	33 164	446	2305	74
2008	Декабрь	3 496 311	112 784	868	4028	130
2009	Декабрь	5 101 913	164 578	1332	3830	124
2010	Декабрь	8 488 083	273 809	2064	4112	133
2011	Декабрь	14 575 316	470 171	3275	4450	144
2012	Декабрь	21 854 103	704 971	5047	4330	140
2013	Февраль	20 024 182	715 149	5312	3770	135

При осуществлении гидро разрыва пласта с помощью мощных насосных станций в скважину производят закачку так называемых «жидкостей разрыва» (гель, в некоторых случаях вода либо кислота). Для поддержания трещины в открытом состоянии в терригенных коллекторах используется расклинивающий агент-проппант, в карбонатных – кислота, которая разъедает стенки созданной трещины. Эти агрессивные вещества могут попадать в водоносные слои и, соответственно, загрязнять их.

Освоение месторождений сланцевого газа с использованием нынешней базовой технологии, а именно гидро разрыва пласта (иногда ее называют фрекингом), связано в настоящее время с весьма значимыми экологическими рисками, которые проявляются в загрязнении природных сред, значительном водопотреблении, ухудшении здоровья населения, осложнении существования объектов животного мира.

К сожалению, все эти побочные негативные явления возникают при извлечении метана – основного компонента сланцевого газа.

Есть данные увеличения количества землетрясений в зонах добычи сланцевой нефти.

Огромные средства, которые компании вкладывают в разработку месторождений сланцевого газа, могли бы быть направлены на развитие возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий.

Возможно, ситуация в будущем изменится к лучшему, поскольку технологии добычи сланцевого газа постоянно совершенствуются – снижается время на подготовку пласта к добыче, внедряются методы, уменьшающие потребление воды, отрабатывается техника безводного гидро разрыва, осуществляется подбор более безопасных химикатов

для гидроразрыва пласта. Поэтому можно ожидать, что когда-то экологические риски удастся снизить до более приемлемого уровня [5].

При освоении месторождений воздействие на окружающую среду может распространяться на достаточно большие территории, и могут затрагиваться интересы соседних государств – например, могут загрязняться трансграничные подземные и поверхностные водоемы, а также нарушаться их водный баланс, могут возникать также и помехи в местах обитания или миграции объектов животного мира. Поэтому, решения об освоении собственных месторождений сланцевого газа вблизи границ должны проходить обязательное согласование с соседями.

Все эти аспекты (экологические, экономические, социальные) деятельности по освоению месторождений сланцевого газа, которые имеет тенденцию к расширению, нуждаются в постоянном мониторинге и анализе для принятия оптимальных хозяйственных решений. Важную роль в этом могут сыграть отраслевые организации, активно участвующие в создании условий, обеспечивающих эффективное использование углеводородных газов в различных отраслях экономики на принципах экологического развития.

ГРП имеет широкое распространение, является надежным и актуальным методом, позволяющим увеличить приток нефти из пласта. На сегодняшний день ГРП активно применяется для повышения нефтеотдачи пластов Речицкого, Осташковичского, Вишанского и других месторождений.

Технология ГРП позволяет «оживить» простаивающие скважины, на которых добыча нефти или газа традиционными способами уже невозможна или малорентабельна. При гидродинамическом разрыве пласта увеличивается продуктивность скважины, проницаемость пласта, расширяется зона дренирования, что позволяет увеличить дебиты скважин после ГРП. Этот метод является эффективным.

### Список использованной литературы

- 1 Стальнова, В.М. Сланцевая революция как новое явление в экономике США / Стальнова В.М. – Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2016. – 11 с.
- 2 Грушевенко, Д.А. Нефть сланцевых плеев – новый вызов энергетическому рынку? / Д. А. Грушевенко, Е.В. Грушевенко. – ИНЭИ РАН. – М., 2012. – 49 с.
- 3 Грушевенко, Е.В. Экологический вестник России. / Е.В. Грушевенко, Д.А. Грушевенко. – М., 2013. – 33 с.
- 4 Прищепа, О.М. Нефтегазовая геология. Теория и практика: науч. изд. / О.М. Прищепа, О. Ю. Аверьянова. – Санкт-Петербург, 2013. – 28 с.
- 5 Соловьянов А.А. Экологические последствия разработки месторождений сланцевого газа / А.А. Соловьянов. – М.: Зеленая книга, 2014. – 60 с.

V.D. TIMON

### **TECHNOLOGIES OF HYDRAULIC FRACTURING OF LAYER: HISTORY, PROBLEMS**

*The article is devoted to studying of technologies of hydraulic fracturing of layer. Layer hydraulic fracturing – one of methods of an intensification of work of oil, gas-condensate, gas wells and increase in acceleration performance of delivery wells. Layer hydraulic fracturing issues are touched. Definition of shortcomings and advantage of a shale gas revolution. Assessment of efficiency of GRP.*



А.В. ЦЕДРИК

## РОЛЬ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В СНИЖЕНИИ ЗАВИСИМОСТИ РЯДА СТРАН ОТ ИМПОРТА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

*ГНУ «Институт экономики НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь,  
aleksandr.cedrik.90@mail.ru*

*Роль страны-экспортера на мировом и региональных рынках энергоносителей, по сути, зависит от совокупности множества факторов, влияющих на субъекты международных отношений в сфере торговли топливными ресурсами. Так, определяющим является наличие сырья в недрах страны. Но, даже если государство обладает определенными их запасами, конкурентные позиции на мировом рынке вовсе не обеспечены.*

Целью данного исследования является определение альтернативных источников энергии с учетом волатильности цены на нефть и природный газ в современных условиях, на примере горючих сланцев.

Задачей, которая ставится в данной публикации, является определение зависимости от такого природного ископаемого, как горючие сланцы, в ряде стран мира и поиск причин, по которым идет повышение добычи и доли в процентном соотношении среди других горючих полезных ископаемых либо их понижение.

В первые 15 лет наступившего века ход развития мирового энергетического рынка определялся набором разнонаправленных факторов. К числу основных относились [4]:

1 сокращение добычи на традиционных месторождениях, переход к освоению более дорогих в разработке залежей;

2 более широкое вовлечение в оборот локальных источников энергии – горючих сланцев, торфа, тяжелой нефти, нетрадиционного газа, а также биомассы, энергии воды и других видов возобновляемых источников энергии (ВИЭ);

3 развитие и модификация транспортной инфраструктуры (маршрутов доставки нефти, газа, угля и др.), сетевого хозяйства (в электроэнергетике);

4 изменение механизмов ценообразования на рынке нефти и адаптация мировой экономики к нестабильным ценам на первичные топливно-энергетические ресурсы (ТЭР);

5 регионализация международной торговли;

6 обострение политической ситуации в нефтедобывающих регионах мира;

7 увеличение рисков и тяжести последствий антропогенных и природных катастроф;

8 ужесточение экологических норм.

В недрах многих стран (США, Великобритании, Германии, Канады, Украины, России), выявлены значительные ресурсы нефти и газа, содержащихся в глинистых сланцах, малопроницаемых карбонатных и песчаных породах. В настоящее время осуществляется их добыча в США и Канаде и планируется освоение таких ресурсов углеводородов в Великобритании, Германии, Украине. К числу положительных факторов, оказывающих влияние на перспективы добычи сланцевого газа, относятся: региональный характер месторождений; значительные запасы таких углеводородов в недрах; снижение зависимости от импорта ТЭР. Факторами, отрицательно влияющими на перспективы добычи сланцевых углеводородов, являются: необходимость применения сложных технологий; быстрая истощаемость месторождений; низкий уровень доказанности ресурсов; значительные риски, связанные с разработкой и добычей запасов; возможность загрязнения радиоактивными элементами и тяжелыми металлами подземных вод [2, 5].

В США разведанные запасы сланцевого газа составляют более 26 трлн. м<sup>3</sup> (на 2015 г. технически извлекаемы – 4,5 трлн. м<sup>3</sup>), или более 10 % от мировых. Ведущей корпорацией в США по добыче сланцевого газа является *ChesapeakeEnergy*.

США – производитель нефти глобального масштаба и крупнейший игрок на рынке сланцедобычи и сланцепереработки, который кардинально изменил свою позицию в мировой нефтяной иерархии за короткий исторический промежуток времени. Ещё недавно прогнозы относили эту страну к категории чистого импортёра углеводородов, а в конце 2015 г. Конгресс США отменил запрет на экспорт нефти-сырца, который действовал в стране более 40 лет [6, с. 31].

Но картина изменилась. Технологический прорыв США обеспечил ускорение темпов роста сланцевой нефтедобычи. По самому скромному прогнозу, добыча сланцевой нефти в США возрастёт в 2030 г. до трёх млн баррелей в сутки. При этом необходимо учитывать, что даже незначительный дефицит мирового предложения повысит цены на рынке нефти, что может привести к увеличению объёмов сланцевой добычи в США. Вместе с тем, в условиях избытка мирового производства и запасов нефти сланцевая добыча сокращается. Несмотря на большие расхождения в оценках запасов сланцевой нефти США, добычу сланцевой нефти в этой стране следует рассматривать как долгосрочный фактор развития мирового нефтяного рынка. Вероятность такого развития событий высока в свете активной работы американских компаний над повышением рентабельности сланцевой нефтедобычи.

Таблица 1 – Текущее и проектируемое производство сланцевой нефти в США, 2015–2035 гг. (млн барр. в сутки) [3]

Показатели	2015 г.	2016 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2035 г.
Сланцевая нефть в США	1,00	1,27	2,00	3,00	3,00	2,75
Сланцевая нефть в мире, доля в % от глобального предложения	1	1	2	3	3	3
<i>Источник:</i> Salameh M.G. Impact of U.S. Shale Oil Revolution on the Global Oil Market, the Rise of Oil & Peak Oil / International Association for Energy Economics. Energy Agency (IEA). Oil Market Report. 14 June 2016.						

Так, ввиду вышесказанного следует отметить, что перспективы влияния США на рынок нефти зависят от интенсивности технологического развития, дальнейшего повышения рентабельности производства нетрадиционной нефти, а также разработки шельфовых месторождений и доступа к федеральным землям [3, с. 117].

Крупные месторождения сланцевого газа обнаружены в ряде государств Европы, в частности, в Австрии, Англии, Венгрии, Германии, Польше, Швеции, Украине. Сланцевый газ, добывается в ряде других стран: Австралия, Индия, Китай, Канада. Китай в 2015 году добывал 6,5 млрд м<sup>3</sup> сланцевого газа. К 2020 году Китай планирует выйти на уровень добычи в диапазоне от 60 млрд. до 100 млрд. м<sup>3</sup> сланцевого газа ежегодно.

В числе факторов, положительно влияющих на перспективы добычи сланцевого газа: близость месторождений к рынкам сбыта; значительные запасы; заинтересованность властей ряда стран в снижении зависимости от импорта топливно-энергетических ресурсов. Резкое повышение добычи позволило США снизить объёмы импортируемых природного газа и нефти и уменьшить стоимость углеводородов на внутреннем рынке [2].

Роль страны-экспортёра на мировом и региональных рынках энергоносителей, по сути, зависит от совокупности множества факторов, влияющих на субъекты международных отношений в сфере торговли топливными ресурсами. Так, определяющим является наличие сырья в недрах страны. Но, даже если государство обладает определенными их запасами, конкурентные позиции на мировом рынке вовсе не обеспечены. Имеется

целый ряд факторов, являющиеся определяющими для конкурентоспособности страны на мировых рынках продажи энергоносителей.

Один из таких – *уровень технологического развития и доступность технологий*. Этот показатель оказывает значительное влияние на стоимость извлечения минеральных ресурсов на месторождении, поскольку совершенствование процессов добычи позволяет увеличить количество потенциально извлекаемого сырья на месторождении. С развитием новых технологий становятся доступны месторождения, которые ранее считались либо не рентабельными, либо вообще не подлежащими промышленной разработке. Яркий пример – *активный рост добычи сланцевого газа в США в XXI веке*, позволивший стране выйти на первое место в мире по объемам добычи [5].

К примеру, с 2006 г. *Израиль* использует собственные оффшорные запасы природного газа (примерно 35 млрд. м<sup>3</sup>), находящиеся на стадии исчерпания. В последнее время разведаны крупные запасы на новых месторождениях, оценивающиеся в 180 млрд. м<sup>3</sup>. Если прогнозы подтвердятся, это позволит стране в недалекой перспективе снизить зависимость от импорта энергоресурсов и улучшить экологическую обстановку. Израиль обладает разведанными стратегическими запасами горючих сланцев в 12 млрд. т, которых хватило бы при нынешнем уровне годового потребления на 50–60 лет. Но их применение остается на протяжении ряда лет пренебрежительно низким [7].

Изменения в направлениях поставок вносят коррективы и в структуру мирового и региональных рынков ТЭР. *Если государство, к примеру, получает отдачу от вложенных инвестиций в виде роста объемов собственной добычи, то другие страны-поставщики энергоресурсов теряют часть рынка*. Хотя реализованные ими проекты по добыче сырья были рассчитаны, в том числе, и на эту часть рынка. Это приводит к превышению предложения над спросом, что отражается на региональном или даже мировом уровне цен на энергоносители. Подобная ситуация происходит на рынке США, где собственная добыча газа из горючих сланцев стремительно растет. Результат – реализация и рентабельность ряда российских газовых проектов, нацеленных на удовлетворение растущего спроса со стороны Штатов, находится под вопросом. Более того, такой рост добычи в США в 2009 г. обрушил и без того сниженные в связи с финансовым кризисом спот-цены на газ в Европе [2].

Почти на всем протяжении 2000-х гг. удельная стоимость сжиженного природного газа и трубопроводного газа оставались примерно одинаковыми, при этом в отдельные периоды времени СПГ был даже более низким по цене. В 2015 г. в Западной Европе среднегодовая цена импортного газа составила 6,6 долл./млн БТЕ, что примерно в два раза меньше, чем в 2008 г. (11,6 долл./млн БТЕ). На рынке ЕС низкая цена на газ привела к частичному вытеснению угля, который ранее расширил свою долю в секторе генерации. При развитии добычи сланцевых углеводородов в США и Канаде на рынках Америки начали образовываться излишки угля, производимого компаниями США, а также Колумбии и ряда других государств. Кроме того, в конце 2000-х гг. сократился спрос на уголь в КНР. Эти и ряд других обстоятельств (например, политика ЕС по сокращению зависимости от российского газа, неработоспособность европейской системы торговли квотами на выбросы углекислоты – «EU ETS» и др.) способствовали созданию прецедента в межтопливной конкуренции в трансконтинентальном масштабе – в Евросоюзе расширилась угольная генерация и, соответственно, снизилась выработка электроэнергии на газовых станциях, что противоречило политике ЕС в сфере экологии [4].

Ввиду вышесказанного можно сделать вывод, что распределение добычи, а также интенсивность процессов по поиску альтернативных вариантов добычи ископаемых, как к примеру, с горючими сланцами, для вовлечения в топливно-энергетический рынок мира идет неравномерно. В авангарде оказываются те страны, которые обладают помимо наличия горючих сланцев на своей территории высоким *уровнем технологического развития и доступностью технологий, наиболее продуманным экологическим законодательством и наилучшим инвестиционным климатом*.

## Список использованной литературы

1 Кубатек, У.У. Сланцевая революция. Данные презентации от Международного энергетического агентства (IEA) за 23.04.2015 г. / У.У. Кубатек. – Режим доступа: [https://prezi.com/kupr\\_-4xjt7v/presentation/](https://prezi.com/kupr_-4xjt7v/presentation/).

2 Максимцев, И.А. Энергетический потенциал России в условиях экономической глобализации / И.А. Максимцев, В.Б. Балабин // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов – 2008 – № 2.

3 Малова, Т.А. Мировой рынок нефти: поиск равновесия в условиях новой «нефтяной» реальности : исследовательская статья / Т.А. Малова. – М., 2016. С.115–124.

4 Матвеев, И.Е. Мир топлива и энергии в середине второго десятилетия: борьба обостряется / И.Е. Матвеев, А.С. Иванов // ВНИКИ, Москва. – 2016.

5 Природные энергетические ресурсы: экономические и экологические аспекты освоения и использования / А.В. Унукович [и др.] – «Новости науки и технологий» – № 1 (28) – Минск, 2014 – С. 42–54.

6 Сечин, И. Инвестиции в условиях неопределенности. Выступление президента компании «Роснефть» на саммите энергетических компаний на Петербургском международном экономическом форуме / И. Сечин // Эксперт. 2016. – № 26. – С. 30–34.

7 Сосновский Я. Проблемы энергосбережения в Израиле – Электронный научный семинар «Междисциплинарное культурно-просветительное и научное сообщество» / Я. Сосновский. – Изд. дом ABC, Израиль – 2009.

A. V. TSEDRIK

### **ROLE OF COMBUSTIBLE SLATES IN DECREASE IN DEPENDENCE OF A NUMBER OF THE COUNTRIES ON IMPORT OF THE FUEL AND ENERGY RESOURCES (FER)**

*The export country role on world and the regional markets of energy carriers, in fact, depends on set of a set of the factors influencing subjects of the international relations in the sphere of trade in fuel resources. So, availability of raw materials in a country subsoil is defining. But, even if the state has their certain stocks, competitive positions in the world market aren't provided at all.*

УДК 551.4(476.13)

В.Н. ЧАРКИНА

### **ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ТИПОВОГО КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПЛАСТОВЫХ ВОД**

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

*Геофизические методы исследования скважин играют первостепенную роль при получении полной и качественной информации о вскрытых горных породах и процессе выработки нефтяных и газовых пластов. Горные породы по-разному реагируют на нарушение их естественного состояния, при этом неоднозначно оцениваются эффективность методов исследования. Поставленный вопрос является актуальным и требующим непрерывного решения.*

Геофизические исследования скважин (ГИС) решают ряд геологических и технических задач. Горная порода, являющаяся основным объектом геофизических исследований в скважине и представляющая собой сложенную гетерогенную систему, состоит из различных по физико-химическим свойствам твердой и жидкой фаз. Скелет горной породы обычно имеет сложный минеральный и гранулометрический состав с разной степенью окатанности твердых частиц, их упаковки и цементированности. Цемент породы в общем отличается по своим физико-химическим свойствам от скелета, поэтому текстура и структура порового пространства горных пород разные. Большое, а иногда и определяющее влияние на физические свойства горных пород оказывает порозаполнитель. В природных условиях порозаполнителем может быть вода, нефть, конденсат, газ или смесь этих компонентов в любых соотношениях. Минерализация связанной, остаточной и свободной пластовой воды колеблется от единиц до 200–300 г/л.

В силу перечисленных выше причин однотипные горные породы могут значительно различаться по физико-химическим свойствам, а разные породы, наоборот, могут иметь сходную петрофизическую характеристику.

Безусловно, на регистрируемые геофизические параметры существенно влияют скважинные условия проведения ГИС (каверны, сужение диаметра скважины, тип и минерализация промывочной жидкости, наличие, тип и размеры зоны проникновения ее фильтра в породы-коллекторы, время проведения ГИС после пробуривания горных пород и т. д.) Кажущиеся значения и конфигурация кривых геофизических параметров при производстве ГИС зависят от геологических особенностей вскрытого разреза и технологических условий проходки скважины.

Вследствие этого по результатам отдельных методов исследования скважины неоднозначно решаются поставленные задачи. Например, при высокой минерализации пластовых вод о наличии нефти в песчаных коллекторах указывает повышенные значения  $\rho_k$  и средние значения интенсивности  $I_{\text{нп}}$ . Даже в этом простом случае однозначного ответа на вопрос о литологии пластов и характере насыщения коллекторов потребуются по крайней мере результаты трех геофизических методов – СП (собственной поляризации), КС (кажущегося сопротивления), НГМ (нейтронный гамма-метод). Для данного случая могут быть предложены и другие варианты комплексирования методов ГИС [1].

Типовые комплексы ГИС включают основные методы геофизических исследований скважины для решения задач в обычных условиях, однако реальные условия могут значительно отличаться от стандартных. В связи с этим возникает необходимость корректировки перечня используемых методов.

Опираясь на исследования ООО «Нефтегеофизика», которые изложены в статье «Возможности методов ГИС при исследовании засоленных коллекторов» можно выделить следующую информацию:

– Наиболее сильное влияние наличие соли оказывает на показания, зарегистрированные зондами компрессированного нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (2ННК-Т).

– Влияние содержания соли на интервальное время продольной волны ( $t_p$ ), плотность ( $\rho$ ) и водородсодержание, определенного по надтепловым нейтронам ( $w_{\text{нт}}$ ), линейно. Линейный характер связи данных геофизических параметров от объемного содержания соли позволяет получить неискаженные геологические параметры с помощью простых процедур. Учет наличия соли в породе позволяет определить ее пористость по комплексу  $t_p$ – $\sigma$ – $\omega$  с погрешностью 2 % (абс.), при этом минимальная погрешность определения засоления составит 4 % от объема породы.

– Полного исключения влияния данного фактора на результаты интерпретации можно добиться учетом объемного содержания соли, определенного по данным других геофизических методов.

– Наилучший результат получается при использовании данных импульсного нейтронного гамма-каротажа (2ИНГК). Галит характеризуется аномально высоким сечением

захвата тепловых нейтронов (суммаК), что обеспечивает хорошую чувствительность данного метода к присутствию соли в породе.

– При расчете содержания соли по данным 2ИНГК для учета влияния пористости и глинистости пород необходимо привлекать данные других методов ГИС.

Следовательно, интерпретация данных ГИС, полученных в засоленных разрезах без учета объемного содержания соли в горных породах приводит к систематическому завышению общей пористости и, соответственно, искажению коэффициентов нефтегазонасыщенности. Для корректной геологической интерпретации данных, зарегистрированных в породах сложного минерального состава подсолевых разрезов, необходимо использовать расширенный комплекс ГИС.

При засолоненности коллекторов менее 10 % от объема пород в скважинах, заполненных минерализованными растворами, наиболее оптимально использование данных импульсного нейтронного гамма-каротажа [2].

Принимая во внимание статью Томского политехнического университета на тему «Изучение пластовых вод низкой минерализации на геофизические характеристики терригенных пород» можно отметить следующие факты:

– Особенности состава и минерализации пластовых вод сказываются на физических характеристиках исследуемых пород (коллекторов) и в первую очередь на их электрических свойствах, таких как УЭС и электрохимическая активность.

– Установлено влияние поверхностной проводимости в терригенных коллекторах неокома Заполярного месторождения, насыщенных моделями пластовых вод с минерализацией в диапазоне 1,6–3,6 г/л. Особенно явно данный эффект проявляется для частично водонасыщенных образцов.

– Доказано влияние ионного состава пластовых вод, в частности содержания иона  $\text{HCO}_3$ , на УЭС терригенных коллекторов неокома Заполярного месторождения.

– Лабораторные исследования керн по изучению электрических свойств частично или полностью водонасыщенных горных пород необходимо проводить с использованием максимально близких моделей пластовых вод, характерных для изучаемых отложений. Учитывать нужно не только общую минерализацию (как это принято делать в большинстве случаев), но и ионный состав пластовых вод [3].

Проанализируем геофизические методы исследования, применяемые на Речицком месторождении.

Поисковое бурение на Речицком месторождении начато в 1961 г. Все скважины на месторождении пробурены на высокоминерализованной промывочной жидкости.

Для исследования скважин применялся комплекс ГИС, предусмотренный для соответствующих условий вскрытия продуктивных отложений и включающий следующие геофизические исследования: боковой, микробоковой, акустический, радиоактивный (ГК, НГК) каротажи, кавернометрию и инклинометрию.

При необходимости уточнения характера насыщения и засолонения пород в качестве дополнительного проводился импульсный нейтрон-нейтронный каротаж по (ИННК), а также индукционный каротаж (ИК), используемый для детальных исследований продуктивных интервалов, вскрытых на непроводящий электрический ток промывочной жидкости (БИЭР).

Для более детального изучения геологического строения, литологии и коллекторских свойств продуктивных интервалов применялись нейтронный каротаж (КНК), нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым (ННКт) и надтепловым (ННКнт) нейтронам, ГГК-П. В двух скважинах данного месторождения был выполнен КНКт.

Газовый каротаж, дефектометрия, термометрия, дебитометрия, плотностной гамма-гамма каротаж (ГГК-П), профилометрия, метод потенциалов собственной поляризации (ПС), отбор образцов проводилось в ограниченном количестве скважин. Контроль цементирования (АКЦ) – практически во всех скважинах.

При исследовании скважин Речицкого месторождения в обязательный комплекс ГИС входили до 1976 г. боковое каротажное зондирование (БКЗ), и до 1979 г. – стандартный каротаж, включающий замеры градиент-зондом А4М0,5N, потенциал-зондом N7,5M0,75A, N8M0,5A и ПС. Впоследствии названные методы были исключены из комплекса из-за их низкой эффективности.

Скважинные условия Речицкого месторождения являются типичными для Припятского прогиба, поэтому геофизические исследования проводились по общепринятой для этой нефтеносной области методике.

В надсолевых отложениях исследования осуществляются перед спуском колонны обсадных труб методами БК, ГК, НГК, АК, кавернометрии и инклинометрии. Масштабы глубин 1:500.

Соленосные толщи исследуются вышеперечисленными методами в масштабе глубин 1:500 через 500 – 600 м проходки. В интервалах разреза с карбонатными пластами указанные исследования дублируются в масштабе глубин 1:200.

В межсолевых карбонатных отложениях, к которым приурочены основные продуктивные горизонты нефти в Припятском прогибе, исследования проводятся через 150–200 м проходки в масштабе глубин 1:500 методами БК, ГК, НГК, АК, кавернометрии. Детальные исследования в масштабе 1:200 включают БК, МБК, ГК, НГК, АК (по скорости и затуханию), кавернометрию.

В каждой скважине проводится замер кривизны инклинометром через 300 м проходки, точки замеров через 25 м.

Обязательный комплекс исследований в продуктивных интервалах осуществляется в минимальный срок после их вскрытия.

В перспективных интервалах разреза (прокаротированных ранее в несколько приемов) после их полного вскрытия проводятся все виды перечисленных выше исследований. Они выполняются единым замером с обязательным перекрытием пластов каменной соли или карбонатных образований для терригенных отложений.

Стандартный каротаж, включающий измерения зондами  $AO = 4,25$ ,  $MA = 0,75$  и ПС, проводился в скважинах до 1979 г. Кривые сопротивления ( $\rho_k$ ) регистрировались в масштабе от 2 до 10 Ом·м на 1 см, при скорости записи до 3000 м/час. В качестве измерительных приборов использовались аппаратура КСП или коробка БКЗ-65. Для выявления в разрезе проницаемых пластов и для достаточно точного определения их удельных электрических сопротивлений до 1976 г. на Речицком месторождении применяли метод бокового каротажного зондирования (БКЗ), основанный на замерах кажущихся сопротивлений на исследуемом участке скважины шестью каротажными зондами различной длины, и, следовательно, различным радиусом исследований.

Опыт показал, что в условиях высокоминерализованных растворов и высокоомных разрезов кажущиеся сопротивления, получаемые при применении указанных выше методов исследования, искажены в результате экранного эффекта и не могут быть использованы не только для количественной, но и для качественной интерпретации. Поэтому стандартный каротаж и боковое электрическое зондирование исключены из комплекса.

Боковой каротаж в модификации трехэлектродного (БК-3), как отмечалось выше, входит в обязательный комплекс ГИС при исследовании скважин, бурящихся на высокоминерализованном растворе, начиная с 1979 г. Этот вид исследований в условиях Припятского прогиба является основным методом определения удельного электрического сопротивления пород и связанного с ним параметра пласта – нефтенасыщенности.

Ограничения метода состоят в занижении сопротивления против пластов каменных солей, ангидритов и плотных карбонатов, обусловленные конструктивными особенностями аппаратуры. Кроме этого, метод не позволяет определить удельное электрическое сопротивление пласта при глубоком ( $> 4,5$  м) проникновении в него фильтрата бурового раствора.



Боковой микрокаротаж производится при детальном исследовании продуктивных горизонтов. Кривые сопротивлений регистрируются в масштабах 1–25 Ом·м на 1 см при скорости записи до 2000 м/час.

Диаграммы бокового микрокаротажа используются в комплексе с диаграммами бокового каротажа при благоприятных условиях лишь для качественного выделения пластов-коллекторов. Что же касается количественных определений, то для этой цели данные бокового микрокаротажа не применяются, так как сопротивления плотных и нефтенасыщенных пластов значительно превышают верхний разрешающий предел (150–200 Ом·м) регистрирующей аппаратуры.

Индукционный каротаж проводился для детальных исследований продуктивных интервалов, вскрытых на непроводящий электрический ток промывочной жидкости (БИЭР). Диаграммы ИК в комплексе с другими методами используются для качественной интерпретации. Для количественных определений из-за низкой разрешающей способности аппаратуры ( $\rho \leq 50$  Ом·м) метод неприменим, так как удельное электрическое сопротивление подавляющего большинства нефтенасыщенных пластов находится в пределах от нескольких сотен до тысяч омметров.

Гамма-каротаж является одним из основных видов исследований.

Представим краткую характеристику условий проведения геофизических исследований в скважине Речицкого месторождения.

Вскрытие интервалов продуктивных отложений в скважинах, производилось на высокоминерализованном буровом растворе с применением утяжелителя (барита, а с 1996 г. и доломита).

Удельное электрическое сопротивление высокоминерализованного раствора, использовавшегося при проходке межсолевых отложений вновь пробуренных скважин, при температуре 16–18 °С изменяется от 0,05 до 0,34 Ом·м, плотность составляет 1,02–1,47 г/см<sup>3</sup>, вязкость – от 15 до 60 с. В пластовых условиях удельное электрическое сопротивление промывочной жидкости изменяется от 0,025 Ом·м до 0,7 Ом·м в зависимости от температуры и глубины залегания вскрываемых бурением продуктивных отложений.

По химическому составу воды продуктивных межсолевых отложений Речицкого месторождения относятся к высокоминерализованным рассолам хлоридно-кальциевого типа (по Сулину) с общей минерализацией от 319,82 г/л до 357,6 г/л и удельным весом от 1,214 г/см<sup>3</sup> до 1,240 г/см<sup>3</sup>.

Удельное электрическое сопротивление вод межсолевых отложений в пластовых условиях находится в пределах от 0,0188 до 0,021 Ом·м и остается постоянным по разрезу и площади месторождения.

Подводя итог по проведенным геофизическим исследованиям на Речицком месторождении можно сделать вывод о том, что методы ГИС подобраны в оптимальном сочетании, введены все недостающие корректировки в результаты проводимых методов ГИС. Методы стандартного каротажа и бокового электрического зондирования было решено исключить из комплекса ГИС, так как данные этих методов были искажены в соответствии с исследованиями в условиях высокоминерализованных растворов и высокоомных разрезов в результате экранного эффекта и они не подходят не только для количественной, но и для качественной интерпретации, данное решение является оптимальным для исключения ошибок в расчетах.

### Список использованной литературы

- 1 Дьяконов, Д.И. Общий курс геофизических исследований скважин: учебник для вузов / Д.И. Дьяконов, Е.И. Леонтьев, Г.С. Кузнецов: 2-е изд., перераб. – М.: Недра, 1984.
- 2 Научно-технический вестник «Каротажник». – Тверь, 2013.
- 3 Научно-технический вестник «Каротажник». – Тверь, 2016.

**STRUCTURAL CHANGE OF THE GIS STANDARD COMPLEX OF DEPENDENCE  
ON THE MINERALIZATION OF RESERVOIR WATERS**

*Geophysical methods of exploration wells play a primary role in obtaining complete and qualitative information of exposed rock and the process of producing oil and gas reservoirs. Rocks differently react to the disturbance of their natural state, also the effectiveness methods of research is ambiguously assessed. The question posed is topical and requires continuous solutions.*

УДК 622.831

С.В. ШУБИНА, И.Л. ПАНЬКОВ

**ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА  
УСТОЙЧИВОСТИ ЦЕЛИКОВ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ  
КОНФИГУРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ**

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь, Россия,  
s\_v16@mail.ru, ivpan@mi-perm.ru*

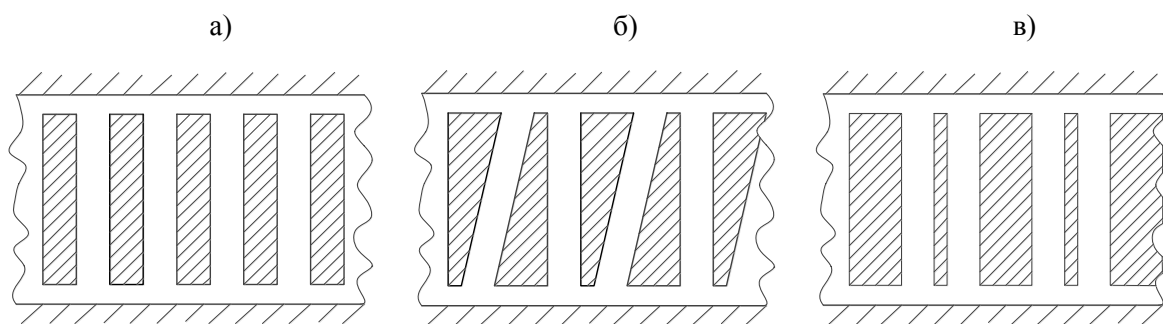
*С целью проведения физического моделирования устойчивости целиков при различных схемах отработки продуктивного пласта в условия ВКМКС отработана методика проведения сопоставительных исследований на сжатие соляных образцов различной геометрической конфигурации.*

По запасам сырья и величине минеральных удобрений калийная промышленность России занимает одно из ведущих мест в мире, при этом, более трети всех мировых запасов сосредоточено на Верхнекамском месторождении калийных солей (ВКМКС) и по данным геологической разведки составляет 10,5 млрд. тонн калийных солей. На рудниках ВКМКС применяется камерная система разработки с оставлением ленточных поддерживающих целиков. Особенностью разработки ВКМКС является необходимость сохранения сплошности водозащитной толщи (ВЗТ), предохраняющей продуктивные отработываемые пласты от поступления пресных вод из вышележащих водоносных горизонтов [1].

Исходя из этого коэффициент извлечения соляных пород не превышает 35÷40 %. В работе [2] предложен вариант повышения извлечения соляных пород заключающийся в переходе от равномерной выемки к неравномерной с целиками, имеющими различную конфигурацию поперечного сечения (рисунок 1).

Для обоснования предложенных схем отработки сильвинитов пластов выполнено физическое моделирование, заключающееся в сжатии образцов соляных пород различной геометрической конфигурации и сравнении пределов прочности образцов прямоугольной формы и образцов трапециевидной формы. Так же, проведено сравнение пределов прочности образцов прямоугольной формы одинаковой ширины и образцов прямоугольной формой различной ширины.

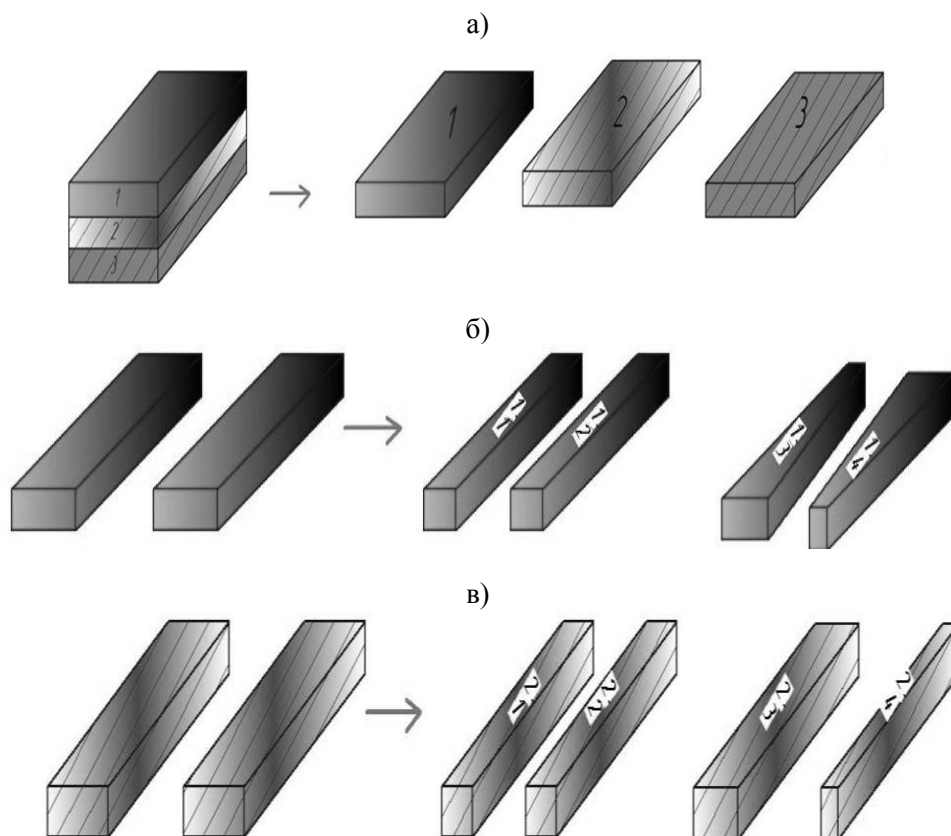
Изготовление образцов проводилось из монолитов соляных пород, отобранных из продуктивных пластов (Красный 2 и АБ) шахтных полей рудников ВКМКС. Для изготовления образцов использовалась электропила с цепью, армированной твердосплавными напайками и дисковый отрезной станок, укомплектованный алмазными дисками.



а – равномерная, с оставлением прямоугольных целиков;  
 б – неравномерная с оставлением целиков трапециевидной формы;  
 в – неравномерная, с оставлением прямоугольных целиков различной ширины

Рисунок 1 – Варианты выемки

На рисунке 2 представлен порядок изготовления образцов. На первом этапе из монолита нарезаются плоскопараллельные пластины (рисунок 2, а). Далее пластина распиливается на две одинаковые полу-пластины (длина – 385 мм, ширина – 125 мм, высота – 52 мм), из которых в первом варианте изготавливались два образца прямоугольной формы одинаковой ширины и два образца трапециевидной формы (рисунок 2, б). Во втором варианте из полу пластин изготавливались два образца прямоугольной формы одинаковой ширины и два образца прямоугольной формы различной шириной (рисунок 2, в).



а – плоскопараллельные пластины из породного монолита соляных пород; б – образцы прямоугольной формы одинаковой ширины и образцы трапециевидной формы; в – образцы прямоугольной формы одинаковой ширины и образцы прямоугольной формы различной ширины

Рисунок 2 – Порядок изготовления образцов

Эксперименты проводились на гидравлическом прессе *ToniNorm2041* развивающем максимальное усилие 5000 кН, оснащенный системой автоматического измерения, позволяющего заносить результаты испытаний в память персонального компьютера в режиме реального времени (рисунок 3). Эксперимент заключался в проведении испытаний на сжатие двух образцов разнесенных друг относительно друга, на расстояние 5÷10 см, имитирующих камеру и междукамерные целики. В качестве сопоставления проводилась сжатие образцов прямоугольной формы. Согласно ГОСТ [3], количество образцов при сравнительных испытаниях должно обеспечивать относительную погрешность результатов их испытаний не более 10 % при надежности не ниже 0,95. Всего было произведено 48 испытаний.



а – пресс *ToniNorm2041*; б – сжатие образцов прямоугольной формы одинаковой ширины

Рисунок 3 – Пример проведения испытаний на образцах различной геометрической конфигурации

При построении диаграмм деформирования при расчете напряжений первоначально применялась формула:

$$\sigma = \frac{F}{S_0}, \quad (1)$$

где  $F$  – усилие развиваемое прессом;

$S_0$  – исходное поперечное сечение образца.

В связи с тем, что в ряде случаев наблюдалось упрочнение горной породы при сжатии происходящей в результате ее уплотнение (рисунки 4, 5, кривая 1), а также увеличения площади поперечного сечения образцов в процессе испытания, возникала сложность с определением предела прочности и соответствующей ему разрушающей деформации. Для сопоставления результатов, диаграммы корректировались, при этом, площадь поперечного сечения принималась не в виде константы, а в виде величины, изменяющейся в процессе деформирования согласно формуле:

$$\sigma = \frac{F}{S_0} \left( 1 - \frac{\Delta h}{h_0} \right), \quad (2)$$

где  $h_0$  – исходная высота образца;

$\Delta h$  – смещение плит пресса в процессе испытания.

Скорректированная диаграмма деформирования с использованием выражения (2) представлена на (рисунок 4, кривая 2).

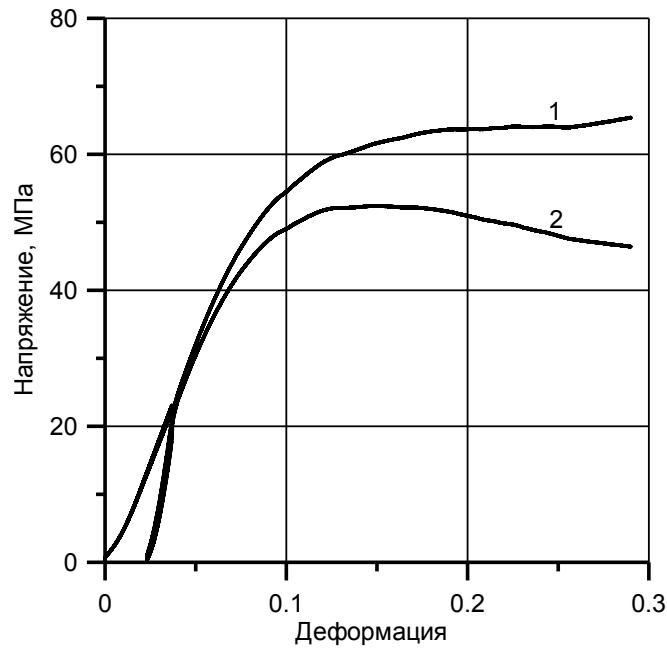


Рисунок 4 – Характерный вид исходных (1) и скорректированных (2) диаграмм деформирования

По скорректированным диаграммам деформирования определялись пределы прочности, используемые для проведения сравнительного анализа. Результаты сопоставительных определений предела прочности представлены на диаграммах (рисунок 5).

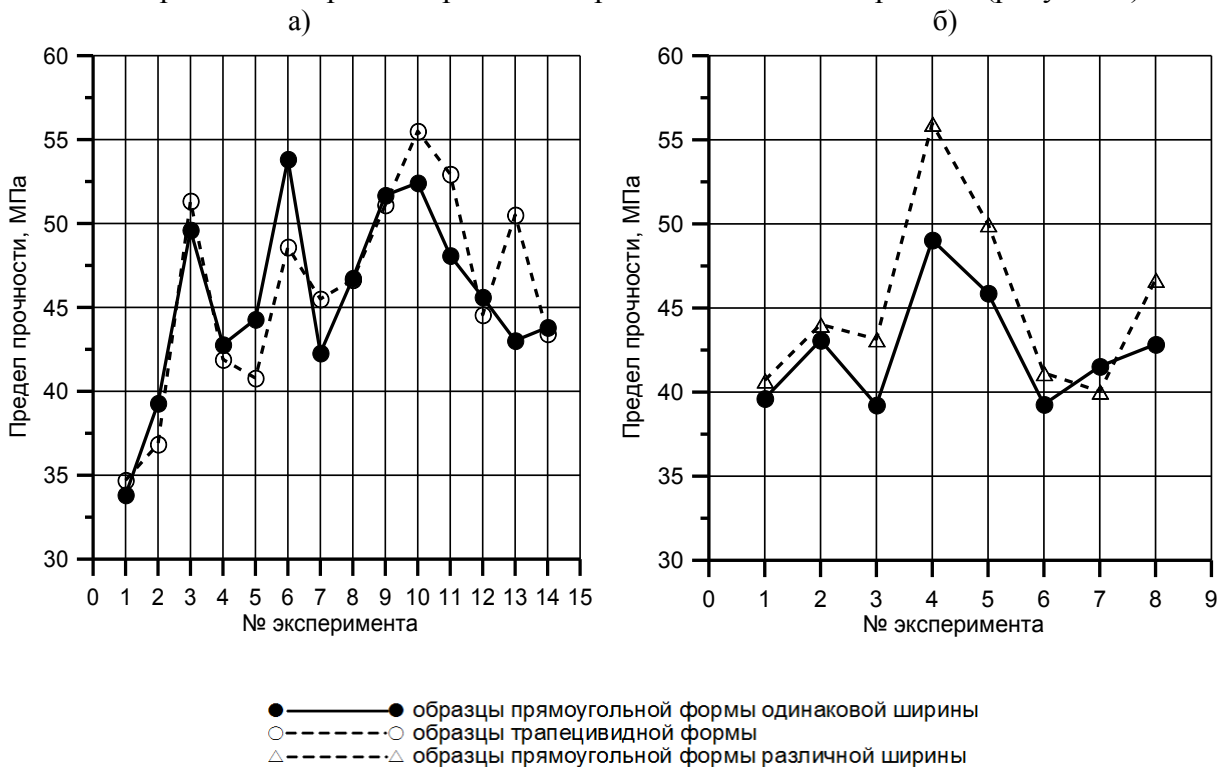


Рисунок 5 – Результаты сопоставительных испытаний образцов

Сопоставительный анализ результатов физического моделирования, проведенный по скорректированным значениям пределов прочности, позволил установить, что в среднем несущая способность прямоугольных образцов одинаковой ширины и образцов трапециевидной формы приблизительно одинаковая, составляющая соответственно 45,5 МПа и 46,0 МПа (рисунок 5, а). Так же установлены повышенные прочностные показатели для прямоугольных образцов различной ширины по сравнению с прямоугольными образцами одинаковой ширины и составляющие в среднем соответственно 42,6 МПа и 45,2 МПа (рисунок 5, б). Полученная тенденция наблюдалась практически для всех испытаний, кроме эксперимента № 7. Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют говорить о целесообразности применения неравномерной выемки, с оставлением прямоугольных целиков различной ширины. В тоже время, данные выводы не являются окончательными, и требуют подтверждения на большем количестве экспериментальных моделей.

### Список использованной литературы

- 1 Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов в условиях Верхнекамского месторождения калийных солей. – СПб., 2008.
- 2 Варианты неравномерной выемки руды при камерной разработке пологих калийных пластов / В. Г. Артемов, Е. В. Челпанова // Рудник будущего. – 2012. – № 3(11). – С. 83–85.
- 3 ГОСТ 21153.2-84 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии.

*S.V. SHUBINA, I.L. PANKOV*

### ***PROCESSING OF THE METHOD OF COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STABILITY OF GASPERS OF VARIOUS GEOMETRICAL CONFIGURATION UNDER THE CONDITIONS OF THE VERKHNEKAM DEPOSIT OF POTASSIUM SALTS***

*In order to conduct physical modeling of the stability of the pillars under various schemes for working out the productive formation, the methodology for carrying out comparative studies on the compression of salt samples of various geometric configurations has been developed in the conditions of VKMKS.*

УДК 911.52(476.2):504.61

С.В. АНДРУШКО

**ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ  
ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРОДА ГОМЕЛЯ**

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

*В ходе антропогенного освоения исходные природные ландшафты были значительно изменены, что определило целый ряд антропогенных преобразований и их последствий. Установлено, что преобладающими видами антропогенной деятельности в зоне влияния города в период с XVIII до начала XXI веков были сельскохозяйственная и лесохозяйственная деятельность, застройка и создание техногенных форм рельефа, добыча полезных ископаемых и осушительная мелиорация. К началу XXI века наибольшие площади в пределах района исследования занимают территории, испытавшие среднее антропогенное воздействие, которое привело к значительным обратимым преобразованиям ландшафтов на более чем 76 % площади.*

Первые поселения на месте современного города Гомеля появились еще в первом тысячелетии до н.э. летописное упоминание города датируется серединой XII века. Однако прилегающие к г. Гомелю природные ландшафты начали испытывать на себе влияние и развиваться в непосредственной зависимости от города в период его наиболее интенсивного роста, начиная с конца XVIII до начала XXI вв. В это время рост города происходил за счет застройки примыкающих к нему лесных и сельскохозяйственных территорий. Именно с данного периода можно утверждать о появлении пригородного природопользования и соответственно формировании зоны влияния города [1, с. 151]. С этого времени хозяйство и ресурсная база города стали расширяться за границы существующей городской черты.

Дальнейшее возрастание общей освоенности региона, развитие и усложнение хозяйственной деятельности приводили к увеличению видов антропогенного воздействия и расширению зоны влияния города. В ходе антропогенного освоения исходные природные ландшафты были значительно изменены, что определило целый ряд антропогенных преобразований и их последствий. Таким образом, ландшафты зоны влияния города были определены по вектору наибольшего территориального развития Гомеля в пределах естественных природных рубежей – русел рек Сож и Уза. Северная граница участка проведена условной линией, соединяющей населенные пункты Уваровичи и Шерстин, которые уже существовали в XVIII веке, что позволяет использовать их как ориентиры для проведения границы зоны влияния города.

Природно-ландшафтная структура района исследований представлена плосковолнистым аллювиальным террасированным (АТ) с сосновыми лесами на дерново-слабоподзолистых почвах, дубравами на дерново-подзолисто-глеевых почвах (10,7 %), холмисто-волнистым вторично-моренным (ВМ) с еловыми, широколиственно-еловыми



лесами на дерново-палево-подзолистых среднеподзоленных почвах (15,6 %), волнисто-увалистым моренно-зандровым (МЗ) с дубравами на дерново-палево-подзолистых слабоподзоленных почвах (62,4 %) и плоскогивистым пойменным (П) со злаковыми лугами, дубравами на дерново-глееватых и глеевых почвах, низинными болотами и ольховыми лесами на торфяно-болотных почвах (11,4 %).

На основе анализа картографических источников и исторических данных [2–4] были выявлены основные факторы антропогенного воздействия на ландшафты в зоне влияния города. Для каждого этапа выявлены преобладающие виды антропогенной деятельности и определена интенсивность их проявления (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение интенсивности видов антропогенной деятельности на ландшафты в зоне влияния города

Вид деятельности	Этапы		
	конец XVIII века	начало XX века	начало XXI века
Лесохозяйственное воздействие: вырубка	++	++	+
Сельскохозяйственное воздействие: распашка	++	++	++
Сельскохозяйственное воздействие: выпас и сенокошение	++	+	+
Мелиоративное: осушение болот	+	+	++
Мелиоративное: регулирование стока рек	+	+	++
Застройка	+	+	++
Строительство дорог	+	+	++
Создание техногенных	-	+	++
Добыча полезных ископаемых	-	+	++

Примечание: - – отсутствие воздействия, + – воздействие отмечается; ++ – значительное воздействие.

Установлено, что преобладающими видами антропогенной деятельности в зоне влияния города в период с XVIII до начала XXI веках были сельскохозяйственная и лесохозяйственная деятельность, застройка и создание техногенных форм рельефа, добыча полезных ископаемых и осушительная мелиорация.

В зависимости от интенсивности и глубины влияния на различные компоненты ландшафта, в пределах исследуемого района все виды антропогенной деятельности можно отнести к следующим группам по степени воздействия:

– слабое антропогенное воздействие. Обратимое преобразование природных компонентов, затрагивающее, как правило, животный мир и растительный покров. Компоненты восстанавливаются от нескольких лет до нескольких десятилетий после прекращения воздействия. Проявляется в изменении местообитаний животных, видового состава растительности и др.;

– среднее антропогенное воздействие. Значительное, но обратимое преобразование биоты, почв, вод. Компоненты восстанавливаются в течении нескольких десятилетий после прекращения воздействия. Проявляется в изменении мезо- и микроформ рельефа, поверхностного слоя почвы, загрязнении вод, изменении уровней и режимов поверхностных вод и др.;

– сильное антропогенное воздействие. Необратимые изменения одного или нескольких компонентов, как правило, связанные с коренным преобразованием морфологической основы. Проявляются в изменении и уничтожении микро- и мезоформ рельефа, значительном влиянии на режимы поверхностных вод, в полном уничтожении местообитаний животных и растений.

Каждый из видов антропогенной деятельности отличается неравнозначностью влияния в целом на ландшафт и на его отдельные компоненты, что приводит к их характерным изменениям и, в свою очередь, обуславливает значительную дифференциацию территории по степени преобразованности. Поэтому, опираясь на опыт зарубежных ученых [5, с. 195, 6, с. 37–40] разработана методика определения степени воздействия каждого вида антропогенной деятельности на ландшафт, учитывающая особенности антропогенного влияния на его отдельные компоненты. Учитывалось влияние на рельеф, почвенный покров, поверхностные воды, растительный покров и животный мир. Каждому виду деятельности присваивался балл от 1 до 3 в зависимости от степени воздействия, по сумме баллов определялась итоговая степень воздействия каждого вида антропогенной деятельности.

Так как интенсивность каждого вида антропогенного воздействия в течение XVIII–XXI в. существенно изменялась, на основе анализа картографических источников и исторических данных оценены эти изменения (таблица 1). Установлено, что с конца XVIII до начала XX века преобладающими были сельскохозяйственная и лесохозяйственная деятельность. С середины XX века наибольшее развитие и значение получают виды антропогенной деятельности, приводящие к необратимым изменениям (застройка и создание техногенных форм рельефа, строительство дорог, добыча полезных ископаемых, осушительная мелиорация).

**Сельскохозяйственная и лесохозяйственная деятельность.** Последствия сельскохозяйственного и лесохозяйственного воздействия в первую очередь проявляются в изменении структуры землепользования.

Общей тенденцией с конца XVIII до начала XX века являлось расширение пахотных земель (с 37,6 до 51 %) и снижение лесистости (с 40 до 7,2 %) в пределах зоны влияния города. Наиболее интенсивно сельскохозяйственное воздействие проявилось в пределах волнисто-увалистого моренно-зандрового ландшафта, где уже в XVIII веке пахотные земли занимали более 52 % его площади. В холмисто-волнистом вторично-моренном ландшафте площадь пашни увеличивалась постепенно, и к началу XXI века занимала более 70 % площади ландшафта.

Вырубка лесов привела к уничтожению естественных местообитаний животных и растений, повлияла на изменение почвообразовательных процессов и уровень грунтовых вод. Значительное снижение лесистости на всей территории произошло уже в течение XIX века, для плоскогрядистого пойменного и холмисто-волнистого вторично-моренного ландшафтов характерно ее наибольшее снижение – более чем в 10 раз. На современном этапе максимальная величина лесистости характерна для плосковолнистого аллювиального террасированного ландшафта (47,1 %), значительное снижение лесистости здесь произошло в течение XIX века – с 73,8 % в конце XVIII века до 47,1 к началу XX века. Сокращение лесистости привело к значительному снижению средней площади лесного массива – с 4,8 до 0,15 км/км<sup>2</sup>.

Наиболее интенсивно снижение лесистости произошло в холмисто-волнистом вторично-моренном ландшафте (с 19,6 до 0,027 км/км<sup>2</sup>). Необратимые изменения в ландшафтах возникают при таких видах антропогенной деятельности как застройка и создание техногенных форм рельефа, добыча полезных ископаемых и мелиоративное воздействие. Для них характерно локальное распространение, и их действие, как правило, связано с коренным преобразованием морфолитогенной основы.

**Застройка и создание техногенных форм рельефа.** Наиболее масштабные по площади необратимые изменения были связаны с застройкой. Площадь застроенных земель была незначительной в конце XVIII в., составляя всего 0,6 %. В первой четверти XX века она возрастает до 6 %, а к концу XX века – до 14 % (наибольший прирост приходился на XX век). Это изменения непосредственно связаны с расширением границ города Гомеля и отражаются в структуре землепользования.

Со второй половины XX века характерно значительное увеличение площади техногенных форм рельефа (появление насыпных и намывных массивов), создаваемых для строительства новых жилых районов и дорог. В начале XXI века техногенные формы рельефа уже занимали 3,9 % площади района. Наибольшая их удельная площадь отмечается в плоскогравистом пойменном ландшафте (10,4 %), что обусловлено созданием насыпных и намывных массивов для строительства новых микрорайонов и дорожных магистралей. Показатели антропогенной трансформации ландшафтов в зоне влияния города приведены в Приложении Ж.

В холмисто-волнистом вторично-моренном и волнисто-увалистом моренно-зандровом ландшафтах удельные площади техногенных форм рельефа занимали 4 и 4,5 % соответственно и представлены дорогами, месторождениями полезных ископаемых (торф, глина), частично застройкой и насыпными грунтами. В плосковолнистом аллювиальном террасированном ландшафте площадь техногенных форм рельефа занимала 2,4 % площади, здесь располагались месторождения по добыче песка (Осовцы), насыпные и намывные массивы и дорожные магистрали.

**Добыча полезных ископаемых.** В пределах района интенсивно проводилась добыча полезных ископаемых: глинистого сырья (месторождения Станки, Азделин, Церковье), песков (месторождение Осовцы) и торфа (месторождения Кобылянское, Поколюбицкое, Гомельское, Давыдовское, Урицкое-Залипье и др.).

Создание техногенных форм рельефа и добыча полезных ископаемых привели к коренному преобразованию морфолитогенной основы района исследования, к активизации техно-природных геологических процессов, уничтожению местообитаний растений и животных, снижению эстетической ценности ландшафтов.

В течение рассматриваемого периода существенно увеличилась плотность транспортных коммуникаций с 0,49 до 3,8 км/км<sup>2</sup>. Наибольшая плотность транспортных коммуникаций зафиксирована в плосковолнистом аллювиальном террасированном (4,81 км/км<sup>2</sup>) и волнисто-увалистом моренно-зандровом ландшафтах (4,39 км/км<sup>2</sup>). В целом, застройка и участки с техногенными формами рельефа характеризовались незначительной площадью (менее 1 %) вплоть до начала XX в. В течение XX в. их площадь возросла до 17,9 % (т. е. в 29,8 раза).

**Осушительная мелиорация.** Интенсивное проведение осушительной мелиорации в зоне влияния города началось с 1926 года. Масштабное осушение болот привело к значительному снижению заболоченности территории – с 10 до 1 %, особенно в пойменном ландшафте – более чем в 10 раз. Осушению подверглись также холмисто-волнистый вторично-моренный и волнисто-увалистый моренно-зандровый ландшафты. В холмисто-волнистом вторично-моренном ландшафте заболоченность снизилась с 12,4 до 1,8 %, в волнисто-увалистом моренно-зандровом ландшафте – с 8,7 до 0,5 %.

Осушение болот и разработка торфяных месторождений привели как к полному уничтожению, так и к сильному уменьшению средней площади болотных экосистем. Так, средняя площадь болотного массива уменьшилась с 1,7 до 0,02 км<sup>2</sup> (в 85 раз). В плоскогравистом пойменном ландшафте этот показатель уменьшился в 53 раза, в плосковолнистом аллювиальном террасированном ландшафте – в 9,3 раза, в холмисто-волнистом вторично-моренном и волнисто-увалистом моренно-зандровом ландшафте – более чем в 100 раз.

С 20-х годов XX века началось проведение масштабной осушительной мелиорации болот и работ по регулированию стока местных рек. Мелиоративное воздействие проявилось в регулировании стока рек, что привело к расширению, углублению и спрямлению русел рек. Строительство мелиоративных каналов обусловило увеличение густоты гидросети с 0,18 до 0,9 км/км<sup>2</sup> (в 5 раз) и появление множества измененных и антропогенных водотоков (каналы и канавы). Густота гидросети увеличилась в аллювиальном террасированном ландшафте – в 2,1 раза, в пойменном ландшафте – в 3,5 раза, во вторично-моренном – в 4,9 раза, в моренно-зандровом – в 7,7 раза.

Создание мелиоративной системы «Уза» привело к значительным преобразованиям русла реки Уза и ее притоков (реки Рандовка и Беличанка сегодня практически полностью канализованы в верхнем и среднем течении). Проведенный анализ показал, что в первые годы мелиорации произошло значительное увеличение минимального летнего стока, а с 1966 г. отмечается увеличение среднегодового расхода воды. В 1960–1970 гг. на реке был построен ряд шлюзов-регуляторов, которые стали оказывать значительное влияние на режим и сток местных рек.

Средний многолетний годовой модуль стока за период после мелиорации увеличился на 40 % по сравнению с уровнем, предшествующим мелиорации, а средний многолетний максимальный расход весеннего половодья увеличился на 60 %. Кроме того, мелиоративные работы привели к изменениям средних, максимальных и минимальных характеристик уровня воды. В ходе исследования установлено увеличение уровня в первый год после проведения основных мелиоративных работ: в 2,5 раза увеличение максимального весеннего и в 5 раз среднегодового уровня в 1958 году по сравнению с уровнями в период до проведения мелиорации.

В первые годы мелиорации отмечается увеличение наибольших весенних уровней и амплитуды максимальных и минимальных уровней в 1,5 раза. После мелиорации и до современного периода отмечается увеличение среднегодовых уровней в 1,2 раза.

На данном этапе наибольший годовой уровень и амплитуда максимальных и минимальных значений уровня приблизились к значениям до мелиорации. Осушительная мелиорация в сочетании с другими видами антропогенного воздействия привела к снижению потенциала самоочищения воды Узы, что обусловило значительное загрязнение вод.

Проведенный пространственный анализ размещения территорий с различной степенью антропогенного воздействия (таблица 2) в пределах зоны влияния города показал, что в конце XVIII века сильное антропогенное воздействие (необратимые изменения) отмечалось только на площади 4,4 км<sup>2</sup> (0,6 % территории). Среднее антропогенное воздействие было отмечено на 58,3 % территории (439,5 км<sup>2</sup>), а участки со слабым антропогенным воздействием занимали 41 % территории (300,9 км<sup>2</sup>).

Таблица 2 – Распространение различных по степени антропогенных воздействий видов земель в ландшафтах в зоне влияния города в начале XXI века (% территории)

Ландшафт	Слабое воздействие			Среднее воздействие			Сильное воздействие			
	леса	водные объекты	всего	пашня	луга, кустарники, сады	всего	тастройка	техногенные формы рельефа	в т. ч. преобразованные водные объекты	всего
АТ	47,1	0,4	<b>47,6</b>	12,4	17,9	<b>30,3</b>	22,1	2,4	–	<b>22,1</b>
П	3,5	8,8	<b>12,3</b>	11,4	62,9	<b>74,3</b>	3,7	10,4	9,7	<b>14,1</b>
ВМ	0,9	0,2	<b>1,1</b>	72,8	17,5	<b>89,9</b>	8,8	4	0,2	<b>9</b>
МЗ	3,1	0,3	<b>3,4</b>	59,9	20,5	<b>80,4</b>	16,2	3,9	–	<b>16,2</b>
Весь район	7,2	1,1	<b>8,3</b>	50,9	25,2	<b>76,1</b>	14	3,9	1,6	<b>15,6</b>

В начале XXI века сильные антропогенные воздействия были развиты уже на 15,6 % территории (114,5 км<sup>2</sup>), а среднее воздействие затронуло 76,1 % территории и только на 8,3 % территории отмечено слабое антропогенное воздействие.

Наибольшие площади во всем исследуемом районе занимают территории, испытавшие на себе среднее антропогенное воздействие (значительные обратимые преобразования) – более 76 %. Из них наибольшая величина таких территорий характерна для холмисто-волнистого вторично-моренного ландшафта (89,9 %). Плосковолнистый аллювиальный террасированный ландшафт отличается же наибольшими площадями незначительно преобразованных территорий – 47,6 %.

Таким образом, в начале XXI века наибольшие площади в пределах района исследования занимают территории, испытавшие среднее антропогенное воздействие, которое привело к значительным обратимым преобразованиям ландшафтов – более 76 % площади в начале XXI века. Необратимые изменения ландшафтов занимают наибольшие площади в пределах плосковолнистого аллювиального террасированного (22,1 %), волнисто-увалистого моренно-зандрового (16,2 %) и плоскогрядистого пойменного (13,9 %) ландшафтов.

### Список использованной литературы

1 Хомич, В.С. Геоэкологические исследования урбанизированных территорий Беларуси / В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик, М.И. Струк, Л.А. Кравчук, О.В. Кадацкая, С.В. Савченко, Е.В. Санец, Н.К. Быко-ва, Е.П. Очарова, В.А. Рыжиков // Природопользование : сб. науч. тр. / НАН Беларуси; Институт природопользования НАН Беларуси ; редкол: А.К. Карабанов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2012. – Вып. 22. – С. – 141–156.

2 Гомель : энцикл. справ. / редкол.: И.П. Шамякин и др. – Минск : БелСЭ, 1990. – 527 с.

3 Гомель. Историко-экономический очерк. – Минск : Наука и техника, 1972. – 229 с.

4 Опыт описания Могилевской губернии : в 3 кн. – Кн 1. – 2-е изд. репр. – Могилев : Амелия Принт, 2008. – 844 с.

5 Исаков, Ю.А. Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем / Ю.А. Исаков, Н.С. Казанская, Д.В. Панфилов. – М. : Наука, 1980. – 226 с.

6 Расчет и оценка эколого-значимых параметров : учебно-методическое пособие / Е.И. Хабарова [и др.]. – М. : МИТХТ, 2010. – 64 с.

S.V. ANDRUSHKO

### ***HISTORICAL ASPECTS OF ANTHROPOGENIC CHANGES OF LANDSCAPES IN THE ZONE OF THE INFLUENCE OF THE GOMEL CITY***

*During the anthropogenic development, the original natural landscapes were significantly changed, which determined a number of anthropogenic transformations and their consequences. It was established that the predominant types of anthropogenic activity in the zone of influence of the city in the period from the XVIII to the beginning of the XXI century were agricultural and forestry activities, development and creation of technogenic forms of relief, extraction of minerals and drainage melioration. By the beginning of the 21st century, the largest areas within the study area were occupied by territories that had experienced an average anthropogenic impact, which led to significant reversible landscape transformations in more than 76 % of the area.*

Ю.Н. АХРАМЕНКО

## МИРОВОЙ ОПЫТ СТАНОВЛЕНИЯ ГЕОПАРКОВ

*УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,  
г. Брест, Республика Беларусь,  
yura.akhramenko@gmail.com*

*Рассмотрен мировой опыт становления геопарков: критерии которым должны соответствовать территории для включения в международную сеть геопарков, изучен опыт сохранения геонаследия ряда европейских государств, перечислены виды деятельности осуществляемые на территории геопарков.*

В международной классификации заповедных территорий в последние годы внедряется новая категория сохранения геолого-геоморфологического наследия – геопарк. Идея создания сети геопарков в 90-х годах XX века пришла в голову представителям четырех заповедников, расположенных во Франции, Германии, Греции и Испании. Программа развития геопарков разработана ЮНЕСКО в сотрудничестве с Международным союзом геологических наук и правительственными институтами и утверждена в марте 1999 г. на XXIX Генеральной конференции ЮНЕСКО. Задача этой программы – скоординировать национальные и международные усилия в области сохранения геолого-геоморфологического наследия, геотопов, геомест, заповедных геологических объектов. Программа геопарков тесно сотрудничает с Центром всемирного наследия ЮНЕСКО и Международной сетью биосферных заповедников «Человек и биосфера» (МАБ). Согласно этой программе предполагается ежегодно предоставлять этот международный статус 20 территориям, которые соответствуют критериям новой международной категории сохранения геонаследия. А в июне 2004 г. под эгидой ЮНЕСКО была создана международная сеть геопарков. Статус геопарка должен помочь привлечь внимание общественности к ценности ресурсов данного региона, к сохранению геологического наследия, которое непосредственно влияет на качество жизни населения.

Территории, претендующие на включение в международную сеть геопарков, должны соответствовать следующим критериям:

- должны включать определенное количество важнейших объектов геологического (геолого-геоморфологического) наследия, имеющих научную и образовательную ценность, уникальный характер и рекреационную привлекательность;
- одновременно объекты геологического наследия могут представлять археологический, историко-культурный и экологический интерес;
- на этих территориях развивается геотуризм, который способствует развитию представления и знаний людей о геонаследии;
- здесь демонстрируются методы сохранения и привлечения геологического наследия к удовлетворению потребностей геонаучных дисциплин и разработки природоохранных мероприятий;
- значительное внимание на этих территориях должно уделяться сотрудничеству с местными жителями, а также образовательному и социально-экономическому развитию общества;
- должен существовать менеджмент-план территории геопарка, который будет способствовать устойчивому социально-экономическому развитию (как правило, основанном на экотуризме)

– геопарк должен быть составной глобальной сети, что демонстрирует и распространяет лучший опыт по природному наследию и интегрируется в программы устойчивого развития [2].

Начало формирования сети геопарков был положен на I Международной конференции по геопаркам (Пекин, 2004 г.), где было принято директивные документы по формированию сети геопарков всемирного значения и вручено 25 соответствующих сертификатов ЮНЕСКО (восемь – Китаю, по три – Германии и Великобритании, по одному–два – другим европейским странам).

В программе развития геопарков специально подчеркиваются такие преимущества новой категории: здесь одновременно обеспечивается защита геонаследия, акцентируется внимание на устойчивом развитии, и значительная роль отводится местным общинам, заинтересованным в осуществлении планов менеджмента развития геологических ценных территорий с учетом социально-экономических целей [4].

В начале XXI века новая международная категория сохранения геонаследия – геопарк – активно внедряется в различных районах мира.

В конце 2008 г. к ней принадлежало уже 35 природоохранных территорий в 13 странах Европы (Франция, Германия, Греция, Испания, Италия, Ирландия, Великобритания, Румыния, Чехия, Португалия, Норвегия и Хорватия), а сейчас их уже 37 [3]. Это доказывает необходимость и эффективность сотрудничества, которое позволяет обмениваться опытом и методами деятельности, направленной на сочетание охраны геологического наследия с уравновешенным развитием, продвижением геотуризма и принесением пользы местным общинам.

В частности, в Европе успешно функционирует сеть геопарков, в состав которой входят такие известные геологические местности, как Геологический резерват в Высоком Провансе, геопарк «Ибо» (Франция), Вулканический геопарк «Вулканейфель», национальный геопарк, образованный на месте космической катастрофы Нердлинген-Рис (Германия), Каменный лес Лесбоса (Греция), Богемский Рай, парк «Эгер» (Чехия), остров Лангкави – один из древнейших горных образований Малайзии, Страна динозавров (Румыния) и другие [5].

Многие европейские страны перенимают опыт и создают геопарки на своих территориях.

*Великобританию* в сфере сохранения геонаследия отличает хорошо разработанная методологическая база по выявлению и обеспечению сохранности объектов геонаследия, а также широкий спектр форм заповедания на национальном и региональном уровнях. В частности, на национальном уровне сохранение объектов геонаследия обеспечивается такими категориями как национальные парки, национальные природные резерваты и объекты специального научного интереса. Многие из национальных парков этой страны охватывают живописные ландшафты и места специального научного интереса в области геонаследия. Самым богатым геолого-геоморфологическим многообразием характеризуются национальные парки Озерный Край, Сновдония и Дартмур. В региональной политике по сохранению геонаследия активно используют такую категорию, как регионально важные геологические объекты.

В *Испании* же разработаны два закона по специальным категориям охраны объектов геонаследия, которые косвенно касаются этого вопроса: Закон об историческом наследии (с 1985 г.) и закон о сохранении дикой флоры и фауны (с 1989 г.). Охрана и менеджмент объектов геонаследия осуществляется на территории национальных и природных парков на основе планов землепользования и менеджмента территории, которые применяют индивидуально к каждому природному объекту (парку).

Как показывает практика геотуризма в Испании привлекательными местами здесь являются вулканические ландшафты, объекты палеонтологического наследия (в частности, следы динозавров, окаменелости), стратиграфически-седиментационные, минерально-стратиграфические, археологические, древние объекты горного дела, а также стоянки

древних людей. Как отмечают исследователи, геотуристический имидж этой страны определяют три группы геотуристических достопримечательностей: территории карстовых образований (пещеры и их окружение), территории палеонтологических находок, особенно обнажения пород, содержащих остатки динозавров; территории с современной и древней вулканической деятельностью.

В Чехии охрана объектов геолого-геоморфологического наследия на законодательном уровне обеспечивается такими категориями как национальные парки, территории охраны ландшафтов (природные парки), резерваты природы, национальные памятники природы и памятники природы. Здесь также внедряют международные категории охраны геонаследия – геопарки (например, геопарк «Чешский Рай» на севере Чехии). Для объектов национального уровня применяют такую категорию охраны как национальный памятник природы (например, наивысшая вершина Чешского Рая гора Козакув (744 м н.у.м), составленная пермскими и кайнозойскими трахи-базальтами, известный геологический и минералогический объект, местонахождение драгоценных камней, заросшими естественным смешанным лесом склонами) и резерват природы (например Грубая Скала, Праховски скалы – скальные города с фрагментами сосновых, дубовых буковых лесов; Клокоцке скалы – группа скальных форм на вершине куэсты; Буцин в Ракус – склоны долины Иезеро со скальными стенами, отдельными блоками и оползнями, поросшие буковым лесом; Троски – два вулканических столба неогенового возраста, место произрастания теплолюбивой растительности и др.). На местном уровне чешское законодательство предусматривает применение такой категории как памятник природы.

Польша относится к странам, где охрана геонаследия имеет надлежащее законодательное основание. Охрана ценных геолого-геоморфологических объектов обеспечивается такими базовыми национальными природоохранными категориями как национальные парки, ландшафтные парки, природные резерваты, памятники природы и ячейки документации неживой природы. Большинство объектов геонаследия Польши имеют статус резерватов неживой природы, памятников неживой природы и документационных центров неживой природы. Среди памятников неживой природы в качестве охраняемых объектов выделяют эрратические валуны, скалы и скальные стены, геологические обнажения, водные объекты (водопады, скалистые каньоны), а также пещеры и скальные трещины.

Уникальные условия для геотуристических путешествий имеют горные массивы Татр, Пенин, Судет. Среди самых посещаемых геотуристических объектов необходимо отметить рудник соли Величка, которая начала функционировать с XI века, морские клифы на побережье Балтийского моря, уникальные геоморфологические образования в Судетах – массив Карконоши с уникальными скальными образованиями, Столовые горы со скальным городом «Большой Щелинец», пещерные образования Краковско-Ченстоховской и Свентокшицької возвышенностей. В 2004 году на польско-немецкой границе создан европейский геопарк Лук Мужакова (*Muskau Arch Geopark*).

Большинство европейских геопарков (в частности британских, итальянских и испанских) расположены в горных регионах – горах Гарц, Альпах, Апеннингах и др. Ландшафт горных геопарков очень разнообразен – они сочетают элементы флювиального, ледникового, карстового, вулканического, приморского рельефа. Например, на западе Балканского полуострова расположен один из самых интересных геопарков Европы – геопарк *Рарик* в Хорватии – где очень хорошие условия для изучения карстового рельефа и связанным с ним процессов. На его территории распространены скалы, один из самых интересных на Балканах водопадов, но главной причиной образования здесь геопарка является наличие полного разреза пород от докембрия до кайнозоя. Пещеры с богатыми натечными формами являются одним из главных геоморфологических ценностей геопарков *Marble Arch Caves* в Северной Ирландии и *Swabian Albs*,



на территории которого есть большое скопление пещер в Германии. Один из самых интересных примеров карстового рельефа с пещерами и оврагами можно увидеть в критском геопарке *Psiloritis*, в австрийском геопарке *Eisenwurzen* можно изучать гипсовый карст. Ледниковый рельеф не часто встречается в европейских геопарках, его демонстрируют лишь в одном геопарке во всей Скандинавии – *Gea Norvegica* и на территории немецкого геопарка *Meklemburg Ice Age*, который называют памятником Великой ледниковой эпохи учитывая наличие на его территории морены, ледниковых озер и валунов. В европейских геопарках многочисленными являются формы рельефа, связанные с действием вулканов; хорошо представлены морские побережья и связанные с ними формы рельефа и процессы [1].

Большинство европейских геопарков расположены вне слишком известных ранее местностях (за исключением нескольких): они имеют исключительные условия для изучения и сохранения объектов геонаследия и развития геотуризма, но стали известными только благодаря созданию геопарков. Практически все европейские геопарки представляют более одного типа рельефа, который подчеркивает их универсальность и влияет на увеличение аттрактивности.

Европейские геопарки развивают различные виды деятельности [2], направленные на охрану геологических и других объектов природы, управление природными ресурсами, пропаганда рационального туризма и инноваций в области продвижения территорий через ячейки туристической информации, экомuzeи, новые технологии оборудования объектов, управление музейными фондами, учебные курсы, экспериментальные образовательные импрезы и выставки музейных экспонатов, доступные на месте информационные и образовательные материалы, фестивали искусств и ярмарки местных продуктов, международные образовательные акции и деятельность для развития местной общины [5].

Демонстрационные мероприятия в геопарках помогают местным общинам, учреждениям и ответственным за определение политики охраны лицам создавать привлекательные туристические предложения согласно принципам «охраны из-за использования», поддерживать развитие всех регионов Европы и формировать осознание важности европейского природного наследия [5].

За пределами Европы геопарки созданы в Южной Америке (Бразилия), Азии (Иран, Китай, Малайзия) и Австралии. Особенно большие успехи в этом деле имеет Китай, который по праву можно называться страной геопарков. Двенадцать геопарков обеспечивают охрану геологического разнообразия на огромных просторах этой страны.

Геопарки создаются на основе природных охраняемых территорий (резерваты, ландшафтные и национальные парки) и охранных историко-культурных местностей (парки культуры, исторические центры). На данный момент сеть геопарков насчитывает 77 геопарков в 24 странах. Основанием для ряда европейских геопарков стала реализация программы Международного геологического союза и Европейской ассоциации по сохранению геологического наследия (ПроГЕО) о выделении геологических мест (геотопов) международного значения для основных регионов Европы.

### Список использованной литературы

- 1 Гриценко, В.П. Создание геологических парков – перспектива развития природно-заповедного фонда / В.П. Гриценко. – Тернополь: Ранок, 2010. – С. 168–171.
- 2 Зинько, Ю.В. Предпосылки создания геопарков «Днестровский каньон» / Ю.В. Зинько, А.Н. Шевчук – Тернополь: Учебники и пособия, 2009. – С. 7–12.
- 3 Зинько, Ю.В., Проблематика создания геопарков в Украинских Карпатах / Ю.В. Зинько, Р.М. Гнатюк, С.Ф. Благодир. – Львов: ВЦ ЛНУ им. И. Франко, 2010. – С. 274–281.

4 Сиренко, И.Н. Пропаганда геолого-геоморфологических знаний путем создания и использования в учебном процессе сети памятников неживой природы местного значения / И.Н. Сиренко. – Львов: ВЦ ЛНУ им. И. Франко, 2010. – С. 382–391.

5 Global Geoparks Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.globalgeopark.org> – Дата доступа: 07.09.2017.

Y.N. AKHRAMENKO

### **WORLD EXPERIENCE OF BECOMING GEOPARKS**

*The world experience of the formation of geoparks is considered: the criteria for which the territories should correspond to be included in the international network of geoparks, the experience of preserving the geonasearch of a number of European states, the types of activities carried out on the territory of geoparks are listed.*

УДК 551.4 (476.13)

О.А. БАРАВИК

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕМЕЛЬ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГОМЕЛЯ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
baravik\_olga8991@mail.ru*

*Стремительная динамика городов, проявляющаяся в увеличении их площади и преобразовании внутренней структуры, породила сложный комплекс градостроительных, экологических и социальных проблем. Это стимулирует исследователей к изучению и моделированию ситуаций с последующим их картографированием. В моей работе проведена в основном качественная оценка земель территории г. Гомеля с использованием относительной балльной шкалы.*

Для оценки качества земель необходимы сведения из различных областей научных знаний (архитектуры и градостроительства, геологии и гидрогеологии, географии, землеустройства, медицины, почвоведения, экологии и т.д.) [1].

Земля – важнейший ресурс человечества, прямо или косвенно участвующий в любой отрасли человеческой деятельности. Обеспечение рационального использования и охраны земель в современных условиях является одной из важнейших задач земельной службы страны. В условиях существенного изменения принципов земельных отношений и обострения экологических проблем возрастает роль оценки состояния и мониторинга земель в информационном обеспечении управления земельными ресурсами и охраны земель, что наиболее характерно именно для городских условий [1].

Техногенные нагрузки на городские земли среди прочих категорий земель, наряду с землями промышленности, энергетики, транспорта и т.п., максимальны. Соответственно, более резко проявляются изменения в состоянии именно городских земель. Таким образом, очевидна необходимость регулярных наблюдений за землями населенных пунктов и периодической оценки их состояния [1].

Неотъемлемым компонентом земли является почва – самостоятельное естественно-историческое органо-минеральное тело природы, обладающее плодородием, располагающееся в верхней части земной коры и возникающее в результате воздействия организмов и вод на поверхностные горизонты горных пород в различных условиях климата и рельефа, а в городской среде под значительным влиянием антропогенной деятельности. В условиях нарушения почвенного покрова верхнюю часть земной коры представляют грунты как обобщенное наименование всех видов горных пород, лежащих непосредственно под почвенной толщей или являющихся объектом инженерно-строительной деятельности человека [1].

Городские земли – важнейшая часть городской среды, верхняя часть земной коры, характеризующаяся пространством и рядом других важных компонентов, отграниченная от прочих земель и являющаяся базисом для проживания, труда и отдыха населения и для размещения и функционирования производственных и иных предприятий, организаций и учреждений [1].

Объективные условия городской среды приводят к тому, что земли городов приобретают специфические особенности по сравнению с землями в широком смысле.

К главным особенностям относятся:

- многообразие целей использования (полифункциональность);
- малый размер городских землепользований (от гектаров до отдельных квадратных метров);
- высокая пространственная концентрация объектов недвижимости (материальных «улучшений») на единицу площади земли;
- повышенное значение подземного пространства, его высокая наполненность строительными сооружениями и инженерно-техническими коммуникациями;
- высокая степень техногенного, антропогенного воздействия на земли всех видов функционального назначения;
- высокая степень запечатанности естественной поверхности земель большинства видов функционального назначения;
- весьма жесткая функциональная взаимозависимость состояния земельных участков друг друга [1].

Статистический анализ распределения типов землепользования показал, что площади крупнейших типов землепользования (жилой и общественной застройки, улично-дорожной сети) возрастают прямо пропорционально с ростом площади округа. Этот факт подтверждает их системообразующую для любой административно-территориальной единицы города роль. Коэффициент корреляции свидетельствует о высокой тесноте связи ( $r = 0,7-0,9$ ). Такая закономерность отсутствует для прочих типов землепользования, что дает возможность считать их распределение обусловленным специфическими особенностями землепользования в различных округах [1].

Оценка качества земель не имеет смысла без определенного функционального назначения территории, так как требования к освоению для территорий разного функционального назначения различны. Так, на территориях ландшафтно-рекреационных и селитебных выше требования к экологическому состоянию земель, на производственных к инженерно-строительному состоянию земель. В целях регулирования архитектурно-градостроительного состояния земель необходима оптимизация баланса городских земель [1].

Наиболее проработаны вопросы оценки геологической среды городов, традиционно интересующие специалистов в области инженерной геологии и грунтоведения (Зайканов, Минакова, 2005; Королев, 1995; Котлов, 1977; Кофф и др., 1997; Москва..., 1997; Осипов, 1996) [1].

Интенсивность опасных геологических процессов, влияющих на инженерно-строительное состояние городских земель, во многом зависит от характера геологической

среды. Эта среда, в том числе и деформации земной коры, определяет вид возникающих процессов и многие специфические черты их динамики. Нарушение устойчивости геологической среды провоцирует преждевременные деформации зданий и сооружений, ускоряет разрушение коммуникаций и наносит существенный материальный ущерб городу [1].

Состояние геологической среды необходимо учитывать уже на начальных стадиях градостроительного проектирования для обеспечения эффективности инженерных защитных мероприятий [1].

Оценку инженерно-строительного состояния городских земель следует проводить на основании оценки соответствующих негативных процессов. В зависимости от типа геологической среды города приоритетными могут быть различные негативные процессы [1].

Из всей площади г. Гомеля 174 км<sup>2</sup>, ограниченной первым полукольцом, проходящим через населенные пункты с севера аг. Еремино, с востока п. Красн. Маяк, с юга д. Севруки, с запада д. Нов. Мильча, техногенные грунты занимают площадь равную 50,55 км<sup>2</sup>. Площадь техногенных грунтов была определена как сумма площадей земель заасфальтированных в частных секторах, секторах многоэтажной застройки, площадях промышленной застройки и транспортных путей. Площади измерялись непосредственно по крупномасштабным картам в сочетании с натурными наблюдениями. Распределение долей земель по типам землепользования представлено на рисунке 1.

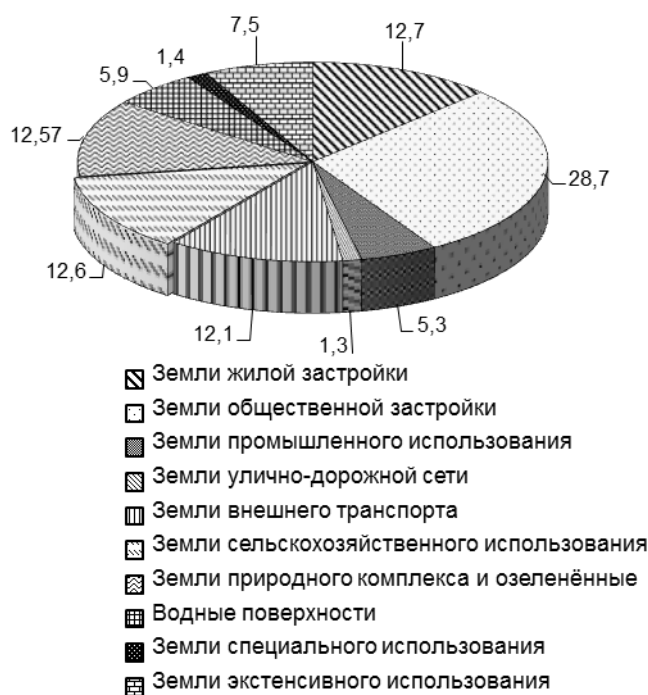


Рисунок 1 – Распределение долей земель г. Гомеля по типам землепользования (% общей площади)

Характерным признаком современного города является компактная регулярная застройка промышленными гражданскими зданиями и сооружениями из прочных материалов с тенденцией к росту ее этажности [1].

Современное состояние геологической среды, обусловленное динамическим взаимодействием разновозрастных и разномасштабных тектонических структур, существенно влияет на инженерно-геологические условия урбанизированных территорий [1].

При изучении тектонических движений основное внимание обращается не на естественные этапы геологического развития территории, а на инженерные временные интервалы, например, сроки службы различных сооружений [1].

Тектоническая активность рассматривается преимущественно с точки зрения ее возможной опасности для устойчивости инженерных сооружений, которые могут иметь различные величины допустимых деформаций (СНБ ..., 1999; Несмеянов, 2004) [1].

На рассматриваемой территории влияние тектонических структур на условия строительства и эксплуатации инженерных сооружений обуславливается наличием дизъюнктивных и пликативных (в виде флексур) разновозрастных и разномасштабных дислокаций. Все разрывные нарушения, выявленные на территории города, были сформированы и развивались до раннего триаса. Возможно, некоторые из них сохраняли или возобновляли тектоническую активность и на последующих этапах платформенного развития вплоть до современной эпохи. Смещения пород наблюдаются на глубине более 350 м, поэтому непосредственно на инженерно-геологические условия они не влияют [1].

С зонами повышенной трещиноватости связаны участки ослабления пород, разрядки напряжений, увеличения проницаемости пород, глубинного газо- и водообмена, активной взаимосвязи поверхностных и подземных вод [2].

Территория г. Гомеля и его окрестностей расположена в зоне сочленения двух инженерно-геологических областей – Чечерской моренно-зандровой равнины и области унаследованного развития речных долин (Галкин и др. 2004). Последняя совпадает с границами современной долины реки Сож и ее притоков и занимает большую часть исследуемой территории, пересекая ее с северо-востока на юго-запад [2].

Рельефообразующие отложения и рельеф в области Чечерской моренно-зандровой равнины сформировались в основном в результате аккумулятивной деятельности днепровского ледника и его талых вод. Абсолютные отметки варьируют в пределах 138–142 м [2].

В настоящее время признается своеобразие неотектонических движений областей, с геологической точки зрения недавно подвергшихся оледенениям покровного типа. Ледниковые покровы, хотя и относительно кратковременно пригружали литосферу, все же послужили причиной ряда гляциотектонических явлений [2].

Радиальный тип рисунка эрозионных форм, начало долинной сети непосредственно с оврагов, развитие маломощных покровных отложений, залегающих на днепровской морене, преобладание денудационных процессов – все это позволило выделить локальную положительную кольцевую структуру. На востоке и северо-востоке она простирается от н.п. Янтарный до речного вокзала, на участке от речного вокзала до порта ее огибает река Сож, с запада и северо-запада речка Рандовка [2].

В области унаследованного развития речных долин значительные площади образовались под влиянием аллювиальных и озерно-аллювиальных процессов поозерско-голоценового возраста [2].

Территория г. Гомеля имеет сложное тектоническое строение и подразделена разрывными нарушениями на 10 блоков, средняя площадь которых 12,9 км<sup>2</sup>. Это достаточно дробная градация с ощутимой интенсивностью происходящих вертикальных движений, особенно на локальном территориальном уровне [2].

Величины пульсирующих вертикальных перемещений, определенные в некоторых зонах сочленения блоков, имеют значения амплитуд и скоростей в некоторых случаях, на порядок превышающие однонаправленные [2].

Изменение наклона и изгиба поверхности опасны для любых инженерных сооружений, но особую опасность они представляют для трубопроводов, которые крайне чувствительны к механическим деформациям в связи с возможностью повреждения стыковых соединений [2].

Длиннопериодические однонаправленные смещения блоков опасны абсолютными значениями скоростей при длительной эксплуатации сооружений, расположенных

в межблоковых активных зонах, короткопериодические разнонаправленные движения изменением наклона и изгиба основания сооружения [2].

Основными факторами пассивного влияния в пределах г. Гомеля и его окрестностей являются: 1) система разрывных нарушений фундамента и нижней части платформенного чехла и связанные с этой системой трещинные зоны платформенного чехла; 2) новейшие тектонические структуры, во много определившие условия залегания, состав и физико-механические свойства поверхностных отложений; 3) основные черты современного рельефа и локализация опасных экзогенных геологических процессов. Перечисленные факторы выявлены преимущественно геологическими методами [2].

Повышенной трещиноватостью и, соответственно, водопроницаемостью мергельно-меловых пород объясняется приуроченность водозаборов к доливному комплексу реки Сож. С водоотбором подземных вод связано формирование депрессионных воронок, которые, в свою очередь, приводят к оседанию дневной поверхности и интенсификации суффозионно-карстовых процессов [2].

Одним из наиболее характерных проявлений техногенного влияния являются осадки, которые формируются за счет статических нагрузок от гражданских и промышленных зданий и сооружений, отвалов пустой породы, намывных грунтов и динамических нагрузок от транспорта и технологического оборудования промышленных предприятий, а также возникающие при строительстве подземных сооружений (коллекторы, подземные переходы) [2].

Земли за пределами городской черты служат резервом для расширения территории города, а также выполняют защитную и санитарно-гигиеническую роль, часто используется и как место отдыха населения. Эти территории могут выделяться в пригородную и зеленую зоны города, подлежащие особой охране [1].

Граница города в скором будущем будет проходить через населенные пункты с севера п. Большевик, с востока д. Романовичи, с юга д. Бобовичи, с запада аг. Урицкое, поэтому резервные земли занимают площадь 266,45 км<sup>2</sup> [1].

В рамках системного подхода, городские земли это динамическая подсистема сложной природно-техногенной геосистемы «город». Подсистема включает и взаимодействует с множеством взаимосвязанных элементов (почвы, горные породы, водные объекты и др.), изменение свойств которых вызывает изменение состояния взаимодействующих с землями техногенных и природных подсистем. В свою очередь, эти подсистемы оказывают ответное воздействие на городские земли, что влечет изменение количественных и качественных характеристик земель (Канцеровская, Ключев, 1989) [1].

Для г. Гомеля кроме сложного тектонического строения характерно повышение уровня грунтовых вод и связанные с ним явления подтопления, заболачивания, усиления морозного пучения нередко захватывают большие пространства. Эти процессы обычно приурочены к типам геологической среды, характеризующимся плоским, слабохолмистым рельефом и близким от поверхности залеганием водоупора. Для участков, располагающихся на речных террасах, характерно проявление склоновых процессов (эрозия, оползни, крип). Тип геологической среды, характеризующийся близким к поверхности залеганием карбонатных пород, не перекрытых мощной терригенной толщей, сложенной обломочными породами, предполагает развитие карстово-суффозионных процессов [1].

Перечень негативных естественных и техногенных процессов для территории г. Гомеля достаточно внушителен, поэтому оставлять без внимания надолго наш город не стоит.

Мониторинг городских земель рассматривается как комплексный метод, применяемый в целях характеристики земель и изменений в их состоянии, осуществляемый в виде научно обоснованной системы регулярных программных наблюдений за состоянием земель и практически реализуемый в процессе самостоятельного вида научно-информационной и производственной деятельности специализированных организаций и служб [1].

## Список использованной литературы

- 1 Сизов, А.П. Мониторинг и охрана городских земель : учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / А.П. Сизов. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2009. – 264 с.
- 2 Литосфера / редкол.: А.А. Махнач (глав. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – 195 с.

O.A. BARAVIK

### **ASSESSMENT OF QUALITY OF LANDS IN THE SYSTEM OF REGULATION OF URBAN LAND USE ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF GOMEL**

*The prompt dynamics of the cities which is shown in increase in their area and transformation of internal structure has generated a difficult complex of town-planning, environmental and social problems. It stimulates researchers to studying and modeling of situations with the subsequent their mapping. In my work generally quality standard of lands of the territory of Gomel with use of a relative mark scale is carried out.*

УДК 551.4 (476.13)

К.В. БЕЛЯЕВА

### **НЕОБХОДИМОСТЬ ИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА В ОБЛАСТИ ГЕОЛОГО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
kristinabelyaeva\_99@mail.ru*

*В Республике Беларусь геодезические работы выполняют многие организации, относящиеся к разным ведомствам и отраслям, например, одноименные работы могут быть выполнены в геологии и в лесном хозяйстве, и в мелиорации. Процент государственных геодезических работ очень мал, поэтому вопрос информационного мониторинга еще долгое время будет актуален, действующие системы координат подлежат модернизации.*

Длительный период цифровая информация подготавливалась для создания цифровых топографических карт, в рамках существующей классификации (номенклатуры карт), системы условных знаков и атрибутов. Данные в таком виде не пригодны не только для обмена, но и для хранения в объектных базах данных и последующего создания на их основе новых пространственных данных.

В настоящее время широко используется термин «инфраструктура пространственных данных».

Инфраструктура – комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур или объектов, составляющих и / или обеспечивающих основу функционирования любой системы.

Расширение сферы использования пространственных данных и интегрированных с ними технологий обуславливает разнообразие выполняемых на их основе проектов разного территориального охвата, предметной специализации и проблемной ориентации.

К такого рода проектам относятся проекты, разрабатываемые в геологической и горнодобывающей отрасли [1].

Координаты помещают в наборы пространственных данных, в которых все значения координат должны принадлежать одной и той же координатной системе отсчета. Каждый набор данных должен содержать описание одной системы координат, которая применена ко всем координатам в наборе данных. Если пространственные данные отнесены более чем к одной системе координат, то они должны быть разделены на две и более соответствующие группы, каждая со своим собственным описанием системы.

Один и тот же объект может быть по-разному определен относительно разных систем отсчета. В современных представлениях никакой абсолютной системы отсчета не существует, так как законы природы, выраженные в тензорной форме, имеют один и тот же вид во всех системах отсчета – то есть во всех точках пространства и во все моменты времени.

Единство системы отсчета при выполнении работ как на земной поверхности, так и в недрах обеспечивает государственная геодезическая сеть.

Геодезическая сеть – система геодезических пунктов, положение которых на земной поверхности определено на основании геодезических измерений в общей для них системе геодезических координат.

Геодезические сети подразделяются на:

- глобальные, покрывающие поверхность всей Земли;
- государственные, создаваемые на территории данной страны;
- сети сгущения, геодезическое съёмочное обоснование (для топографических съёмок);
- специальные (местные) геодезические сети, для решения инженерных задач.

При построении геодезических сетей соблюдается принцип перехода от общего к частному и систематический контроль всех видов работ.

Для осуществления топографо-геодезической и картографической деятельности на территории Республики Беларусь до недавнего времени применялась введенная постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1065 от 12 июля 1999 года «О государственной системе координат, высот, гравиметрических измерений и масштабном ряде топографических карт и планов на территории Республики Беларусь» единая система 1942 года (СК-42) и Балтийская система высот 1977 года. Начальным пунктом для счета координат является пункт Пулково. Счет высот ведется от нуля Кронштадского футштока. СК-42 представляет собой систему нанизанных друг на друга отдельно уравненных блоков. Однако такой принцип неизбежно приводит к деформации геодезической сети на границе блоков, на границе рядов 1 класса и заполняющей сети 2 класса. Региональные деформации, по проведенным исследованиям, на территории Республики Беларусь достигают 4 м и более, а локальные деформации еще недостаточно изучены. Поправки к координатам в системе 1942 года достигают по оси X от +0,76 м на юге до -1,41 м на северо-востоке, и по оси Y от +3,30 м на западе до 5,10 м на юго-востоке республики, такие величины поправок можно объяснить лишь перераспределениями погрешностей внутри сети в результате уравнивания. Поэтому дальнейшее использование СК-42 не может обеспечивать возрастающие требования к решению задач геодезического обеспечения и является сдерживающим фактором в развитии государственной геодезической сети.

Результаты уравнивания астрономо-геодезической сети (АГС) и имеющиеся высокоточные спутниковые измерения были положены в основу системы отсчета геодезических координат 1995 года (СК-95). СК-95 качественно превосходит систему координат 1942 года по уровню точности и обеспечивает возможность перехода в общеземной геоцентрической системе координат на определенном уровне точности для всей государственной геодезической сети в целом. Работы по установлению СК-95 осуществлялись



в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19 мая 2007 г. № 644 «Об утверждении Положения о порядке введения государственной системы геодезических координат, высот, гравиметрических измерений установления масштабного ряда государственных карт и планов на территории Республики Беларусь».

С 12 июля 1999 года на территории Республики Беларусь применялись введенные постановления Совета Министров единая система геодезических координат 1942 года (СК-42) и Балтийская система высот 1977 года. С 1 января 2010 года в республике действует система координат 1995 года, что значительно усилило эффекты уравнивания сетей.

В настоящее время для качественного решения задач, как проведение инженерно-геодезических изысканий, выполнения землеустроительных и кадастровых работ, геодезическое обеспечение строительства, наблюдение за деформациями зданий и сооружений, создание топографических карт и планов, разработка геоинформационных систем (ГИС), навигация наземного транспорта и др., построенные много лет назад опорные геодезические сети малоэффективны. Кроме того, плотность современной застройки, высота зданий и сооружений ограничивают взаимную видимость между пунктами сети. Оставляет желать лучшего и точность измерений, присущая традиционным методам. Именно поэтому возникла задача совершенствования, а, следовательно, и реконструкции государственной геодезической сети (далее ГГС).

Если систематизировать причины реконструкции ГГС, то их можно условно разделить на две группы:

- недостатки существующей сети;
- преимущества и возможности реконструированных сетей.

Прежде, чем перейти к преимуществам реконструированных сетей стоит отметить, что реконструкция государственной геодезической сети на территории Республики Беларусь производится по технологии, основанной на спутниковых координатных определениях местоположения точек в пространстве с применением спутниковых систем позиционирования (*GPS*). Эта технология базируется на использовании двух глобальных спутниковых навигационных систем *GPS-NAVSTAR* (США) и ГЛОНАСС (Россия). Эти сети позволяют обеспечить построение однородной по точности геодезической сети на совершенно новых принципах. Также необходимо отметить существенное сокращение времени, необходимого для построения сети. Поэтому преимуществом реконструированных сетей является:

- а) возможность устранения деформаций ГГС, имеющих в системе координат 1942 года;
- б) повышение плотности сети;
- в) обеспечение связи спутниковых и наземных геодезических измерений;
- г) введение СК-95 на всю территорию Республики Беларусь;
- д) совершенствование системы геодезического обеспечения картографирования территории республики;
- е) создание банка геодезических данных Республики Беларусь, в целях последующего использования информации;
- ж) создание главной высотной основы страны (линии нивелирования первого и второго классов);
- и) создание фундаментальной гравиметрической сети, модернизация гравиметрической сети I класса.

Процесс реконструкции ГГС в Республике Беларусь строится на следующих принципах:

- а) максимального использования существующей геодезической сети;
- б) поэтапное доведение плотности пунктов до необходимого уровня;

- в) сохранение пунктов существующей астрономо-геодезической сети;
- г) установка связи ГГС РБ с геодезическими сетями других государств;
- д) минимизация затрат (финансовых, трудовых) при реконструкции ГГС.

Основные этапы реализации реконструкции ГГС РБ:

1 этап: Построение СГС-1 на всей территории Республики Беларусь;

2 этап: Введение в Республике Беларусь СК-95;

3 этап: Совместная обработка ГГС 1 и 2 классов и СГС-1, определение координат пунктов ГГС 1 и 2 классов в СК-95 с погрешностью взаимного положения пунктов СГС-1;

4 этап: Уравнивание ГГС 3 и 4 классов в СК-95;

5 этап: Создание Государственного банка геодезических данных Республики Беларусь (плановая сеть);

6 этап: Издание каталогов координат пунктов ГГС.

Таким образом, реконструированная сеть дает множество преимуществ:

а) координаты можно передавать практически на любые расстояния, затрачивая минимальное количество времени;

б) нет необходимости во взаимной видимости между пунктами, а это позволяет без сооружения дорогостоящих геодезических знаков располагать пункты в местах, более благоприятных для их сохранности и последующего использования;

в) резко понижаются требования к плотности, что позволяет сократить число пунктов;

г) по сравнению с традиционными измерениями, времени затрачивается гораздо меньше;

д) значительно повышается точность;

е) почти все стадии выполнения работ автоматизированы, поэтому отсутствует техническая зависимость от времени суток, года, погодных условий.

Современная государственная геодезическая сеть включает:

- фундаментальную астрономо-геодезическую сеть (ФАГС);
- высокоточную геодезическую сеть (ВГС);
- спутниковую геодезическую сеть I класса (СГС-1);
- геодезические сети сгущения (ГСС).

Решением проблемы стало создание постоянно действующих дифференциальных станций. Это – новый этап в развитии государственной геодезической сети Республики Беларусь.

Принцип работы спутниковой дифференциальной системы основан на создании станций, принимающих сигналы спутниковых систем и передающих их в качестве измерительной информации в вычислительный центр (ВЦ), который формирует корректирующую информацию и по каналам связи транслирует ее пользователям обслуживаемой территории.

Другими словами станция, которая находится в заранее известной точке, периодически корректирует координаты своего местоположения при помощи GPS и таким образом определяет погрешность работы системы, чем бы она ни была вызвана. Для качественной работы системы, координаты базовой станции должны быть известны с высокой степенью точности.

Различают два метода вычисления поправок:

а) метод коррекции координат, который основан на том, что в качестве дифференциальных поправок с базовой станции передают поправки к измеренным в определяемом пункте координатам. К недостаткам этого метода относится то, что приемник пользователя и базовая станция должны работать по одним и тем же спутникам;

б) метод коррекции навигационных параметров, который заключается в том, что на базовой станции определяются поправки к измеряемым параметрам для всех спутников, которые может в данный момент использовать потребитель.

Организация пространственных данных служит основой для их хранения, обработки и представления. В современных технологиях и информационных системах широко применяют модели и моделирование для организации данных. Это имеет прямое отношение и к пространственным данным.

Модель – материальный объект, система математических зависимостей или программа, имитирующая структуру или функционирование исследуемого объекта. Моделирование – представление различных характеристик поведения физической или абстрактной системы с помощью другой системы. В процессе моделирования и построения моделей обычно выделяют три основных уровня: концептуальный, логический и физический.

Различают три концептуальные модели пространственной информации, основанные на разных свойствах реальности, необходимых для ее интерпретации и анализа:

1) дискретная модель в виде совокупности отдельных объектов, покрывающих все пространство (объектно-ориентированное представление);

2) в линейно-узловом или сетевом виде, когда важно отображение связей между объектами и пути перемещения в пространстве;

3) в виде географических полей непрерывного распространения переменных, которые могут быть оценены в любой точке пространства с заданными координатами.

Эти модели хорошо взаимодействуют с образно-знаковыми картографическими моделями. На топографических и многих тематических картах реальность представляется в виде различных объектов, разделенных границами, которые характеризуют смену семантической характеристики объекта; в пределах объекта эта характеристика считается постоянной. Выбор концептуальной модели пространственной информации напрямую связан с постановкой задачи, например, для решения транспортных задач и для природно-ресурсных приложений необходимы разные модели [1].

С расширением перечня используемых динамических геоизображений в естественных науках и созданием динамических моделей в области информатики стал зарождаться информационный мониторинг.

Информационный мониторинг возник как интеграция технологий традиционного мониторинга с информационными технологиями.

Первое понятие мониторинга окружающей среды относят к 1972 г. Оно трактовалось как «система повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и времени с определенными целями с заранее составленной программой». Это явилось не только определением, но долгое время определяло основную функцию мониторинга – наблюдение. Дальнейшее развитие теории мониторинга определило выполнение трех функций: наблюдение, прогноз, управление.

Таким образом, можно выделить следующие компоненты мониторинга: объект мониторинга; система мониторинга; внешняя среда, которая влияет на объект мониторинга; внутренняя среда, которая также влияет на объект мониторинга.

Мониторинг должен ответить на вопросы о причинах возможных нарушений среды, о нежелательности или, наоборот, допустимости тех или иных изменений природы, нормах нагрузки на нее.

Мониторинг базы данных и обновления карты предназначен для достижения следующей цели:

– осуществлять мониторинг координатной и атрибутивной информации в базе данных по указанию оператора или в автоматическом режиме с заданным интервалом времени;

– выполнять мониторинг обновления всего информационного массива карты либо только объектов, информация о которых в базе данных была изменена;

– осуществлять мониторинг изменения данных о пространственных объектах на электронной карте по указанию оператора или в автоматическом режиме с заданным интервалом времени;

- осуществлять мониторинг обновления сведений о пространственных объектах в базе данных по всей карте целиком, либо только по тем объектам, которые были изменены на карте;
- осуществлять мониторинг нанесения новых объектов на карту из базы данных по координатам в указанной системе координат;
- осуществлять мониторинг семантических (атрибутивных) характеристик объектов карты в базе данных;
- осуществлять мониторинг графического представления на основе классификатора карты для группы объектов базы данных;
- осуществлять мониторинг записей в базу данных предопределяющих значения, соответствующие внешнему виду (условному знаку) объекта на карте в соответствии с таблицей перекодировки;
- сохранять настройки мониторинга для каждого конкретного случая в отдельных файлах с возможностью последующей их перегрузки;
- осуществлять журнализацию процесса мониторинга и просмотр протокола с возможностью фильтрации записей, а также сохранять протокол в указанный файл, как по команде, так и в автоматически при запуске или завершении работы программы [1].

Необходимость создания информационного мониторинга очевидна.

Отсутствие сведений о пространственных данных зачастую приводит к дублированию работ по их созданию, неоправданным затратам времени и средств. Из-за отсутствия развитой инфраструктуры пространственных данных дублирование работ в данной сфере достигло колоссальных масштабов. Одни и те же объекты представлены в десятках различных документов в различающихся между собой описаниях и формах.

В ряде развитых зарубежных стран задачи накопления, хранения, обработки и использования пространственных данных решаются в рамках правительственных программ.

В частности, в США работа по созданию национальной инфраструктуры пространственных данных проводится с 1994 года во исполнение Указа Президента. Работы по созданию инфраструктуры пространственных данных ведутся также в Канаде, Великобритании, Японии и Китае и других странах [1].

### **Список использованной литературы**

1 Мониторинг инфраструктуры пространственных данных: монография / А.А. Майоров, И.В. Соловьев, В.Я. Цветков, С.С. Дубов, Ф.В. Шкуров. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2012. – 198 с.: ил.

*K.V.BELYAEVA*

### ***NECESSITY OF INFORMATION MONITORING IN THE FIELD OF GEOLOGICAL – GEODESIC PRODUCTION IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS***

*In the Republic of Belarus, geodesic works are carried out by many organizations related to different departments and industries, for example, the same work can be performed in geology and forestry, and in melioration. The percentage of state geodetic works is very small, therefore the issue of information monitoring will be still relevant for a long time, the current coordinate systems are subject to modernization.*

Д.Н. БОГДАНОВ, М.С. ТОМАШ

**SWOT-АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
tmarinka@mail.ru,  
dimonoider@gmail.com*

*В статье рассматриваются малые водоемы г.Гомеля и Гомельской области как объекты рекреации. Приведена характеристика малых и средних озер Гомельской области и города Гомеля. Проведен SWOT-анализ перспектив развития купально-пляжного туризма с внесением предложений по использованию малых водоемов г. Гомеля и области в целях рекреации.*

На территории Гомельской области насчитывается несколько тысяч озер, занимающих 0,2 % ее общей площади. Однако размеры озер, как правило, незначительны. Только около 90 озер имеют площадь 0,1 км<sup>2</sup> и более. Общая площадь всех озер Гомельской области – примерно 70 км<sup>2</sup>. Гидрологические характеристики крупнейших озер Гомельской области приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры озер Гомельской области

Озеро	Бассейн реки	Тип	Площадь, км <sup>2</sup>	Глубина (макс)	Объем, млн м <sup>3</sup>	Длина береговой линии, км
1	2	3	4	5	6	7
Бородское	Припять	пойменное	0,11	–	–	1,9
Белое	Припять	пойменное	1,56	9	7,41	6
Буйняково	Днепр	старичное	0,13	–	–	3,1
Вилия	Сож	пойменное	0,24	–	–	4,1
Вир	Сож	пойменное	0,2	–	–	4,7
Великое	Припять	старичное	0,24	–	–	4,4
Глиницкое	Днепр	пойменное	0,13	–	–	5,2
Горки	Припять	старичное	0,34	–	–	5,1
Добросень	Березина	старичное	0,26	–	–	4,9
Дикое	Припять	старичное	0,58	0,8	0,35	2,9
Жартай	Припять	старичное	0,24	–	–	3,82
Засыпное	Сож	старичное	0,12	–	–	3,35
Катча	Сож	старичное	0,14	–	–	3,05
Колеское	Днепр	старичное	0,15	–	–	3,95
Колпино	Сож	старичное	0,18	4	0,42	1,29
Круговод	Днепр	старичное	0,14	–	–	3,95
Крушиновское	Друть	пойменное	0,96	7,1	3,94	4,61
Кривой Гиров	Днепр	старичное	0,26	–	–	7,45
Лебедевка	Днепр	старичное	0,2	–	–	3,7
Литвин	Припять	старичное	0,19	–	–	4,68
Ломыш	Припять	старичное	0,22	–	–	5,5
Лутовское	Днепр	старичное	0,18	–	–	3,72

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Любитово	Днепр	старичное	0,18	–	–	10
Людомир	Припять	пойменное	0,06	2,5	0,09	2
Мохово	Днепр	старичное	0,42	–	–	5,62
Найда	Припять	пойменное	0,21	–	–	1,68
Невесель	Припять	пойменное	0,04	2,5	0,032	1,58
Навещанка	Днепр	старичное	0,22	–	–	5
Овинское	Птичь	старичное	0,06	2	0,06	0,95
Пагной	Припять	старичное	0,11	–	–	3,95
Плесецкое	Тремля	остаточное	0,22	1,5	0,2	1,81
Песчанка	Припять	остаточное	0,32	–	–	4,45
Ревучее	Ачоса	просадочное	0,87	4	1,22	3,12
Сетен	Сож	старичное	0,22	5,8	0,75	2,09
Смержов	Припять	старичное	0,32	–	–	4,45
Староселье	Припять	старичное	0,32	–	–	7,83
Старосожье	Сож	пойменное	0,1	–	–	4,45
Старое	Сож	старичное	0,63	7,5	1,63	3,25
Стоячее	Сож	просадочное	0,42	12,5	1,58	2,65
Узкий	Припять	пойменное	0,13	3,2	–	4,85
Хоминское	Сож	старичное	0,16	–	–	14
Хотемля	Днепр	старичное	0,4	–	–	9,3
Черноцкое	Припять	старичное	0,3	–	–	6
Червоное	Припять	остаточное	43,82	2,9	27,35	30,78
Чечель	Сож	старичное	0,17	–	–	4,1
Широкое	Припять	старичное	0,14	–	–	4,7

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что среди озер Гомельской области преобладают старичные и пойменные. Все они, как правило, небольшого размера и сильно вытянуты в направлении русла реки, имеют небольшую глубину, почти во всех случаях к ним подведены мелиоративные каналы, т. е. озера используются в хозяйственной деятельности. Большинство водоемов относится к бассейнам наиболее полноводных рек, таких как Днепр, Припять, Сож. Такие озера как Плесецкое и Песчанка принадлежат крупным болотным массивам. Озеро Червоное – остаточного происхождения, является 3 по величине в Беларуси. На западе Червоное сливается с осушенными болотными массивами месторождения «Булев Мох». Озеро используется в рыбном хозяйстве и орошении. Кислотность и заболоченность берегов осложняет использование Червоного в рекреационных целях.

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].

Концепция развития города в пойменной части реки Сож предусматривает намыв песка под новые микрорайоны. Еще в советские времена на территории Гомеля было создано около двух десятков песчаных карьеров. Свой ресурс к настоящему времени они уже исчерпали. На месте карьеров были созданы каскады озер, часть из которых используется в рекреационных целях.

Программа расширения города вдоль реки Сож не утратила силу. В настоящее время в юго-западной части Гомеля (проспект Октября, деревня Осовцы), на строительные нужды города (ежегодная потребность свыше 1 млн. м<sup>3</sup>) изымается песок на площади

свыше 100 га. Данный участок находится непосредственно в пойме реки Сож и сразу же затопляется. Таким образом, в ближайшем будущем в городе Гомеле появится новое искусственное озеро, длина которого составит 2,9 км, ширина 2,5 км, участок сопряжения с руслом реки Сож длиной свыше 2 км. Озеро станет самым крупным в городе.

В настоящее время в Беларуси особое внимание уделяется развитию внутреннего туризма, в частности рекреационного, купально-пляжного и агроэкотуризма. Создание мест для отдыха, строительство агроусадоб и развитие туристической инфраструктуры приоритетно вблизи водоемов. Наличие живописного вида и чистого озера не означает экономическую целесообразность оказания туристических услуг и создание инфраструктуры для пляжного отдыха или рыбалки. Пляжный досуг и купально-пляжный туризм в нашей стране приурочен к крупным рекам и водохранилищам и населенным пунктам вблизи их [2].

Как уже говорилось ранее, город Гомель имеет много зон рекреации на озерах, в связи с чем создаются благоприятные условия для развития купально-пляжного туризма. Следовательно, методом SWOT-анализа можно выявить сильные и слабые стороны от развития этого вида туризма в городе. Помимо этого большое количество озер в Гомельской области создают предпосылки для развития туристической индустрии в будущем. Данные SWOT анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – SWOT-анализ купально-пляжного туризма на озерах в городе Гомеле и Гомельской области

Параметр	Критерий	Пояснение
1	2	3
<b>Сильные стороны</b>	Благоприятный климат, погодные условия	Теплое продолжительное лето со средней температурой воздуха +19 °С, длительность пляжного сезона 3 более месяцев
	Большое количество озер, на некоторых уже созданы пляжи	В области свыше 2 тысяч озер, 90 из них имеют площадь > 0,1 км <sup>2</sup>
	Туристические организации	В Гомельской области 33 туристических организации, почти все имеют филиалы в областном центре
	Статус и уровень развития города (только для Гомеля)	Областной центр, 2 по численности населения в Беларуси, возможность быстро попасть в столицу по железнодорожному или авиасообщению
	Конкурентоспособность на внутреннем рынке	В Беларуси купально-пляжный туризм развит слабо
	Доступность для иностранных туристов	Безвизовый режим со всеми развитыми странами, открытость страны для туристов
<b>Слабые стороны</b>	Инфраструктура	В Гомельской области пляжи на озерах созданы только в областном центре, однако не все имеют полную комплектацию и развитый сервис, затруднен проезд к местам отдыха
	Недостаток финансовых средств	Только один пляж в области (Гомельский «Центральный пляж») является платным. Пляжи финансируются за счет государства, а не инвестиций со стороны туристических фирм
	Низкий уровень развития гостиничного бизнеса	В области немного отелей, цены не соответствуют качеству обслуживания
	Нерегулярный уход за озерным дном и водной гладью	Многие малые озера быстро покрываются водорослями, не везде есть песчаное чистое дно в прибрежной полосе
	Отсутствие интереса со стороны туристических фирм	Туристические организации нацелены на внешний туризм, а не на внутренний

Окончание таблицы 2

1	2	3
<b>Возможности</b>	Развитие международных связей	Беларусь открыта для сотрудничества со всеми странами мира
	Сочетание нескольких видов туризма в одном месте	Сочетание оздоровительного, познавательного, купально-пляжного, охотничьего и других видов туризма в пределах акватории одного большого озера
	Развитие туристической инфраструктуры	Расширение сети агроусадеб и курортных поселков
	Уверенность в отсутствии появления конкуренции на внутреннем рынке	Область имеет опыт в создании зон рекреации на водоемах. Курорты Нарочанского края в большей степени нацелены на оздоровление
	Активная рекламная поддержка в стране и за рубежом	Возможность привлечения туристов из других областей Беларуси и сопредельных государств за счет инвестиций в рекламу
<b>Угрозы</b>	Медленный рост рынка	Невысокий рост экономики страны
	Невысокая гибкость экономики страны	Низкая скорость реакции экономики на колебания спроса и предложения на мировом рынке
	Отсутствие поддержки со стороны государства	В настоящее время большее внимание уделяется культурно-познавательному туризму в городах
	Отсутствие заинтересованности у иностранных туристов	Роль Беларуси в мировом туризме незначительная

Теперь для более эффективного анализа полученных данных, а также прогнозирования возможных действий по снижению рисков и устранению слабых сторон необходимо сопоставить следующие параметры:

- *Сильные стороны и возможности*: позволяет выявить, какие сильные стороны необходимо использовать для реализации возможностей;
- *Слабые стороны и возможности*: позволяет выявить, за счет каких имеющихся возможностей можно преодолеть слабые стороны;
- *Сильные стороны и угрозы*: позволяет выявить, какие сильные стороны можно использовать для устранения угроз;
- *Слабые стороны и угрозы*: позволяет выявить, от каких слабостей необходимо избавиться, чтобы предотвратить появившиеся угрозы.

Результат сопоставления параметров SWOT-анализа в таблице 3.

Таким образом, данные SWOT-анализа свидетельствуют о перспективности использования малых водоемов Гомельской области для развития множества направлений внутреннего и внешнего туризма как в регионе, так и в стране в целом. Для реализации этой цели необходимо привлечь инвестиции и создать заинтересованность туристических фирм в развитии купально-пляжного отдыха в стране. Привлечь финансирование со стороны государства и направить его на расширение гостиничного фонда, обеспечение быстрого доступа к местам рекреации, создание и улучшение агроусадеб и туристических баз, в том числе с обустроенными пляжами.

Особенности климата, длительная геологическая история, обилие заболоченных территорий и развитая речная сеть сформировали на территории Гомельской области большое количество малых водоемов, преимущественно старичного происхождения. В области свыше 2 тысяч озер, а суммарная площадь водного зеркала 70 км<sup>2</sup>. Озера Гомельской области используются как источники водоснабжения и объекты рыболовства и рыбозаготовки. Нынешний облик озер города Гомеля по большей части результат антропогенного преобразования ландшафтов.



Таблица 3 – Анализ взаимозависимости SWOT-параметров

Параметр	Возможности	Угрозы
<b>Сильные стороны</b>	Климат, множество озер – возможность сочетать несколько видов туризма, развивать инфраструктуру. Доступность для иностранных туристов – возможность укрепления международных связей, развитие туристической инфраструктуры.	Наличие развитой сети туристических операторов и доступность страны для иностранных туристов – преодоление угрозы низкого интереса со стороны иностранных туристов и отсутствия заинтересованности в развитии индустрии со стороны государства.
<b>Слабые стороны</b>	Реализация возможностей по развитию международных отношений, развитие инфраструктуры и активная рекламная поддержка – решение проблем с отсутствием интереса со стороны туристических фирм, низким уровнем гостиничного бизнеса и качеством обслуживания.	Решение проблем с финансовыми средствами, низким уровнем гостиничного обслуживания, отсутствием интереса со стороны туристических фирм – снижение риска связанного с медленным ростом экономики страны и отсутствием заинтересованности органов власти в развитии индустрии.

Среди озер Гомельской области интенсивное развитие и использование в целях рекреации и туризма получили водоемы областного центра, причем имеющие большие размеры и относящиеся к пойменной части реки Сож. Рекреационное использование водоемов в других районах Гомельской области осуществляется лишь на местном уровне населением, проживающим непосредственно вблизи этих озер[3].

Не смотря на большое количество озер в Гомельской области, официальные зоны рекреации созданы лишь на некоторых водоемах. Санатории и туристические базы созданы вдоль рек, в то время как озера почти не используются. Самыми благоустроенными и привлекательными для туристов и горожан оказались озера в Гомеле, а именно Роповское, Володькино, Любенское, а также два русловых участка реки Сож с пляжами.

Город Гомель имеет уникальную для Беларуси аквально-геосистему: русло реки Сож в районе города имеет протяженность более 15 км, при этом достаточно сильно меандрируется, образуя тем самым каскад крупных озер с ровными песчаными берегами. В связи с этим в городе издавна функционирует сеть пляжей с возможностью быстрого доступа к ним из любого района города. Среди крупных городов Беларуси только Минск имеет схожие условия, однако там купально-пляжный отдых организован в основном на периферии города на водохранилищах, а не на озерах и реках в центре [3].

Результаты SWOT-анализа перспектив развития купально-пляжного туризма в Гомельской области и городе Гомеле свидетельствуют о перспективности использования малых водоемов Гомельской области для развития множества направлений внутреннего и внешнего туризма как в регионе, так и в стране в целом. Для реализации этой цели необходимо привлечь инвестиции и создать заинтересованность туристических фирм в развитии купально-пляжного отдыха в стране. Привлечь финансирование со стороны государства и направить его на расширение гостиничного фонда, обеспечение быстрого доступа к местам рекреации, создание и улучшение агроусадеб и туристических баз, в том числе с обустроенными пляжами.

### Список использованной литературы

1 Богданов, Д.Н. Водные объекты урбанизированных территорий: их состояние и использование (на примере г. Гомеля) / Устойчивое развитие: региональные аспекты: материалы региональной науч. – практ. конф. Молодых ученых, Брест, 18 ноя. 2016 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина; редкол.: И. В. Абрамова, Т. А. Шелест, А. Д. Панько. – Брест: Изд-во БрГУ, 2017. – С. 60–63.

2 Томаш, М.С. Использование лимносистемурбанизированных территорий (на примере г. Гомеля) // М.С. Томаш, Д.Н. Богданов // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды: сборник статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых. Том I. Студенты – Красноярск : ЛфСибГТУ, 2016. – С. 176–179.

3 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.

*M.S. TOMASH, D.N. BOGDANOV*

### **SWOT ANALYSIS OF USE OF SMALL RESERVOIRS OF G. OF GOMEL AND THE GOMEL REGION IN THE RECREATIONAL PURPOSES**

*In article small reservoirs of Gomel and the Gomel region as recreation objects are considered. The characteristic of small and average lakes of the Gomel region and the city of Gomel is provided. SWOT analysis of prospects of development of bathing and beach tourism with introduction of offers on use of small reservoirs of Gomel and area for a recreation is carried out.*

**УДК 556.55(476.2-21):338.48-53**

**Д.Н. БОГДАНОВ, М.С. ТОМАШ**

### **РЕКРЕАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ГОМЕЛЯ И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

*УО «Гомельский государственный университет  
им. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь,  
tmarinka@mail.ru,  
dimonoider@gmail.com*

*В статье объектом изучения являлись гидрологические объекты Гомельской области, а также аквальная геосистема областного центра – города Гомеля. Исследование проводилось для оценки степени использования озер Гомельщины в целях рекреации, а также для определения целесообразности развития различных видов туризма и отдыха на водоемах.*

Актуальность исследования водных ресурсов Гомельской области заключается в низкой степени исследованности озер и рек Полесья с точки зрения использования их в рекреационных целях. Помимо этого, Гомельская область обладает высоким туристическим и климатическим потенциалом.

Зачастую к бассейнам рек тяготеет и множество озер. В Гомельской области их насчитывается около 2 тысяч. Лишь 90 озер имеет площадь 0,1 км<sup>2</sup> и более (рисунок 1).

Суммарная площадь всех озер области около 70 км<sup>2</sup>. Озера различаются своими размерами, внешним видом и происхождением котловин. Самое крупное озеро Гомельской области – Червоное – имеет площадь водного зеркала 43,8 км<sup>2</sup> (таблица 1).



Рисунок 1 –Крупные озера Гомельской области

Таблица 1– Инфраструктура зон рекреации Гомельской области

Инфраструктура, название места рекреации (пляж)	Дорожки	Туалеты	Урны для мусора	Контейнеры	Автостоянка	Раздевалки	Спортплощадки	Теневые навесы	Беседки	Лежаки	Отмостки	Душевые	Информ. стенды	Прокат лодок	Магазины
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Гомель – 9 зон рекреации</i>															
Каскад 1	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+
Каскад 2	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-
Центральный	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Прудковский	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Волотовской	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Новобелицкий	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Западный	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
Роповский	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Любенский	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-
<i>Брагинский район – 1 зона рекреации</i>															
р. Днепр г.п. Комарин	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Буда-Кошелевский район – 1 зона рекреации</i>															
Озеро «Климкова», аг. Коммунар	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Ветковский район – 1 зона рекреации</i>															
р. Сож г. Ветка	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Добрушский район – 2 зоны рекреации</i>															
«Центральный» г. Добруш	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
«Антоновка» г. Добруш	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Ельский район – 3 зоны рекреации</i>															
вдхр. Бобруйковское	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-
Водоем «Водица»	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
Озеро возле аг. Заширье	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Житковичский район – 3 зоны рекреации</i>															
р. Глиница г. Житковичи	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
р. Припять г. Туров	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
оз. Белое	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Жлобинский район – 3 зоны рекреации</i>															
р. Днепр г. Жлобин (ЦОР)	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-
р. Днепр г. Жлобин (парк)	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+
оз. Вирское	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+
<i>Калинковичский район – 1 зона рекреации</i>															
Пруд г. Калинковичи	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
<i>Кормянский район – 1 зона рекреации</i>															
оз. Сырское г.п. Корма	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
<i>Лельчицкий район – 1 зона рекреации</i>															
р. Уборть г. Лельчицы	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Лоевский район – 1 зона рекреации</i>															
р. Днепр г.п. Лоев	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Мозырский район – 1 зона рекреации</i>															
р. Припять г. Мозырь	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Наровлянский район – 1 зона рекреации</i>															
р. Припять г. Наровля	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-
<i>Октябрьский район – 1 зона рекреации</i>															
оз. Рудницкое	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Петриковский район – 3 зоны рекреации</i>															
Пляж № 1 г. Петриков	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+
Пляж № 2 г. Петриков	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
ДРОЦ «Птичь»	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Речицкий район – 3 зоны рекреации</i>																
р. Днепр г. Речица	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+
база «Милоград» р. Днепр	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	
санат. Солнечный берег	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	
<i>Рогачевский район – 3 зоны рекреации</i>																
оз. Святое	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	
оз. Комарино	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	
р. Днепр г. Рогачев	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Светлогорский район – 4 зоны рекреации</i>																
г. Светлогорск	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	
г.п. Паричи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	
аг. Чирковичи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	
ДОЦ «Космос»	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	
<i>Хойникский район – 1 зона рекреации</i>																
вдхр. «Вели- коборское»	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	

В настоящее время в Беларуси особое внимание уделяется развитию внутреннего туризма, в частности рекреационного, купально-пляжного и агроэко туризма. Создание мест для отдыха, строительство агроусадоб и развитие туристической инфраструктуры приоритетно вблизи водоемов. Наличие живописного вида и чистого озера не означает экономическую целесообразность оказания туристических услуг и создание инфраструктуры для пляжного отдыха или рыбалки. Пляжный досуг и купально-пляжный туризм в нашей стране приурочен к крупным рекам и водохранилищам и населенным пунктам вблизи их.

Город Гомель имеет уникальную для Беларуси аквально-геосистему: русло реки Сож в районе города имеет протяженность более 15 км, при этом достаточно сильно меандрируется, образуя тем самым каскад крупных озер с ровными песчаными берегами. В связи с этим в городе издавна функционирует сеть пляжей с соответствующей инфраструктурой (раздевалки, туалеты, пункты спасения и оказания первой медицинской помощи) возможностью быстрого доступа к ней из любого района города. Среди крупных городов Беларуси только Минск имеет схожие условия, однако там купально-пляжный отдых организован в основном на периферии города на водохранилищах, а не на озерах и реках в центре.

В 2017 году в области надзора у Гомельского областного центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья в Гомельской области состояло 44 зоны рекреации близ водоемов, в основном на реках и водохранилищах. Почти треть этих зон относится к территории г. Гомеля. Как уже отмечалось выше, в областном центре зоны рекреации получили большое развитие именно на озерах.

В ходе исследования была собрана информация по инфраструктуре рекреационных зон Гомельской области в каждом из районов и г. Гомеле. Согласно государственным стандартам, оборудование пляжей может включать в себя следующую инфраструктуру:

- пешеходные дорожки с твердым покрытием (асфальт, плитка и т. п.);
- общественные туалеты;
- урны или мешки для сбора твердых отходов;
- оборудованная площадка с мусорными контейнерами;
- стоянка для личного или общественного транспорта, обозначенная соответствующим дорожным знаком;
- кабины для переодевания (раздевалки);
- площадки для спортивных игр;
- теневые навесы;
- беседки;
- лежаки;
- отмостки для вхождения в воду;
- душевые;
- стенды для информирования отдыхающих;
- пункты проката водно-спортивного инвентаря (лодки, катамараны и т. д.);
- торговые объекты;

В настоящее время в г. Гомеле действует 9 официально утвержденных пляжей. В период купального сезона (с июня по август, начало сентября), еженедельно специалистами санитарно-эпидемиологической службы г. Гомеля проводится оценка санитарного состояния и благоустройства пляжей, а также оценка качества воды по показателям безопасности.

Сводные данные об инфраструктуре рекреационных зон (пляжей) по всем районам Гомельской области и городу Гомелю представлены в таблице 2. При этом следует учесть, что в Гомельском районе утвержденные зоны рекреации отсутствуют.

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что среди утвержденных пляжей Гомельской области преобладают речные. Большинство пляжей области нуждаются в значительных улучшениях условий отдыхающих.

Для сравнения степени благоустроенности пляжей между районами области необходимо проранжировать параметры, введя бальную шкалу, где 1 балл – один присутствующий элемент рекреационной инфраструктуры. Баллы даются в среднем по району. Данные сравнения представлены в таблице 2.

Таблица 2– Сравнение инфраструктуры пляжей Гомельской области

Район	Баллов	Район	Баллов
Речицкий	13	Житковичский	7
Светлогорский	12	Лоевский	7
Калинковичский	12	Жлобинский	7
Ельский	10	Петриковский	7
Буда-Кошелевский	10	Брагинский	7
Кормянский	10	Рогачевский	6
Наровлянский	9	Добрушский	6
Лельчицкий	8	Мозырский	5
Ветковский	8	Хойникский	2
Октябрьский	8	Гомельский	0
г. Гомель	8	Чечерский	0

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что наиболее обустроенными пляжами в Гомельской области являются рекреационные зоны Речицкого, Светлогорского, Калинковичского, Ельского, Буда-Кошелевского, Кормянского районов. Город Гомель занимает срединную позицию, но, не смотря на большое количество мест отдыха, степень их благоустроенности оставляет желать лучшего. Кроме того, у областного центра есть большой потенциал в связи с развитой озеро-речной акваторией. Зачастую в районах

по 1–3 официальных пляжа. Можно сделать вывод о том, что этого недостаточно для развития в регионе индустрии купально-пляжного туризма. Гомельский (исключая областной центр) и Чечерский районы в 2017 году не имели пляжей вообще. Пляж у водохранилища Великоборское Хойникского района необходимо значительно улучшить.

Таким образом, не смотря на большое количество озер в Гомельской области, официальные зоны рекреации созданы лишь на некоторых водоемах. Санатории и туристические базы созданы вдоль рек, в то время как озера почти не используются. Наиболее обустроенными пляжами в Гомельской области являются рекреационные зоны Речицкого, Светлогорского, Калинковичского, Ельского, Буда-Кошелевского, Кормянского районов. Город Гомель имеет большое количество пляжей, но занимает срединную позицию по степени их благоустроенности.

*M.S. TOMASH, D.N. BOGDANOV*

### **RECREATIONAL ASSESSMENT OF INFRASTRUCTURE OF LAKES GOMEL AND GOMEL REGION**

*In article object of studying were hydrological objects of the Gomel region and also the akvalnygeosystem of the regional center – the city of Gomel. The research was conducted for assessment of extent of use of the lakes of Gomelshchina for a recreation and also for determination of expediency of development of different types of tourism and rest on reservoirs.*

**УДК 628.3**

**Р.Н. ВОСТРОВА, Е.Ю. ПАСТУХОВ, Д.К. ФОМИН**

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КАВИТАЦИОННОЙ СТРУИ**

*УО «Белорусский государственный университет Транспорта»,  
г. Гомель Республика Беларусь  
vostrova@tut.by,  
dima.fomin1997@list.ru*

*Явление кавитации находит широкое применение при решении задач энергосбережения при выполнении работ по очистке поверхностей от загрязнений. На основании анализа экспериментальных исследований Котоусова Л.С. сделан ряд выводов по определению наиболее эффективного насадка. Произведен расчет кавитационного насадка, определены параметры потока, необходимые для возникновения явления кавитации.*

Анализ практических разработок в области кавитационной очистки поверхностей показывает, что накоплен обширный материал, отражающий результаты исследований и практику применения кавитационных эффектов. Гидродинамическая кавитация еще не в полной мере изучена и поиск путей совершенствования и расширения возможностей ее использования является актуальной проблемой дальнейшего развития кавитационных технологий.

Исследования по повышению эффективности использования явления кавитации представляют несомненный интерес при решении задач энергосбережения на транспорте.

В гидродинамике при необходимости изменить параметры истечения жидкости через отверстия применяются разнообразные насадки, эффективность работы которых

зависит от их конструкции, формы и размеров отверстия напора и расхода потока жидкости и т. д.

Эффективность работы насадка зависит от его вида, площади и формы входного и выходного сечений и мощности потока воды, расхода и избыточного давления, угла конусности и т. д.

Преобразование энергии потока с помощью насадка можно оценить, рассчитав коэффициент, который определяется как относительный динамический, скоростной напор струи [1]

$$q = \frac{u^2}{2p_1v_1} = \frac{p_1u^2}{2p_1} = \frac{mu^2}{2p_1Q}, \quad (1)$$

где  $p_1$  – избыточное статическое входное давление;

$v_1$  и  $\rho_1 = \frac{1}{v_1}$  – удельный объем и плотность среды на входе;

$m$  – массовый расход;

$u$  – скорость потока внутри насадка.

Для определения скорости струи можно использовать закон сохранения импульса

$$u = \frac{F}{m} \cdot 1,4, \quad (2)$$

где  $F$  – сила воздействия струи, значение полученное в результате опытных исследований;

$m$  – массовый расход воды определяется по формуле  $m = Q \cdot \rho$ ,

$Q$  – объемный расход воды, выходящей из насадка;

$\rho$  – плотность струи с учетом ее уменьшения в насадке в связи с явлениями газовыделения и кавитации.

Коэффициент преобразования энергии  $q = 1,4$  учитывает взаимодействие струи с лопастью динамометра [1].

С точки зрения повышения эффективности кавитационной струи особый интерес представляют экспериментальные исследования Л.С. Котоусова [1] по определению силы водяных струй на выходе из насадков с различной геометрией с использованием пружинного динамометра. Динамометр устанавливался на различных расстояниях от насадка.

В ходе эксперимента установлено, что коэффициент усиления мощности струи может быть увеличен до 4 ... 4,5 единиц по отношению к входной мощности потока воды, задаваемой ее входным избыточным давлением и объемным расходом.

Причины этого эффекта и источник дополнительной энергии можно объяснить тем, что газовыделение и кавитация увеличивают этот эффект из-за уменьшения плотности струи. В результате ускорение струи вызывается не только давлением на входе, но и снижением потенциальной энергии текущей среды за счет снижения ее абсолютного давления вплоть до уровня технического вакуума. Обжатие струи воздухом атмосферы и восстановление равновесного с воздухом давления в воде приводят в итоге к повышению кинетической энергии струи за счет внутренней энергии воздуха.

Исследованный Котоусовым эффект представляет огромную практическую ценность. Л.С. Котоусов произвел ряд экспериментальных работ, и на основании многократной проверки полученных результатов пришел к твердой уверенности в их истинности.

На основании анализа экспериментальных исследований Л.С. Котоусова можно сделать ряд выводов по определению наиболее эффективного насадка.



1. Главный и наиболее сенсационный результат этих опытов – измеренная скорость соответствует кинетической энергии струи, до 4,5 раз превышающей ее потенциальную энергию, обусловленную гидравлическим давлением у входного сечения сопла. Так, для сходящихся насадков с площадью выходного среза от 0,1 до 5 см<sup>2</sup>, входной диаметр которого составлял 16 мм, при давлении на входе до 0,6 МПа, величина относительного динамического напора  $q$  изменялась от 1 до 4,5 соответственно. При этом установлено, что наибольшая эффективность насадка наблюдалась, при длине насадка равной входному диаметру.

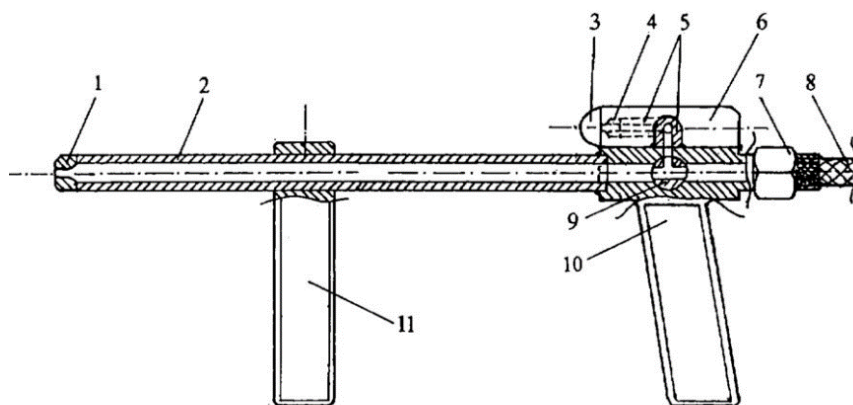
2. Приближение к отверстию насадка в пределах от 5 см до 40 см и изменение температуры воды в пределах от 8 до 40° не влияет на значение измеряемой силы  $F$ .

В зависимости от расстояния, на котором располагается динамометр, изменяются численные значения скоростного напора: максимум равен 3,3–4,5 м при давлении 0,5–1,5 ат, при дальнейшем увеличении расстояния напор падает до 2,5–4 м. Для определения скорости струи можно использовать закон сохранения импульса.

Используя результаты экспериментов [1] для расчета кавитационного насадка гидроружья, предназначенного для безреактивной очистки поверхностей, рассчитаем давление, которое необходимо создать на входе в кавитационный пистолет при условии создания явления кавитации.

Кавитационный пистолет – установка, использующая эффект гидродинамической кавитации. Используется для разрушения и удаления различного вида обрастаний подводной поверхности судов, повреждений от ржавчины и нарушений окрасочного слоя без разрушения очищаемой поверхности (рисунок 1).

В практике современного использования есть ряд разработок, прошедших испытания и успешно используемых на практике. Изобретение [2] относится к технологическим устройствам для гидродинамической обработки поверхностей от наслоений. В качестве рабочей жидкости определим воду с плотностью  $\rho = 998,4 \text{ кг/м}^3$  при температуре 19 °С.



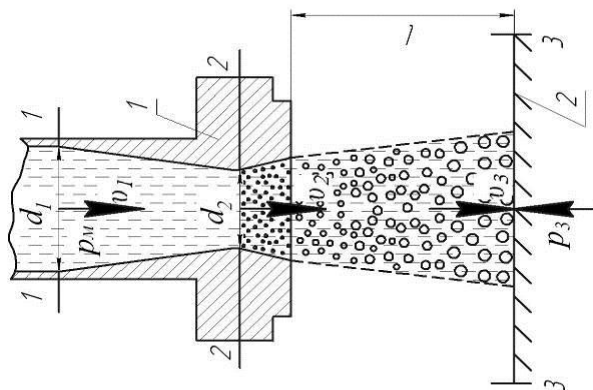
- 1 – рабочее сопло; 2 – ствол; 3 – отражатель вспомогательной струи; 4 – вспомогательное сопло;  
 5 – подводящая трубка вспомогательного сопла; 6 – защитный кожух; 7 – переходник;  
 8 – шланг; 9 – гидрораспределитель (крановый пробковый); 10 – корпус-рукоятка;  
 11 – рукоятка подвижная; 12 – поворотный рычаг гидрораспределителя

Рисунок 1 – Кавитационный пистолет

Кавитационный пистолет работает следующим образом. Рабочая жидкость под заданным давлением поступает по шлангу 8 от источника высокого давления через переходник 7 в каналы гидрораспределителя 9, установленного в корпусе-рукоятке, откуда один поток поступает в ствол 2 и через рабочее сопло сжатой струей воздействует

на очищаемую поверхность, а другой – в подводящую трубку 5 и через вспомогательное сопло 4 сжатой струей направляется на отражатель 3 и отраженной (реактивной) струей направляется в защитный кожух.

Анализируя результаты эксперимента [1], произведем расчет рабочего кавитационного сопла 3, исходя из необходимой скорости кавитационного потока в сечении 2–2. Для создания кавитационного потока используем кавитационный насадок состоящий из конфузора и диффузора. Расчет произведем при температуре воды воды 19 °С.



1 – насадок; 2 – обрабатываемая поверхность

Рисунок 2 – Гидрокавитационный насадок

Принимаем входной диаметр  $d_1 = 16$  мм, длину конфузора  $L_{1-2} = 16$  мм, угол конусности  $\alpha = 32^\circ$ , расстояние от насадка до обмываемой поверхности составляет 0,4 м. Принимаем  $d_2 = 10$  мм. Определим скорость кавитирующей струи в сечении 2–2 из уравнения неразрывности потока

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2}, \quad (3)$$

где  $A_1$ ,  $A_2$  площади поперечных сечений насадка в сечениях 1–1 и 2–2;

$$v_2 = \frac{21 \cdot 0,0016^2}{0,0007^2} = 109,714 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Запишем уравнение Бернулли для потока воды на входе и выходе из конфузора, располагая линию сравнения на геометрической оси насадка:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 \cdot v_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \cdot v_2^2}{2 \cdot g} + h_m, \quad (4)$$

где  $z_1$ ,  $z_2$  – координаты высот геометрических центров поперечных сечений канала насадка в положениях 1-1 и 2-2;

$\gamma$  – удельный вес жидкости, принимаем  $\gamma = 9807 \text{ Н/м}^3$  [12];

$\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  – коэффициенты Кориолиса для сечений 1–1 и 2–2. Так как режим движения жидкости турбулентный, то  $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ ;

$g$  – ускорение свободного падения тела равно  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$h_m$  – суммарные потери сопротивления на участке 1-2, м, определим по формуле

$$h_m = \frac{\zeta \cdot v_2^2}{2 \cdot g}, \quad (5)$$

где  $\zeta$  – коэффициент сопротивления, определим по формуле Альтшуля.

$$\zeta = \left( \frac{1}{\varepsilon} - 1 \right)^2 \cdot k, \quad (6)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент сужения струи;

$k$  – коэффициент смягчения, для угла  $\theta = 32^\circ$ ,  $k = 0,21$  [3].

$$\varepsilon = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \frac{A_2}{A_1}} = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \frac{d_2^2}{d_1^2}} = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 - \frac{0,00025^2}{0,0016^2}} = 0,61.$$

$$\zeta = \left( \frac{1}{0,61} - 1 \right)^2 \cdot 0,21 = 0,086.$$

$$h_m = \frac{0,086 \cdot 109,714^2}{2 \cdot 9,81} = 52,76 \text{ м.}$$

Для создания явления кавитации необходимо, чтобы давление в сечении 2–2 было равно давлению насыщенных паров при данной температуре. Для температуры воды  $19^\circ\text{C}$  давление насыщенных паров составит 2198 Па [4].

Подставим имеющиеся численные значения в уравнение Бернулли (4), выразим и определим значение давления потока воды на входе в конфузор:

$$\frac{P_1}{9807} + \frac{1 \cdot 21^2}{2 \cdot 9,81} = \frac{2198}{9807} + \frac{1 \cdot 109,714^2}{2 \cdot 9,81} + 52,76. \quad (7)$$

Решая уравнение (6) относительно искомого давления на входе в насадок, окончательно получим

$$P_1 = 6316 \text{ кПа} = 62,3 \text{ атм.}$$

Таким образом, произведен расчет кавитационного насадка, определены параметры потока, необходимые для возникновения явления кавитации в сечении 2–2.

Благодаря заданным геометрическим параметрам насадка, определенным с учетом экспериментальных исследований Л.С. Котоусова, прогнозируется повышение эффективности работы гидравлического пистолета.

### Список использованной литературы

- 1 Котоусов, Л.С. Исследование скоростей водяных струй на выходе сопел с различной геометрией / Л.С. Котоусов // Журнал технической физики. – Вып. 9. – 2005. – С. 8.
- 2 Патент РФ В63В59/06 устройства для чистки корпусов.
- 3 Киселев, П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П.Г. Киселев. – Л. : 1961. – 426 с.
- 4 Богомолов А.И., Михайлов К.А. Гидравлика. / А.И. Богомолов, К.А. Михайлов. – М. : Стройиздат. – 1972. – 647 с.

### **INCREASE IN OVERALL PERFORMANCE OF THE CAVITATIONAL STREAM**

*The phenomenon of cavitation finds broad application at the solution of problems of energy saving when working on cleaning of surfaces of pollution. Based on the analysis of experimental studies Kotousov L.S. made a series of conclusions on the definition of the most effective nozzle. The calculation of the cavitation nozzle is made, the flow parameters necessary for the appearance of the phenomenon of cavitation are determined.*

**УДК 504.054**

Н.В. ГОДУНОВА

### **СПОСОБЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ СКЛАДИРОВАНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,  
Гомель, Республика Беларусь  
godunina@yandex.ru*

*Статья посвящена проблеме защиты подземных вод от воздействия отходов потребления и производства. Для защиты подземных вод от воздействия объектов складирования и захоронения отходов необходимо улучшать и совершенствовать систему захоронения и складирования отходов.*

Промышленное производство, другие виды хозяйственно-экономической деятельности, связанные с потреблением сырья, материалов, энергии, а также жизнедеятельность человека неизбежно сопровождаются образованием отходов. Научно-технический прогресс способствует постоянному расширению номенклатуры образующихся отходов, в том числе с опасными для окружающей среды и человека свойствами.

Интенсивность и простираемость ареалов загрязнения грунтовых вод под влиянием полигонов определяются техническими параметрами этих объектов и природными условиями их местоположений.

Наибольший уровень загрязнения грунтовых вод выявлен вблизи полигонов отходов, размещенных в пределах заболоченных участков. Это связано, прежде всего, с высоким уровнем стояния вод. При отсутствии защитных экранов капиллярная кайма грунтовых вод достигает толщи свалки и выщелачивает из нее растворимые вещества. Интенсивность выщелачивания усиливается при сезонных повышениях уровня грунтовых вод (УГВ), особенно в случаях контакта грунтовых вод с отходами. Вымыванию загрязняющих веществ способствуют высокая динамичность увлажнения и, соответственно, окислительно-восстановительных условий.

При глубоком залегании грунтовых вод воздействие полигонов на них наиболее выражено при наличии инфильтрационного типа водного режима. Подземные воды на территории свалок городов характеризуются высоким индексом загрязнения хлоридами, аммонийным азотом, натрием, кадмием, никелем, хромом и свинцом [2, 3].

При размещении полигонов в выемках отработанных карьеров увеличивается вероятность поступления продуктов разложения отходов в грунтовые воды. Опробование шурфов, расположенных у полигонов подобного типа, выявило случаи загрязнения

грунтовых вод выше допустимого уровня сульфатами, соединениями натрия, аммонийного и нитритного азота. Однако при карьерном складировании отходов на слабопроницаемых супесях и суглинках в условиях глубокого залегания грунтовых вод загрязняющего влияния не обнаружено [2].

Выявлено, что гидрохимические аномалии в грунтовых водах, связанные с влиянием полигонов исследованных типов, по протяженности невелики: загрязнение выше уровня ПДК фиксируется в них не далее 200 м от границ этих объектов [2].

При исследовании полигонов Гомельской области установлено, что уровень загрязнения подземных вод зависит, непосредственно, от двух основных факторов – геолого-гидрогеологического (естественного геохимического барьера) и наличия или отсутствия инженерно-технических сооружений (противофильтрационного экрана). Наибольшим суммарным индексом загрязнения подземных вод макрокомпонентами, микроэлементами и органическими соединениями характеризуются грунтовые воды полигонов, расположенных на песчаных грунтах с маломощной зоной аэрации. Геолого-гидрогеологические (инженерно-геологические) условия площадки и инженерно-технические сооружения являются факторами, позволяющими управлять рисками загрязнения подземных вод. Применительно к природным условиям Гомельской области они весьма существенны.

В естественных условиях на территории Гомельской области формируются подземные воды преимущественно гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава с минерализацией от 0,1 до 0,8 г/дм<sup>3</sup>. Лишь на отдельных, ограниченных по площади, участках разгрузки глубинных минерализованных вод, приуроченных к региональным тектоническим разломам и солянокупольным структурам в Припятском прогибе, фиксируется возрастание минерализации до 4–6 г/дм<sup>3</sup>, и воды приобретают хлоридный натриевый состав.

Пресные подземные воды, содержащиеся в разновозрастных геологических формациях, являются основным и наиболее надежным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории Беларуси. На протяжении десятилетий они, как и поверхностные воды, испытывают отрицательные и, как правило, неконтролируемые антропогенные воздействия.

На качество питьевых вод отрицательное влияние может оказывать не только избыток, но также и недостаток в них некоторых компонентов. К таким компонентам относятся фтор и йод. Что касается фтора, то верхний предел его допустимых концентраций (1,5 мг/дм<sup>3</sup>) в условиях Беларуси превышает лишь в единичных случаях – на территории Гомельской области данные превышения зафиксированы не были. Неблагоприятны для здоровья человека и чересчур низкие концентрации этого компонента в питьевых водах, оптимальное содержание которого в воде не должно быть менее 0,7 мг/дм<sup>3</sup>. Однако в большинстве артезианских скважин (до 80 %) на территории Беларуси содержание фтора в воде ниже этой величины.

Многие полигоны ТКО, в частности полигон, расположенный в двенадцати километрах от Гомеля, является источником тяжелых металлов, загрязняющих почвогрунты и почвенные воды. По мере удаления от полигона, особенно вниз по потоку грунтовых вод (к юго-западу от полигона), концентрации микроэлементов уменьшаются. Следует отметить, что эксплуатация полигона ТКО ведется со значительными отклонениями от требований санитарных и технических норм, главные из которых: отсутствие противофильтрационного экрана, который мог бы препятствовать проникновению загрязняющих веществ в подземные воды; полигон обвалован частично, и отсутствует обводной канал, что способствует растеканию фильтрата вместе с паводковыми и дождевыми водами и проникновению в почвы и грунты; полигон расположен в понижении рельефа – на частично заболоченном участке местности [2, 3].

Геолого-гидрогеологические (инженерно-геологические) условия площадки и инженерно-технические сооружения являются факторами, позволяющими управлять рисками

загрязнения подземных вод. Применительно к природным условиям нашей страны они весьма существенны.

Полигоны, на которых мониторинг подземных вод не ведется, но которые по ранее указанным критериям относятся к той или иной группе полигонов, имеют большую вероятность загрязнения подземных вод.

Загрязнению от полигонов могут подвергаться как грунтовые, так и пластовые подземные воды [2].

Степень воздействия на грунтовые водоносные горизонты зависит от факторов, определяющих возможность, скорость и время фильтрации загрязнения с поверхности в грунтовый горизонт. К таким факторам можно отнести:

- мощность и фильтрационные свойства отложений зоны аэрации;
- глубину залегания уровня грунтовых вод;
- сорбционные свойства пород зоны аэрации.

Степень воздействия на пластовые водоносные горизонты определяется:

- наличием и распространением слабопроницаемых отложений в кровле горизонта;
- фильтрационными свойствами слабопроницаемой толщи, перекрывающей водоносный горизонт;
- взаимоотношением уровней поверхности земли, грунтовых и пластовых подземных вод;
- сорбционными свойствами пород [2].

Таким образом, микроэлементы, обладающие повышенной миграционной способностью, перераспределяются в почвах и грунтах в зависимости от литологического состава последних. Они концентрируются в тех разновидностях пород, которые обладают повышенными сорбционными свойствами. Поверхностные и почвенные воды служат основным источником переноса микроэлементов – наблюдается прямая зависимость степени концентрации микроэлементов в грунтах и почвенных водах.

Экологическая защита должна проводиться по двум основным направлениям – внедрение природоохранных мероприятий на действующих объектах и создание новых объектов согласно требованиям законодательства.

Причиной загрязнения подземных вод может быть отсутствие экрана, нарушение герметичности экрана в основании полигона, неблагоприятные инженерно-геологические условия (легко проницаемые грунты, небольшая мощность зоны аэрации и др.). На действующих полигонах эти причины неустраняемы.

К сожалению, современными нормативными документами практически не регламентируется качество противofильтрационных экранов. Также недооценивается роль грунта, лежащего в основании полигона, который можно рассматривать как геохимический барьер, препятствующий проникновению фильтрата после выхода из строя искусственного противofильтрационного экрана. Поэтому для снижения экологической нагрузки полигонов на окружающую среду основными мероприятиями при их строительстве следует признать выбор места размещения полигона с благоприятными геолого-гидрогеологическими условиями и обоснованный выбор системы противofильтрационной защиты. В то же время с помощью дополнительных мер возможно частичное снижение негативного воздействия на окружающую среду действующих полигонов [1, 2].

Ниже рассматриваются возможности применения наиболее доступных природоохранных сооружений и методов, проведения мероприятий по минимизации загрязнения окружающей среды с учетом природных условий площадок, обустроенности, эксплуатационных возможностей и экологического состояния действующих полигонов ТКО.

*Противofильтрационный экран* должен обеспечить достаточно безопасное захоронение отходов за счет физической их изоляции от подстилающих грунтов. Он должен быть выполнен из материала инертного или устойчивого по отношению к агрессивному воздействию химически активных и токсичных веществ; должен быть достаточно

долговечен и полностью исключать фильтрацию и диффузию складываемых отходов и их химических составляющих [3].

Кроме традиционно используемых экранов (глиняного, пленочного) существуют новые технологии изоляции отходов от окружающей среды и новые материалы. Один из способов основан на кольматации пор и фильтрационных каналов грунта. Кольматация производится с помощью смеси высокодисперсных компонентов, полученных в полупроводниковом производстве. При определенном соотношении компонентов противofильтрационного материала образуются комплексные химические соединения типа силикатов и кремний-фторидов, которые практически нерастворимы в воде и химически инертны [4].

Второй нетрадиционный способ – использовать в качестве противofильтрационного экрана отходы производства в виде отвального фосфогипса – дигидрата с добавками кальцийсодержащих соединений. Экспериментальные исследования позволили установить, что противofильтрационный экран имеет достаточно низкий коэффициент фильтрации. Он может применяться как самостоятельный тип экрана, так и в качестве подстилающего (переходного) слоя. Экран должен включать 3–4 слоя, толщина каждого слоя – 0,20–0,25 м в плотном теле [2].

Для снижения интенсивности загрязнения подземных вод на действующих полигонах существует несколько технических способов. Наиболее приемлемы следующие: изоляция кровли отходов, изоляция грунтов по контуру, устройство противofильтрационной диафрагмы [3].

*Изоляция кровли отходов* непроницаемыми материалами способствует снижению инфильтрации атмосферных осадков и образования фильтрата. Строительство кровельного экрана на всей поверхности отходов оправдано и необходимо при закрытии полигона, а на действующем полигоне, по-видимому, целесообразно поэтапное применение кровельного экрана по мере последовательного заполнения участков полигона отходами на заданную высоту. Для этого выгрузку отходов производить системно, начиная с ближайших или дальних от въезда площадок в зависимости от метода складирования – сталкивания или надвига.

Метод изоляции грунтов по контуру [1] заключается в создании по контуру полигона водоупорной стенки. По периметру участка складирования отрывается траншея шириной до 1 м и 2–3 м глубиной до водоупора, заглубляется на 0,3 м в этот водоупор. Траншея заполняется водоупорным материалом (глиной), который утрамбовывается.

*Устройство противofильтрационной диафрагмы из глинистых грунтов по периметру полигона для изоляции зоны питания грунтовых вод.* Это сооружение выполняет функцию отстойки, которая делается по периметру зданий. Применение способа изоляции кровли отходов естественно при закрытии полигона. Мероприятия по изоляции грунтов по контуру целесообразно осуществлять при продлении срока эксплуатации полигона.

*Послойная отсыпка отходов* через 1,8–2,1 м изолирующими слоями (0,25 м), в качестве которых могут использоваться местный грунт или инертные однородные отходы. Промежуточная изоляция предотвращает или понижает органолептические, общесанитарные и миграционно-воздушные показатели вредности поступления вредных веществ с поверхности отходов в атмосферу с пылью, испарениями, газами. Естественные минеральные грунты вместе с разложившимися отходами образуют относительно стабильный субстрат, обладающий сорбционными свойствами и способностью к обмену ионов, что приводит к очистке образующегося фильтрата от минеральных загрязнений. После отсыпки изолирующего слоя должно проводиться уплотнение его вместе со слоем отходов.

*Снижение вывоза на полигон опасных отходов* (3 и особенно 2 класса опасности). При этом следует обратить внимание на то, что при удалении из отходов наименее эколого-опасных фракций, какими являются вторичные ресурсы (текстиль, макулатура,

стеклобой, полимеры, металлы и т. д.), повышается опасность балласта, в котором остаются отходы лаков, красок, средств бытовой химии, пришедшие в негодность лекарства, и который захоранивается на полигонах.

*Брикетирование (тюкование) отходов.* При брикетировании коммунальные отходы, как правило, уплотняются примерно в 6–6,5 раз. Увеличенная плотность отходов снижает проникновение через их массу атмосферных осадков и образование фильтратных вод, загрязняющих подземные воды. Исключается разнос ветром по полигону легких фракций ТКО (пленка, бумага), снижается «привлекательность» мусора для птиц – переносчиков болезнетворной микрофлоры, устраняет благоприятную среду для размножения мух, грызунов снижает проникновение через их массу атмосферных выбросов.

*Использование фильтра.* Одним из способов уменьшения объема фильтратных вод является их рециркуляция, то есть использование собранного фильтра для орошения рабочего тела полигона. Этот метод целесообразно применять только в маловодные сезоны года для увеличения влажности отходов и предотвращения их возгорания и стимулирования биохимических процессов.

*Обвалование.* Земляной вал препятствует растеканию фильтра и ливневых вод за пределы полигона, где отсутствует противофильтрационный экран. При отсутствии на площадке малопроницаемых грунтов в зоне аэрации есть риск загрязнения подземных вод. При эксплуатации полигона необходимо следить за тем, чтобы вал не засыпался отходами.

*Подсыпка основания* грунтом для поднятия его на уровень, превышающий 1 м над уровнем грунтовых вод.

При невозможности предотвращения загрязнения подземных (грунтовых) вод отходами следует сократить срок эксплуатации полигона и приступить к рекультивационным работам [4, 5].

Для снижения экологической нагрузки полигонов на подземные воды мероприятиями при их строительстве следует признать выбор места размещения полигона с благоприятными геолого-гидрогеологическими условиями и обоснованный выбор системы противофильтрационной защиты. В то же время с помощью дополнительных мер возможно частичное снижение негативного воздействия на окружающую среду действующих полигонов.

В целях снижения экологического риска загрязнения окружающей среды полигоны оборудуются природоохранными инженерными сооружениями. Проектирование, строительство и эксплуатация полигонов ТКО регламентируется нормативными документами.

### Список использованной литературы

1 Ковальчик, Н.В. Ландшафтно-геохимическое обоснование размещения полигонов твердых отходов на территории Беларуси: Автореф. дис. докт. геогр. наук: 11.00.11. – Минск, 2000. – 23 с.

2 Лысухо, Н.А. Отходы производства и потребления / Н.А. Лысухо, Н.Б. Кичасва, Д.М. Ерошина. – Минск : Минсктиппроект, 2004. – 257 с.

3 Инструкция по обращению с отходами производства КУП «СПЕЦКОММУНТРАНС» – 2011 год – Гомель : КУП «Спецкоммунтранс», 2011. – 33 с.

4 Отходы производства и потребления / Д.М. Ерошина [и др.] // Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2009 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск. – 2010. – С. 345–354.

5 Охрана окружающей среды в гомельской области: стат. сб. / М-во статистики и анализа Республики Беларусь. – Гомель, 2005. – 61 с.



**WAYS OF ECOLOGICAL PROTECTION OF UNDERGROUND WATERS AGAINST HARMFUL EFFECTS OF SUBJECTS TO WAREHOUSING AND WASTE DISPOSAL**

*The article is devoted to the problem of groundwater protection from the impact of consumption and production wastes. To protect groundwater from the impact of warehousing and disposal facilities, it is necessary to improve and improve the system of landfilling and storage of waste.*

УДК 911.33:631.15

Д.Ю. ГРИНЮК

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ  
И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УКРАИНЕ**

**РАЦИОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИЙ РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна  
dianagr1987@gmail.com*

*Исследуется взаимодействие рационального природопользования и развития прогрессивного сельскохозяйственного производства в Украине. Анализируются условия формирования конкурентоспособного сельского хозяйства на основе производства органической продукции, что должно усилить продовольственную безопасность государства.*

**Постановка проблеми.** Майбутній розвиток України в умовах глобалізації неможливий без вирішення ключових питань стосовно підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору та забезпечення продовольчої безпеки країни. Серед ключових пріоритетів окреслених вище напрямів є формування політики раціоналізації та ресурсозбереження, вихідною інформацією для розробки засад якої є визначення впливу природного чинника на продуктивність екологічно чистого сільськогосподарського виробництва. Виключно за умови раціоналізації природокористування стає можливим забезпечення переходу на ресурсоощадне виробництво та унеможливлення глобальних ризиків техногенного й антропогенного характеру, а також виходу аграрного сектору з кризи. Ресурсозберігаюча діяльність розглядається як збалансована система організаційно-економічних, техніко-технологічних, нормативно-правових та еколого-соціальних інноваційних заходів, що спрямовані на раціональне використання природних, матеріальних, трудових, енергетичних, фінансових та комунікаційних ресурсів підприємства чи галузі з метою отримання екологічного, економічного, соціального ефекту та якісної продукції [1]. Неможливо розглядати раціоналізацію використання природних ресурсів у сфері агровиробництва лише покомпонетно. Саме комплексний підхід дозволить оцінити вплив всіх природних чинників та встановити їх дію на продуктивність сільськогосподарського виробництва.

**Метою** даного дослідження є обґрунтування необхідності раціоналізації природокористування як фактору перспективного, конкурентоспроможного, екологічно «чистого» сільськогосподарського виробництва в Україні.

**Аналіз публікацій.** Дослідженням проблематики раціонального використання та охорони природних ресурсів займалися як економісти, так і суспільні географи, зокрема: О. Балацький, Д. Добряк, С. Дорогунцов, М. Зубец, Ю. Івашкевич, В. Нагірна, Л. Новаковський, Я. Олійник, П. Саблук, А. Степаненко, В. Трегобчук, А. Третяк, М. Хвесик. Розробку ймовірних сценаріїв майбутніх кліматичних змін та їх впливу на довкілля й соціально-економічний стан проводили Т. Адаменко, Дж. Нельсон та ін. Проте, питання впливу природного фактора на сільгоспвиробництво у вітчизняній практиці залишається таким, що потребує подальших розробок.

**Виклад основного матеріалу.** Відомо, що на обсяги та собівартість майбутнього врожаю сільськогосподарських культур впливає ряд факторів, які можна розділити на три основні групи. По-перше, це організаційно-технічні умови господарювання, куди відносяться площа та стан поля; забезпеченість процесу кваліфікованими кадрами та високопродуктивною технікою; наявність якісної дорожньої мережі. По-друге, біологічні особливості сільськогосподарських культур; рівень агротехнічних заходів; якісний стан ґрунтів; склад і стан меліоративних споруд, за допомогою яких регулюється водний режим кореневмісного шару ґрунту. До третьої групи відносять показники, що характеризують природні умови окремих об'єктів: кількість, час та характер атмосферних опадів протягом року, в цілому, та вегетаційного періоду, зокрема температурний режим повітря та ґрунту, що впливає на строки проведення польових робіт [2]. На фактори перших двох груп можна вплинути технічними засобами, агро меліорацією, селективними шляхами (антропогенний вплив), а фактори третьої групи залежать від комплексу природних умов. Показники, що характеризують вплив факторів першої і другої групи, можуть враховуватися для окремих регіонів із схожими природними умовами, а показники, що належать до третьої групи, слід застосовувати локально, для кожної системи агробізнесу.

Ще у XIX столітті видатний німецький вчений Юстус Лібіх відкрив закон мінімуму, в якому розкрив вплив природного фактору на результат виробництва. Тобто, врожайність рослин залежить від того елементу живлення, який присутній у відносній меншості. Через 70 років після відкриття Лібіха американський зоолог В. Шелфорд встановив, що лімітуючим може бути також і надлишок фактору (перенасичення вологою, добривами тощо), сформулювавши на основі цього закон толерантності, згідно якого обмежуючим фактором розвитку популяції може бути як мінімум так і максимум екологічного впливу, а діапазон між ними визначає величину витривалості. Так, надлишок води спричинить збитки, і, водночас, в оптимальній кількості водні ресурси є основою повноцінного розвитку рослин [8]. Отже, природний чинник відіграє важливу роль у забезпеченні сталого сільськогосподарського виробництва. З множини природних факторів розміщення та спеціалізації екологічно чистого сільського господарства слід виділити: якість ґрунтів; тривалість безморозного періоду; суму активних температур; сумарну сонячну радіацію; умови зволоження, кількість опадів; забезпеченість водними ресурсами, ймовірність засух, заморозків, ерозії. Також на спеціалізацію впливають соціально-демографічні фактори: регіональні особливості структури споживання; співвідношення між міським та сільським населенням (як з боку споживачів так і з боку виробників). До економічних факторів відносять: місце розташування господарств по відношенню до місць збуту, переробки та зберігання; наявність та якість транспортних засобів; міжрегіональні зв'язки; вже створений виробничий потенціал (меліоровані землі, поголів'я продуктивної худоби тощо); наявність та структура сільськогосподарських площ; система показників економічної ефективності сільськогосподарського виробництва (рентабельність виробництва, валова продукція та валовий доход на одиницю земельної площі і одиницю матеріальних та трудових витрат); матеріально-технічне забезпечення агровиробників; використання досягнень науки та техніки; розмір сільгосп підприємств тощо. Останнім часом все більше сільськогосподарських

виробників, представники органів управління сільським господарством, сфери освіти та науки, міжнародних проектів і програм акцентують увагу на органічному агровиробництві та органічних продуктах харчування. Поступова екологізація ринку продовольчих товарів, і постійно зростаючий інтерес у світі до цього виду продукції. Зумовлює для України можливість виступити активним учасником у конкурентній боротьбі на ньому.

Разом з тим, слід відмітити, що спеціалізація у сільському господарстві не завжди базується на наукових засадах. Через намагання регіонів перейти до повного самозабезпечення відбувається розвиток виробництва без наявності відповідних природно-економічних умов. Формування науково-обґрунтованої спеціалізації є процесом тривалим та таким, що вимагає державного стимулювання. Формування стратегії екологічно чистого виробництва сільськогосподарської продукції передбачає кілька основних етапів: уточнення місії підприємства, оцінка сильних та слабких сторін, визначення мети та ключових проблем, розроблення варіантів розвитку підприємства, вибір стратегії. Зокрема, процедура *SWOT*-аналізу органічного аграрного виробництва зводиться загалом до виявлення сильних і слабких сторін, можливостей і загроз, які згодом можуть бути використані для формування стратегії підприємства [4]. Аналіз вітчизняного органічного виробництва дав змогу зосередити увагу на основних аспектах його розвитку, де серед сильних сторін слід відзначити наступне: 1) аграрні підприємства, які займаються виробництвом органічної продукції суворо дотримуються вимог існуючих стандартів *IFOAM* та періодично інспектуються відповідними органами на предмет їх дотримання; 2) близько 40 % органічної продукції експортується за кордон, де є великий попит на неї; 3) сприяє наявність унікальних ґрунтів і достатньої кількості відповідних трудових ресурсів; 4) зменшення норм внесення мінеральних добрив, пестицидів та інших синтетичних речовин є позитивним чинником для розвитку органічного виробництва; 5) перехід до органічного сільського господарства ініційований різними проектами; 6) існування громадських організацій та об'єднань, які займаються розвитком і популяризацією органічного виробництва; 7) сертифікація органічних продуктів відповідно до постанов ЄС, стандартів *IFOAM* дозволяє маркувати продукти як органічні відповідними маркуваннями «БЮЛану», ЄС, Швейцарії, США та бути впевненими у високій якості продукту та його надійному походженні [5].

Слабкими сторонами вітчизняного сільського господарства є: 1) економічні збитки, яких зазнають фермери через невміло започатковане органічне виробництво, є одним із чинників занепаду підприємства або повернення його до попереднього традиційного способу ведення сільськогосподарського виробництва; 2) наукові дослідження в Україні перебувають на початковій стадії, що не дає змоги повною мірою оцінити всі переваги для споживача та виробника екологічно чистої продукції; 3) недостатня поінформованість населення про важливість органічної продукції, її суть, переваги від споживання; 4) слабкий зв'язок між державними структурами й дослідницькими установами у сфері органічного виробництва; 5) умови банківських кредитів для сільгоспвиробників залишаються не вигідні; 6) нестача органічного насіння, достатньої кількості техніки, добрив, біологічних речовин для захисту від шкідників і бур'янів дається взнаки [5, 6].

Надзвичайно вагомим є досвід розвитку виробництва та системи законодавства для підтримки та регулювання органічного сільського господарства в межах держав Європейського Союзу. На перший погляд він може здатися неважливим для країн, які не є членами ЄС. Проте, для Східної Європи Євросоюз є одним з найважливіших торговельних та політичних партнерів. Отже, для цих країн важливо мати системи, які узгоджуються з системою країн ЄС, як в питаннях законодавства (нормативно-правової бази), так і системи контролю, що зосереджується на походженні, якості та безпеці харчових продуктів. Це стосується і органічних харчових продуктів.

Категорія якості і безпеки харчових продуктів сьогодні в світі є однією із центральних проблем формування продовольчої безпеки будь-якої держави. У кожній державі

ринок безпечного продовольства має свою назву відповідно до технології виробництва. Так, безпечні продукти в Австрії, Німеччині, Швейцарії, Італії та Франції позначаються як біологічні (*BIO*-продукти); у Швеції, Норвегії, Данії та Іспанії – екологічні (*ECO*-продукти); в Австралії, Великобританії, США, Грузії та Росії – органічні (*ORGANIC*-продукти); у Канаді – органічні, біодинамічні продукти; у Фінляндії – природні, натуральні продукти, а в Естонії – як екологічно чисті [3]. У країнах ЄС екологічно чистою (органічною) продукцією вважається тільки та, яку було вироблено, оброблено та реалізовано відповідно до Міжнародної федерації органічного сільського господарства (*IFOAM*). В ЄС підтримується стабільний попит на органічне зерно, бобові, овочі, фрукти та продукти їх переробки. Водночас у структурі експорту України в Європейський Союз вони займають незначну частку в останні п'ять років: зернові – 7,44 %, істівні плоди й горіхи – 3,53 %, овочі та коренеплоди – 1,1 %. Як відомо, для України характерна зональна спеціалізація: українське полісся вважається зоною розвиненого скотарства, льонарства та картоплярства. У Лісостепу переважно вирощують цукровий буряк зерно та картоплю, а також займаються виробництвом яловичини та молока. У південному степу – баштані, виноград та вівчарство; у північному та центральному степу – виноград, соняшник, розвивається спеціалізоване садівництво та скотарство. Взагалі, скотарство в цілому і вівчарство зокрема є провідною галуззю гірських та передгірських районів Карпат. Для Криму-оптимальним є розвиток садівництва.

Для України життєво необхідною є стратегія впровадження екологічно чистого виробництва, яка повинна визначити шляхи комплексного вирішення екологічних та економічних проблем, забезпечити передумови створення стратегії та методів такого виробництва. В подальшому державне забезпечення розвитку екологічно чистого виробництва в Україні може бути реалізоване через створення умов для доступу суб'єктів господарської діяльності до зовнішніх і внутрішніх інвестицій, розробку та введення стимулів для підприємств, які займаються впровадженням чистих технологій, зокрема, податкового стимулювання зменшення рівня забруднення довкілля, а також їх пільгового оподаткування на початкових стадіях освоєння нових технологій та організації випуску нової продукції, встановлення державного партнерства з малим та середнім бізнесом, зосередження зусиль на програми з реалізації чистого виробництва, зниження обсягів відходів. Розвитком органічного руху в Україні займаються: Федерація органічного руху України, Асоціація «Чиста Флора», Об'єднання «Полтава-органік», Міжнародна Громадська Асоціація учасників біовиробництва «БЮЛан Україна», Асоціація НТІ, Клуб органічного землеробства. Спілька учасників агровиробництва «Натурпродукт» та багато інших організацій. У 2007 році було створено перший український акредитований сертифікаційний орган Органік стандарт, який проводить сертифікацію органічного виробництва в Україні; 10 жовтня 2009 року у Львові Федерацією органічного руху України, за підтримки Міністерства аграрної політики України та Львівської Міської Ради було організовано Перший Всеукраїнський Ярмарок органічних продуктів.

Другий ярмарок було проведено Федерацією органічного руху України теж у Львові 9 жовтня 2010 року, а 15 жовтня 2011 р. та 8 вересня 2012 р. вже Третій та, відповідно, Четвертий Ярмарок також було успішно проведено в Києві. Це стає традицією. На кінець 2015 року сільськогосподарські площі під органічними господарствами становили понад 410 тис. га, що вдвічі більше, ніж 12 років тому. За цим показником Україна 2015 року зайняла 22-е місце у світі. Водночас значна частина сертифікованих органічних продуктів, вироблених в Україні, йде на експорт. Відповідно, насичення внутрішнього ринку цією продукцією недостатнє. Зокрема, це пов'язано з тим, що більшість української органічної продукції – це сировина для виробництва кінцевого продукту (зерно, бобові, олійні культури). В останні роки активно розвивається переробка цієї продукції (українські сертифіковані крупи, повидло, соки, сиропи, сухофрукти, чаї, м'ясні та молочні продукти тощо) [5, 6].

Дослідження Федерації органічного руху України свідчать, що сучасний внутрішній споживчий ринок органічних продуктів в Україні почав розвиватись з 2006–2007 рр., склавши у 2006 році – 400 тис. євро, у 2009 – 1,2 млн. євро, у 2011р. цей показник зріс до 5,1 млн. євро; у 2013 р. – до 12,2 млн. євро, у 2014 р. – до 14,5 млн. євро., а у 2015 р. – до 17 млн. євро. Згідно з Законом України, органічна продукція – це продукція, отримана в результаті сертифікованого виробництва, під час якого виключається застосування хімічних добрив, пестицидів, генетично модифікованих організмів (ГМО), консервантів тощо. На всіх етапах виробництва (вирощування, переробки) застосовуються методи, принципи та правила, визначені цим Законом для отримання натуральної (екологічно чистої продукції), а також збереження та відновлення природних ресурсів [1].

На сучасному етапі розвитку органічного сільського господарства Україна має перспективні умови для розвитку органічного виробництва внаслідок зростання зацікавленості міжнародних покупців, поступового підвищення рівня обізнаності населення щодо органічних продуктів та наявності активних представників органічного сектору. Розвиток органічного ринку України знаходиться у фазі зростання життєвого циклу, який вимагає значних інвестицій для подальшого росту. Багато виробників органічної продукції ще не досягли рівня самоокупності або використання своїх прибутків для реінвестування у бізнес, розвиток ринку, зростання компетенції, становлення технологій та підвищення конкурентоспроможності з метою організації виробничо-збутових ланцюгів та підвищення рівня продажу органічної продукції. В Україні спостерігається низька конкуренція серед виробників. Цей факт разом з вузьким асортиментом органічних продуктів, регіональним розпорошенням органічних виробників та постійно зростаючим попитом має наслідком те, що органічний ринок в Україні є ринком продавця з позиції геомаркетингу [4].

З метою підтримки розвитку українського органічного сектору вкрай потрібно з боку державних органів влади: нормативно-правова база має бути привабливою для вітчизняних та закордонних інвесторів для забезпечення якості та безперервності постачання органічної продукції. Термін «органічний продукт» повинен бути чітко визначеним та законодавчо захищеним для підвищення прозорості взаємовідносин між споживачами та виробниками. Закріплення термінологічних понять органічного виробництва підтримає розвиток органічного ринку шляхом надання можливості ідентифікації продукції, посилення довіри та захисту інтересів споживачів, запобігання нечесній конкуренції. Необхідний перший важливий крок до розвитку ринку органічної продукції, який вже зробила Україна. Економічно обґрунтована та ефективна контролююча система ще більше сприятиме розвитку ринку, якщо вона не буде занадто складною, а орієнтуватиметься на запобігання появі фальсифікованого маркування і дотриманні вимог органічного виробництва. Досвід інших країн свідчить, що узгоджена та цільова підтримка органічного сільського господарства особливо розвитку та впровадженню національного плану дій може сприяти формуванню ринку. Такий план дій має бути розроблений під керівництвом відповідальних органів державної влади України із залученням учасників органічного сектору на етапах розробки та впровадження. Це можуть і повинні стати асоціації виробників, трейдерів, сертифікаційних органів, виконавців проєктів технічної допомоги та інші учасники екологічного виробничого руху [4].

**Висновки.** За останні 10 років було закладено важливі основи для побудови органічного сільського господарства в Україні. Відносно розширення виробництва існують певні виклики, зокрема, щодо подальшого технічного розвитку за умови дотримання вимог та забезпечення якості. Має бути підвищена ефективність наявних способів виробництва, вони повинні бути впроваджені та випробувані. Викликаною часом є необхідність покращення якості продукції, диверсифікацію пропозиції органічних продуктів та збільшення доданої вартості в сільськогосподарському виробництві, завдяки обсягам переробки.

Економічно чисте сільськогосподарське виробництво, яке характеризується мінімальним використанням хімічних добрив та засобів захисту рослин, не використовує генетично модифіковані організми, базується на бережливому ставленні до природи

і одночасно є ефективним. В аграрному секторі економіки Україні має значні перспективи завдяки сприятливим і особливим природно-кліматичним умовам. Зокрема: 1) Приблизно 40 % території України займають потенційно родючі ґрунти, які не забруднені до небезпечних меж, що сприяє вирощуванню екологічно чистої продукції на рівні найсуворіших світових стандартів. 2) Високий вміст гумору в грантах (3–5 %) і суглинковий механічний склад чорноземів забезпечують високу врожайність, особливо щодо зернових та олійних культур. 3) Виробничий потенціал сільського господарства України, який використовується лише на 30 %, дозволяє виробляти у 10 разів більш, ніж було витрачено (так званий «Закон Подолинського») [4]. 4) Нормативно-правова база підтримує та стимулює розвиток органічного виробництва в Україні, тим самим обмежує застосування генетично модифікованих організмів; 5) Зростає попит на органічну сільськогосподарську продукцію – за результатами досліджень більше 60 % населення готові купувати саме цю продукцію [6]. 6) Органічне сільськогосподарське виробництво – це виробнича філософія, яка забезпечує бережливе ставлення до навколишнього середовища, збереження здоров'я населення і майбутніх поколінь, толерантне ставлення до сільськогосподарських тварин.

Отже, на сучасному етапі економічного розвитку аграрний сектор вважається найперспективнішим у найближче десятиріччя, адже його розвиток є високоспеціалізованим серед галузей господарства України. Вплив природного чинника на результати органічного сільськогосподарського виробництва є багатоаспектним. Лише досліджуючи економічний ефект конкурентоспроможної сільськогосподарської діяльності крізь призму збереження та відновлення природних ресурсів, Україна має шанси відбутися як впливовий виробник регіонального (європейського) та світового ринку.

### Список літератури

- 1 Виклики і шляхи агропродовольчого розвитку / [Пасхавер Б.Й., Шубравська О.В., Молдаван Л.В. та ін.]; за ред. акад. УААН Б.Й. Пасхавера; НАН України; Ін-т екон. та прогнозів. – К., 2009. – 314 с.
- 2 Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахистному землеробстві / За ред. М.К. Шикіули. – К.: Оранта, 1998. – 680 с.
- 3 Ільяків Л. Екологічно чисте виробництво: зарубіжний досвід та Україна / Л. Ільяків // Інноваційна економіка. – 2010. – № 3 (41). – С. 14.
- 4 Липчук В.В. Рекомендації з поліпшення конкурентоспроможності органічної продукції на ринку України: каталог наукових розробок / В.В. Липчук, Б.І. Шувар; за ред. В.В. Снітинського, В.І. Лопушняка // Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву. – Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2010. – Вип. 10. – С. 105–106.
- 5 Органік в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.orgnic.com.ua>
- 6 Офіційна сторінка Українського національного інформаційного агентства. – 2011–2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrinform.ua/ukr/order/?id=1066482>

D.Y. GRYNIUK

### ***RATIONAL NATURAL RESOURCES MANAGEMENT AND COMPETITIVE DEVELOPMENT OF ORGANIC AGRICULTURE IN UKRAINE***

*The interaction of rational nature management and the development of progressive agricultural production in Ukraine is explored. The conditions of formation of competitive agriculture on the basis of production of organic products, which should strengthen the food security of the state, are analyzed.*

**РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ТЕРРИТОРИИ  
ОТ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ  
НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОГО РАЙОНА**

*ФГАОУ «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,  
г. Томск, Россия,  
any7978@yandex.ru*

*Рассмотрены основные положения подготовки и разработки генеральной схемы очистки территории от твердых коммунальных отходов в соответствии со спецификой специализации и развития отдельного района. Разработана генеральная схема очистки территории Томского района, выявлены отличительные особенности существующей схемы и предложены решения по ее совершенствованию. Установлено, что проведение данных мероприятий, приведет к сокращению площадей загрязненных земель, а также повышению экономической эффективности сбора, сортировки, переработки и утилизации отходов.*

Генеральная схема – это комплекс работ, направленный на совершенствование существующей системы обращения с отходами с целью сокращения текущих затрат и площадей загрязненных земель. Ее разрабатывают в соответствии с действующим экологическим и санитарно-эпидемиологическим законодательством РФ в совокупности с генеральным планом развития соответствующей территории.

Каждый субъект РФ представляет собой уникальную территориальную единицу, включающую в себя совокупность факторов экономической, экологической, социальной и правовой сфер, которые тесно взаимодействуют друг с другом. Отсюда появляется необходимость детального рассмотрения проблем субъекта в области обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО). Ключевыми факторами, определяющими направления исследования, являются экономическая специализация района, существующая схема обращения с отходами и места их утилизации, число населенных пунктов и населения в нем.

Исследователи подчеркивают, что генеральная схема является организационной основой функционирования системы санитарной очистки территории и обращения с отходами [3, 6, 1]. Для увеличения эффективности ее внедрения необходим детальный анализ существующей ситуации для отдельных населенных пунктов [10, 5]. Такая необходимость обусловлена некоторыми параметрами: удаленность населенных пунктов от административного центра или полигона, специализация производства и др. Отсюда проводится расчет объемов накопления отходов и формируются предположения по ее экономической эффективности.

Как правило, несовершенство существующей системы обращения с отходами связано с упущениями в законодательной базе каждого субъекта РФ и России в целом. Типичными недочетами, на которые следует обращать внимание при анализе схем очистки территорий, могут быть ошибки в экономических расчетах, упущение одного из опорных факторов разработки, противоречие действующему законодательству, в том числе несоблюдение формы текстовой и графической части [2]. Некоторые авторы приводят собственные перечни подобных упущений при разборе несовершенства нормативно-правовых актов в области обращения с отходами в целом, которые помогут в дальнейшем избежать допущенных [11,4].

Цель работы – изучение особенностей подготовки генеральной схемы очистки территории Томского района, а также ее разработка по заданию Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- проанализировать нормативно-правовую документацию, регламентирующую форму и содержание генеральной схемы;
- определить отличительные признаки экономической, экологической и социальной инфраструктуры данной территориальной единицы;
- систематизировать количественные показатели, предоставленные администрациями сельских поселений Томского района;
- провести аналитическую обработку данных и подготовку текстовой части;
- выделить недочеты существующей системы обращения с отходами и предложить мероприятия для ее совершенствования;
- передать полученные материалы на обработку и согласование органам местного самоуправления.

Исходными данными для разработки генеральной схемы Томского района стали следующие параметры.

1. **Расстояния от полигонов ТКО и временных пунктов накопления отходов до населенных пунктов.** Как правило, их размещение планируется вблизи административных центров на расстоянии, не превышающем рентабельное (25–30 км). В Томском районе 11 % населенных пунктов удалены на большее расстояние.

2. **Численность и плотность населения.** Томский район – самый плотно населенный район Томской области (по 7,21 чел./1 км<sup>2</sup> – данным на 01.01.2016) [9]. Около 33 % от общего числа населенных пунктов имеет относительно низкую численность населения (до 500 чел.), поэтому их необходимо обустроить контейнерными площадками соответствующей вместимости и обеспечивать вывоз отходов не реже одного раза в неделю.

3. **Число личных подсобных хозяйств** в сельских поселениях.

4. **Нормы накопления коммунальных отходов**, определяемые для населения, а также для учреждений и предприятий общественного и культурного назначения.

Дополнительно Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области направлял запросы в Администрации сельских поселений о предоставлении информации по определенным пунктам.

Основная часть пояснительной записки генеральной схемы включает в себя расчеты показателей накопления отходов для каждого поселения и в целом, число полигонов и временных пунктов накопления, а также число мусоровозов, необходимое для обеспечения бесперебойной транспортировки ТКО к месту их утилизации или переработки.

Расчеты производили следующим образом. Исходную численность жителей благоустроенных и неблагоустроенных жилых домов умножали на нормы накопления ТКО по формулам (1–2):

$$V_{\text{б}} = N_{\text{б}} \cdot Q_{\text{б}} ; \quad (1)$$

$$V_{\text{нб}} = N_{\text{нб}} \cdot Q_{\text{нб}} , \quad (2)$$

где  $V_{\text{б}}$ ,  $V_{\text{нб}}$  – объемы накопления ТКО благоустроенных и неблагоустроенных жилых домов соответственно;

$N_{\text{б}}$ ,  $N_{\text{нб}}$  – нормы накопления ТКО в благоустроенных и неблагоустроенных жилых домах соответственно;

$Q_{\text{б}}$ ,  $Q_{\text{нб}}$  – численность населения благоустроенных и неблагоустроенных жилых домов соответственно.



В соответствии с этими расчетами условно устанавливали периодичность вывоза отходов (согласно разрабатываемому графику не реже 1 раза в неделю). Аналогично проведенным расчетам получали данные для объектов инфраструктуры.

Необходимое количество мусоровозов при системе несменяемых сборников и контейнерных машин при сменяемых контейнерах ( $n$ ) рассчитывали по формуле:

$$n = Q_c / B * k_{исп}, \quad (3)$$

где  $Q_c$  – расчетное среднесуточное накопление отходов с учетом неравномерности накопления, куб. м;

$B$  – производительность 1 мусоровоза за 1 рабочий день, куб. м;

$k_{исп}$  – коэффициент использования автомобилей в парке, равный 0,7.

Производительность работы мусоровоза за один рабочий день ( $B$ ), куб. м, определяется числом совершаемых в рабочий день рейсов и вместимостью кузова:

$$B = r * C, \quad (4)$$

где  $r$  – число рейсов из района погрузки мусора в пункт приема и обратно в течение 1 рабочего дня;

$C$  – полезная вместимость кузова мусоровоза, куб. м.

При расчете необходимого количества мусоровозов использовали параметры мусоровоза марки КО-440-4. Расчеты показали, что для организации вывоза отходов с территории Томского района необходимо 23 мусоровоза марки КО-440-4.

Реализация генеральной схемы в рамках государственного проекта представляет собой серьезные экономические затраты. Как правило, расходы предусматриваются на реконструкцию существующих полигонов ТКО, строительство новых полигонов, предусмотренных проектными решениями генеральной схемы, а также обустройство контейнерных площадок и пунктов временного накопления на территории населенных пунктов. Далее приведены потенциальные вложения и расходы, возникновение которых возможно при реализации генеральной схемы Томского района. Расчет проводился по методикам, предложенным сотрудниками Департамента природных ресурсов, студентов других ВУЗов, а также согласно прайс-листам коммерческих компаний, предоставляющих свои услуги в данной области.

Основные экономические затраты сводятся к реконструкции существующих полигонов ТКО и их дальнейшей эксплуатации и строительство объектов временного накопления отходов. Со вторым ситуация обстоит сложнее – как правило, такие объекты планируют на местах существующих свалок поселений, которые занесены в общий реестр. На данный момент именно они являются подобными пунктами накопления, но официально такими они не признаются, так как по актуальному законодательству любая свалка является незаконной.

Согласно Постановлению Администрации г. Томска по муниципальной программе развития коммунальной инфраструктуры на полигон ТКО, расположенный вблизи с. Сухоречье, в 2017–2019 гг. предусмотрено в среднем по 95,5 млн. руб. [8]. Из этого же документа видно, что строительство одной мусороперегрузочной станции обошлось бы в 100 млн. руб. в 2015 году, однако из-за изменений в законодательстве от строительства такой станции власти отказались. Вместо этого была начата работа по подготовке проектно-сметной документации для мусороперерабатывающего завода, стоимость строительства которого, по предварительным данным, может составить 300 млн. руб. Работу планируется выполнять поэтапно – изначально реализовать завод меньшей мощности стоимостью до 150 млн. руб. [7].

Такого же типа расходы предусмотрены для полигона вблизи с. п. Моряковский Затон. Данные о стоимости и перспективных расходах в сети Интернет отсутствуют.

Важным вопросом является рекультивация полигона ТКО в с. Новомихайловка. Сейчас он закрыт и не используется уже много лет. Основная проблема такой длительной задержки – отсутствие финансирования. В 2016 году «Спецавтохозяйство» заказало проект, направленный на подготовку проектно-сметной документации, необходимой для участия в федеральной программе по ликвидации накопленного экологического ущерба. Заказ был выполнен за счет собственных финансов компании и составил порядка 7 млн. рублей. В случае одобрения заявки на федеральном уровне, потребуется выделение 300–400 млн. руб. и около 6 лет непрерывной рекультивации. Местный бюджет финансировать такие работы самостоятельно не способен [7].

Пункт накопления и сортировки ТКО должен состоять из трех взаимосвязанных частей: участок накопления ТКО, территория для размещения объекта сортировки ТКО и территория для размещения хозяйственно-бытовых объектов. Общую площадь определяют путем учета всех данных частей. Необходимо приобрести непосредственно мусорные контейнеры отличных цветов с характерными пометками о виде отходов, складуемых в каждом из них. В соответствии с данными компаний, предоставляющих широкий выбор подобных контейнеров, цена варьирует от 5 000 до 200 000 руб. Для проведения расчета были выбраны контейнеры вместимостью 750 литров и стоимостью 15 000 руб. Так как для сбора основных видов отходов требуется минимум 4 контейнера для одной площадки, их стоимость составила 60 000 руб.

На территории Томского района находятся 14 свалок, являющихся местными пунктами накопления, для которых необходима реконструкция согласно природоохранному законодательству и санитарно-эпидемиологическим нормам, а также 5 новых пунктов, предусмотренных разработанной схемой. Для каждого из них потребуется закупка таких контейнеров, т. е. общее число контейнеров будет равно 76 штук. С учетом того, что для одной площадки необходима сумма 60 000 руб., то для 19-ти понадобится 1,14 млн. руб. При этом проектировании ориентир идет на сознательность населения и добросовестную сортировку отходов. К сожалению, многие не придерживаются этих правил, и власти склонны к приобретению ленточного конвейера, стоимость которого выше во много раз.

Также в региональной программе «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления на территории Томской области на 2012–2014 годы и на период до 2020 года» предусматривается строительство комплексов по переработке отходов, производству материалов и продукции из вторичного сырья на территории Томского района с выделением средств в размере 151 млн. руб.

В соответствии с проектным решением планируется покупка 23 мусоровозов марки КО-440-4 стоимостью от 1,83 млн. руб. Для покупки 23 мусоровоза понадобится финансирование в размере 42,09 млн. руб.

Вместимость одного мусоровоза составляет 11 куб. м. или 11 тыс. литров; объем отходов с одного пункта накопления при установке на нем выбранных нами контейнеров – 3 тыс. литров (при максимальной наполненности); т. е. один мусоровоз сможет за рейс собрать мусор с трех-четырех населенных пунктов или точек накопления.

Для оценки затрат на перевозку рассмотрим пример одного из маршрутов Томск – Воронино – Турунтаево – Новорождественское – Сухоречье. Расстояния между этими населенными пунктами составляют 17,3, 44,5 км, 17,7 км и 33,8 км соответственно. Тип топлива транспорта – бензин. Расход бензина на 100 км – 27 литров. Общий расход составляет 4,7 л, 12 л, 4,8 л и 9,1 л, стоимость совершения одного рейса одним мусоровозом 1 024,5 руб.

На данный момент генеральная схема Томского района полностью подготовлена (как текстовая, так и графическая часть) и утверждена Администрацией района. Она вошла в состав территориальной схемы очистки территории Томской области, которая согласована с Департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области и Департаментом архитектуры и градостроительства г. Томска.

Текущий вопрос реализации территориальной схемы связан с согласованием ее финансирования и выделения средств. Департаментом природных ресурсов подготовлена в составе основной программы «Воспроизводство природных ресурсов» подпрограмма, предусматривающая финансирование, запланированное на 2018 год. Изначально было определено, что доли финансирования с федерального и местного бюджета будут равны, однако в рамках муниципального образования такого размера расходы не могли быть осуществлены, поэтому, на повторном заседании была выдвинута идея о перераспределении долей. Новым вариантом стало следующее процентное соотношение: 30 % – местного бюджета, 70 % – федерального. Окончательное решение на сегодняшний момент не принято.

В случае успешного прохождения финансового проекта, новая система обращения с отходами на первых ее этапах будет реализована в следующем порядке:

- 1 организация раздельного сбора отходов на всех пунктах накопления;
- 2 строительство контейнерных площадок и временных пунктов накопления;
- 3 реконструкция существующих полигонов ТКО (на которые есть проектно-сметная документация) и строительство новых полигонов в соответствии с проектными решениями подготовленной территориальной схемы обращения с отходами.

Организация санитарной очистки территории муниципальных образований и утилизация отходов производства и потребления крайне актуальны для улучшения качества жизни населения. В результате данной работы была разработана генеральная схема очистки территории Томского района, выявлены отличительные особенности существующей схемы и предложены решения по ее совершенствованию. Это приведет к сокращению площадей загрязненных земель, а также повышению экономической эффективности сбора, сортировки, переработки и утилизации отходов.

### Список использованной литературы

1 Адам, А.М. Необходимость совершенствования системы обращения с отходами на территории сельских поселений / А.М. Адам, П.В. Ковалев // Роговские чтения: проблемы инженерной геологии, гидрогеологии и геоэкологии урбанизированных территорий: Мат. Всерос. конф. с междунар. участием, посвященная 85-летию со дня рождения профессора Г. М. Рогова, Томск, 7–9 апреля 2015. – Томск : ТГАСУ, 2015. – С. 195–196.

2 Ветошкина, Л.П. Управление отходами: генеральные схемы очистки населенных пунктов / Л.П. Ветошкина, Н.В. Синькова // Твердые бытовые отходы. – 2014. – № 1. – С. 16–19.

3 Давлетшин, Р.Р. О некоторых аспектах реализации генеральных схем очистки территории / Р.Р. Давлетшин, А.А. Гюлишанян // Уральский экологический вестник. – 2014. – № 2. – С. 14.

4 Каташова (Кондрашова), А.Е. Правовые аспекты внедрения генеральной схемы очистки территории на примере Томского района Томской области / А.Е. Каташова // Экология России и сопредельных территорий: мат. XXI Междунар. эколог. студ. конф., Новосибирск, 28–30 октября 2016. – Новосибирск : НГУ, 2016 – С. 316.

5 Мочалова, Т.Н. Государственное управление системой обращения отходами в Томской области / Т.Н. Мочалова // Економіка і управління: проблеми науки та практики: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Дніпропетровськ, 12–13 декабря 2013. – Днепропетровск : ИП Дробязко С.И., 2013 – С. 302–304.

6 Мочалова, Т.Н. Разработка генеральных схем очистки территорий как фактор снижения нег. возд. на зем. рес. / Мочалова Т.Н. // Науки о Земле. – 2015. – № 4. – С. 50–51.

7 Новости в Томске: информационный портал. [Электронный ресурс]. – URL: <https://news.vtomske.ru/news/121278-vmesto-stancii-musoroperegruzki-v-tomske-mogut-postroit-zavod-sortirovki-othodov/> – Дата доступа: 09.05.2017.

8 О внесении изменений в постановление администрации Города Томска «Об утверждении муниципальной программы «Обеспечение экологической безопасности на 2015–2020 годы: постановление администрации города Томска от 30.09.2014 № 982 // [Электронный ресурс]. – URL: [http://admin.tomsk.ru/db1/url/P\\_2015\\_28o](http://admin.tomsk.ru/db1/url/P_2015_28o). – Дата доступа: 06.05.2017.

9 Официальный сайт администрации Томского района [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tradm.ru/>. – Дата доступа: 15.03.2017.

10 Фоминых, А.В. Инновационная концепция обращения с отходами муниципальных образований в рамках реализации генеральных схем санитарной очистки территорий / А.В. Фоминых, Б.А. Антонов, О.В. Титова // Вестник Алтайской науки. – 2009. – № 2. – С. 73–80.

11 Щепачев, В.А. Полномочия органов местного самоуправления в сфере обращения с отходами производства и потребления: проблемы и пути решения / В.А. Щепачев // Местное право. – 2012. – № 3. – С. 33–38.

A.E. KATASHOVA

**DEVELOPMENT OF THE GENERAL SCHEME OF CLEARING  
THE TERRITORY FROM SOLID COMMUNAL WASTE  
ON THE EXAMPLE OF TOMSK DISTRICT**

*There are the main preparation and development of a general scheme for clearing the territory from solid communal waste in accordance with the specifics of specialization and the development of a separate area. A general scheme for clearing the territory of the Tomsk region has been developed, the distinctive features of the existing scheme have been revealed, and solutions have been proposed for its improvement. It is established that the implementation of these measures will lead to a reduction in the areas of contaminated land, as well as an increase in the economic efficiency of waste collection, sorting, processing and disposal.*

**УДК 631.618:504.61:911.52**

В.В. КОВАЛЕНКО

**РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ  
(НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРА ПО ДОБЫЧЕ  
СТЕКОЛЬНЫХ ПЕСКОВ В АГРОГОРОДКЕ ЛЕНИНО)**

*УО «Гомельский государственный университет  
им. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь,  
[verysan.otaku.ru@mail.ru](mailto:verysan.otaku.ru@mail.ru)*

*В статье рассмотрены промышленные ландшафты Беларуси как особый тип антропогенных ландшафтов. Приведена классификация промышленных ландшафтов, освещены особенности их формирования и развития, изучено размещение промышленных ландшафтов на территории Беларуси. Охарактеризованы методы рекультивации промышленных ландшафтов на примере карьера по добыче стекольных песков в агрогородке Ленино.*

На современном этапе антропогенный фактор стал преобладающим в создании и изменении уже имеющихся природных ландшафтов. Ежегодно увеличивается роль

промышленных антропогенных ландшафтов в структуре географической оболочки Земли. В течение процесса их создания и функционирования изменяется структура природных ландшафтов.

Природные ландшафты, занятые различными промышленными предприятиями, постройками и фабриками, а также карьерными комплексами, начинают рассматриваться как особый вид антропогенных ландшафтов, именуемых промышленными.

Промышленные антропогенные ландшафты по техническому назначению классифицируются на присваивающий и производящий тип. Присваивающий тип формируется вокруг изымающих отраслей промышленности, в то время как производящий – вокруг перерабатывающих производств [2, с. 179]. Оба типа ландшафтов характерны для всех стран, но отмечается преобладание первого типа в слаборазвитых странах, а второго в высокоразвитых, что обеспечивает неравномерность их размещения и определяет уровень экологического состояния и технологического развития страны.

В размещении присваивающих и производящих типов промышленных ландшафтов существует своя зональность и азональность. Зональность в размещении промышленных ландшафтов выражается в объеме потребления возобновляемых ресурсов. В эту категорию входит объем использования воды и размер зоны с наличием водоемов-охладителей. Зонально расположены ландшафты, где размещены промышленные площадки, которые требуют для своего развития охлаждающие устройства. Водоемы-охладители особенно востребованы в жарких районах, так как обеспечивают защиту технического оборудования при перегреве. Потребление воды для предотвращения разветвления тонкодисперсных фракций золы в районах с хранилищами разнообразных отходов тоже подчинено законам зональности.

Таким образом, если хранилище отходов расположено в лесной зоне, то вода на заливку шламо- и золохранилищ не используется за счет наличия естественной влаги; расположение хранилищ в лесостепной зоне требует воду для заливки только в более теплое и сухое время года; наибольшее количество воды для предотвращения запыления атмосферы необходимо в сухостепной зоне [2, с. 192].

Азональность в размещении ландшафтов проявляется в период застройки территории технологическими конструкциями, которые не подчиняются каким-либо закономерностям и определяются такими азональными компонентами как грунты, геологическое строение территории и фундаменты строений, так как надежность и устойчивость промышленного сооружения обусловлены прочностью основания и фундамента [2, с. 191]. Основание представлено слоями грунта, который принимает на себя нагрузку от конструкции и оказывает влияние на прочность фундамента. Для промышленных предприятий несоответствующими считаются ландшафты со слабыми грунтами (пльвуны и фильтрующие) и наличием скалистых пород. Благоприятными для промышленности грунтами являются уплотненные гравелистые смеси, сухие супеси и суглинки. Рельеф участка, наличие неблагоприятных природных явлений также могут не подчиняться закону широтной зональности. Азональным может быть и используемое сырье для нужд производства.

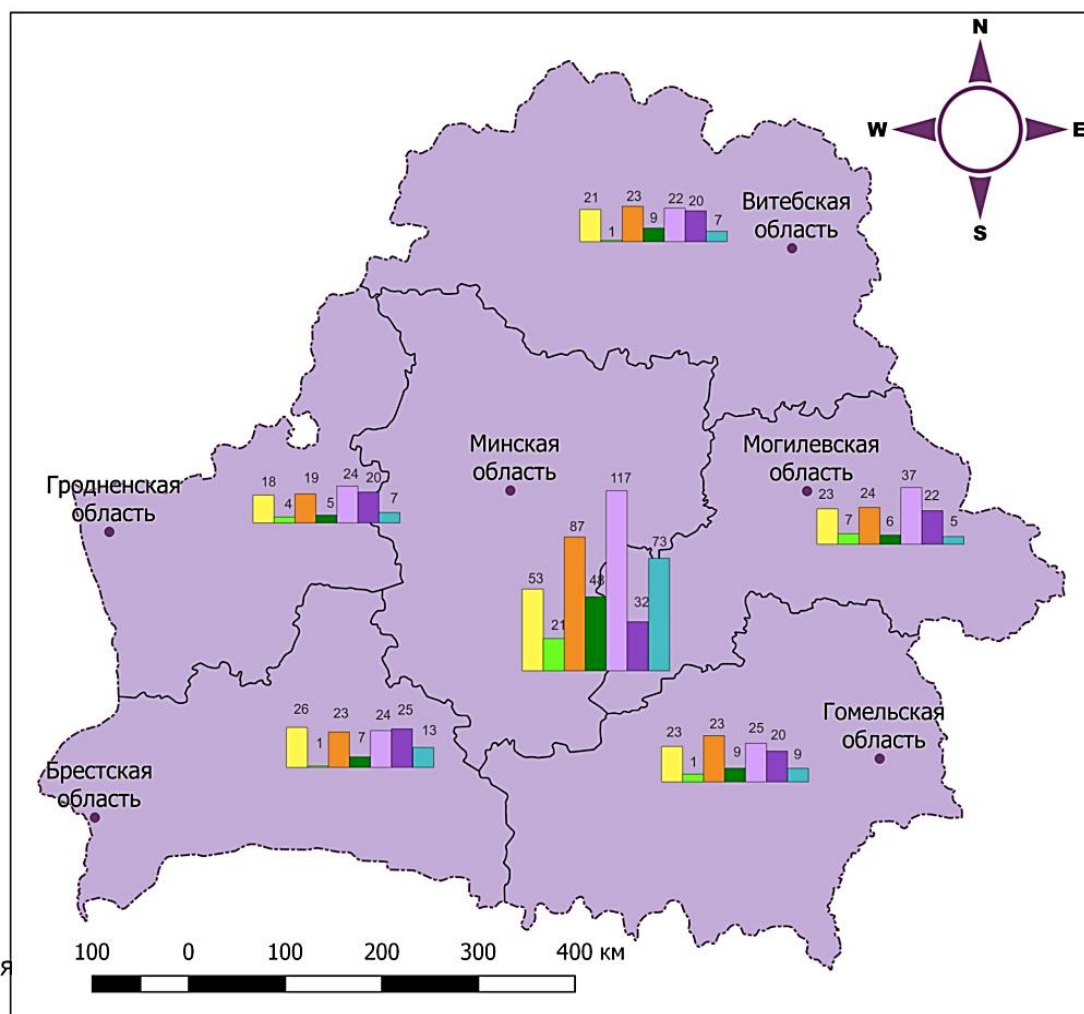
Развитие промышленных ландшафтов возникает по мере увеличения технологических нагрузок, когда начинается активная деградация наименее устойчивых геоконструкций и происходит сглаживание различий между соседними геосистемами.

Трансформация ландшафта проявляется в преобладании нового техногенного рельефа, насыщенных грунтов, распределенного по всей территории техногенного вещества, которое представлено отработанным промышленным сырьем, измененным гидрологическим режимом и наличием искусственных посадок растительности либо полным её отсутствием, в результате чего происходит снижение разнообразия и устойчивости природных ландшафтов [2, с. 185].

В Республике Беларусь достаточно быстро развивается промышленность и с каждым годом все большее количество территорий занимают промышленные площадки, и,

следовательно, возрастает количество ландшафтных структур промышленного типа. Размещение и степень преобразования промышленных ландшафтов зависят от развития инфраструктуры и наличия производственных сил, поэтому преобладающая часть промышленных ландшафтов сконцентрирована в крупных экономических центрах страны.

Функционирование различных отраслей определяет формирование подклассов промышленных ландшафтов (рисунок 1).



### Легенда

• Области Беларуси

Количество промышленных предприятий

- предприятия пищевой промышленности
- предприятия химической промышленности
- предприятия металлургической промышленности
- предприятия машиностроения
- предприятия лесной, деревообрабатывающей и ц-б промышленности
- предприятия промышленности строительных материалов
- предприятия легкой промышленности

Рисунок 1 – Карта количества промышленных предприятий областей Республики Беларусь

Примечание – Составлен автором по данным [4].

В нашей стране имеется семь подклассов промышленных ландшафтов, которые размещаются в соответствии с географией промышленного производства, каждый из которых имеет свои специфические черты:

- 1) подкласс ландшафтов, преобразованных пищевой промышленностью;
- 2) подкласс ландшафтов, преобразованных химической промышленностью;
- 3) подкласс ландшафтов, преобразованных металлургической промышленностью;
- 4) подкласс ландшафтов, преобразованных комплексами машиностроения;
- 5) подкласс ландшафтов, преобразованных лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленностью;
- 6) подкласс ландшафтов, преобразованных промышленностью строительных материалов;
- 7) подкласс ландшафтов, преобразованных легкой промышленностью.

Эксплуатация ландшафтов в каждой отрасли имеет негативные последствия. Для того чтобы предотвратить деградацию ландшафтных компонентов проводят мероприятия по рекультивации, которая частично восстанавливает плодородие и хозяйственную ценность нарушенных земель, а также улучшает экологическое состояние окружающей среды.

Рекультивация может быть технической и биологической. В процессе технической рекультивации проводят мероприятия по снятию и складированию плодородного слоя почвы, распланировке участка, перемещению и засыпанию плодородной почвы на рекультивируемую площадь, постройке водоподводных каналов, созданию противоэрозионных конструкций. Реализация технического этапа рекультивации присуща горнодобывающим предприятиям. При биологической рекультивации разрабатывают мероприятия по восстановлению плодородного слоя почвы и возрождению первичной флоры и фауны. Биологическую рекультивацию проводят предприятия лесохозяйственного или сельскохозяйственного назначения [1].

Сегодня технология рекультивации изменяется в зависимости от дальнейшего использования восстановленных земель и вследствие чего выделяют следующие виды биологической рекультивации: 1) сельскохозяйственная; 2) лесохозяйственная; 3) водохозяйственная; 4) рекреационная; 5) природоохранная; 6) санитарно-гигиеническая; 7) строительная [2].

Процесс рекультивации был изучен на примере месторождения «Ленино» в Добрушском районе Гомельской области, где с 1958 и до 2014 года происходила добыча кварцевых песков.

Разработка месторождения производилась по сплошной однобортовой системе разработки с параллельным продвижением фронта вскрышного уступа. Добываемый материал представлен кварцевыми песками неогенового времени с незначительной примесью других минералов в общем объеме 24 173,1 тыс. т. Вскрышные породы представлены почвенно-растительным слоем средней мощностью 0,2 м. Основная вскрыша представлена грубыми супесями, песками, реже суглинками средней мощностью 3,29 м, а мощность плодородного слоя почвы – 0,2 м. Плодородный слой почвы постоянно срезался скреперами и транспортировался с последующим складированием на рекультивируемые площади. Объемная масса вскрыши составила 519 424 м<sup>3</sup> [3, с. 36].

Начальная стадия эксплуатации карьера придерживалась параметров системы работ, принятых в соответствии с проектируемой системой разработки, технологическими характеристиками горного оборудования и требованиями «Правил безопасности и охраны труда при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» 1997 г. и рекомендаций «Строительных норм Беларуси» (СНБ).

Для уменьшения вредного влияния горных работ проектом были предусмотрены следующие мероприятия [3]:

- для уменьшения загрязнения горюче-смазочными материалами заправка и смазка транспорта производилась на специальных площадках, покрытых слоем песка;
- в летнее время для предотвращения пылеобразования карьерные дороги поливались 20–30 %-ным раствором хлористого кальция;

- карьерное оборудование размещалось с учетом преобладающего направления ветров;
- строго не допускался разлив горючих материалов, чтобы избежать возгорания.

Вопреки используемым мерам по охране недр, открытый способ добычи оказал мощное воздействие на составляющие ландшафт компоненты.

Длительная разработка карьера открытым способом повлияла на все компоненты природной среды. Влияние на почву проявилось в ее загрязнении горюче-смазочными материалами и промывочной жидкостью, в растительном мире произошло изменение травяного покрова и была уничтожена древесно-кустарниковая растительность, а загрязнение приземного слоя атмосферы и в настоящее время негативно сказывается на росте и развитии многих видов флоры. В поверхностных водах произошло нарушение естественного химического баланса за счет поступления тяжелых элементов от карьерного транспорта и вскрышных работ. Наиболее мощной трансформации при добыче полезного ископаемого был подвержен рельеф, так как на каждую тонну добываемого компонента было извлечено несколько кубометров вскрышной породы, и по причине этого площадь отвалов стала в несколько раз больше, чем площадь карьера, что привело к преобладанию положительных форм рельефа.

Для защиты от последующей деградации природных компонентов в 2004 году был разработан проект по рекультивации месторождения. Техническая рекультивация сводится к переэкскавации части породных отвалов в выработанное пространство и последующему выравниванию прибортовой полосы карьера. Основными работами являются перемещение и складирование вскрышных пород у границ карьерного поля на нерабочих бортах в ленточные отвалы, а почвенного слоя в ленточный склад на дно в центре отработанного карьерного поля, перемещение вскрышных пород на выложенную поверхность бортов и дно карьера и укладка почвенного слоя на вскрышные породы.

Полный анализ данного технического решения на практике показывает, что основным его недостатком является низкая устойчивость сформированных из рыхлых отложений выложенных бортов карьера к водной эрозии. При разработке месторождений песка вновь сформированные борта рекультивированной выработки размываются дождевыми и тальными водами, в связи с чем затягивается их естественное зарастание. Кроме того, данный способ связан с повышенной опасностью работы горного оборудования на бортах карьера из-за возможности их обрушения или оползания, а также с дополнительным нарушением земель за пределами контура карьера.

Для последующих этапов рекультивации в создании растительного покрова применялся посев многолетних трав, активная смесь которого включала воду, почву, опилки, семена, небольшие дозы минеральных удобрений, пленкообразующие материалы и т. д.

Также была произведена озеленение поверхности отвалов с помощью многолетних трав и древесно-кустарниковой растительности, подобранной для данного типа почвы, что позволило ослабить эрозионные процессы и повысить устойчивость откосов, а также ускорить образование многоярусных сообществ биоты.

В настоящее время рекультивация отработанных площадей месторождения кварцевых песков «Ленино» осуществлена в соответствии с Корректировкой на рекультивацию, разработанной УП «Белгеостром» в 2004 г., под лесопосадку. В 2014 году рекультивировано и передано постоянному землепользователю примерно 6,6640 га земель [3, с. 38]. Ориентируясь на данные планового проведения горных работ можно заключить, что из всей площади карьера (225 га земель) на 2015 год со стороны откоса был восстановлен участок площадью 6,6 га.

### **Список использованной литературы**

1 Волков, С.Н. Землеустройство. Т. 3. Землеустроительное проектирование / С.Н. Волков. – М.: Колос, 2002. – 384 с.



2 Казаков, Л.К. Ландшафтоведение: учеб. пособие для студентов / Л.К. Казаков.– М.: Академия, 2011. – 336 с.

3 План развития горных работ на 2014 год по месторождению кварцевых песков «Ленино» / ОАО «Гомельстекло» – Гомель: Филиал «Гомельской ГОК», 2013. – 55 с.

4 Реестр предприятий [Электронный ресурс] / Бизнес-портал. – URL: <http://reestr.by> – Дата доступа: 12.04.2017.

V.V. KOVALENKO

***RECOLTIVATION OF INDUSTRIAL LANDSCAPES  
(BY THE EXAMPLE OF THE OPEN PIT ON  
GLASS SANDS EXTRACTION IN THE AGROTOWN OF LENINO)***

*In the article the industrial landscapes of Belarus as a special type of anthropogenic landscapes are considered. A classification of industrial landscapes is given, the features of their formation and evolution are covered, and the spatial distribution of industrial landscapes in the territory of Belarus is studied. The methods of recultivation of industrial landscapes by the example of the open pit on glass sands extraction in the agrotown of Lenino are characterized.*

**УДК 624.131.3**

О.Н. КОДОЛИЧ, К.М. КЛЮЧИНСКАЯ

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

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

*В статье акцентируется внимание на оценке качества окружающей среды как основе экологической политики, которая определяется как система управления качеством окружающей среды в Республике Беларусь на основе сочетания геоэкологических и экономических интересов современного общества. Изучены основные аспекты геоэкологических проблем и геоэкологического состояния компонентов геологической среды.*

Геологическая среда – верхние горизонты литосферы, взаимодействующие (актуально или потенциально) с техносферой (техническими объектами). Согласно Е.М. Сергееву под геологической средой понимается «верхняя часть литосферы, которая рассматривается как многокомпонентная динамичная система, находящаяся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека и, в свою очередь, в известной степени определяющая эту деятельность».

Геологическая среда в целом выполняет четыре основные экологические функции: ресурсную, геодинамическую, геохимическую и геофизическую. Геологическая среда считается неустойчивой, если она сформировалась в термодинамической обстановке, не соответствующей современным физико-географическим условиям. Геологическая

среда обладает определенными физическими, геохимическими, биологическими и инженерно-геологическими свойствами, которые оцениваются экологическим качеством. Сущность рационального использования природных ресурсов при инженерной деятельности человека и состоит в познании процессов взаимодействия основных компонентов геологической среды с различными инженерными сооружениями и в предотвращении или снижении воздействия на нее техногенных процессов.

Возросшее в последние десятилетия антропогенное воздействие на окружающую среду вызывает необходимость проведения исследований, ориентированных на *оценку геоэкологического состояния* территории, для выявления региональных изменений в окружающей среде. Наряду с зонами чрезвычайной ситуации и экологического бедствия целесообразно идентифицировать регионы с напряженной геоэкологической ситуацией, где в результате хозяйственной деятельности произошли негативные изменения в состоянии окружающей среды с последующей разработкой мероприятий по минимизации отрицательного воздействия и устранению загрязнений [1].

Состояние окружающей среды и ее качественные характеристики должны обеспечивать как устойчивое развитие страны, так и сохранение жизни и здоровья человека. В этой связи стандарты качества окружающей среды являются, с одной стороны, инструментарием оценки ее качественного состояния, а с другой, призваны стать регулятором уровней воздействий на природную среду с учетом геоэкологических требований при принятии и реализации хозяйственных решений [2].

Геоэкологическое состояние в Беларуси имеет свои особенности. В результате ухудшения геоэкологической обстановки в Республике Беларусь около 3 млн. человек постоянно ощущают воздействие поступающих в атмосферу вредных веществ, в 5 и более раз превышающих их предельно допустимые концентрации. Таким образом, большинство населения страны находится в зонах повышенной геоэкологической безопасности.

Огромное влияние на геоэкологическое состояние страны оказала катастрофа на Чернобыльской АЭС. Эта авария является самой тяжелой и трагической из всех 26 произошедших к тому времени (26 апреля 1986 г.) подобных аварий в мире. На долю Республики Беларусь пришлось около 70 % загрязненной радионуклидами территории Европейской части бывшего СССР. В зоне радиоактивного загрязнения оказалось 23 % территории республики, где до переселения проживало свыше 2,2 млн. человек, расположено 53 города и около 4 тыс. населенных пунктов. Вследствие выпадения большого количества радиоактивных долгоживущих элементов из сельскохозяйственного оборота минимум на 30 лет выбыло 265 тыс. га сельхозугодий. Загрязнение леса выявлено на 25 % лесного фонда страны, на котором в течение многих десятилетий невозможно обычное ведение лесного хозяйства и многоцелевое использование леса [3].

Сложная ситуация с *атмосферным воздухом*. За последние годы в воздушное пространство Республики Беларусь в среднем за год выбрасывается около 2100 тыс. т загрязняющих веществ. Основными источниками этих выбросов являются автотранспорт, объекты энергетики и промышленные предприятия. Большая их часть производится передвижными источниками, преимущественно автотранспортом – 80 %. На долю стационарных источников приходится около 20 % суммарных выбросов. Распределение выбросов на территории Беларуси неравномерно. Наибольшее количество загрязняющих веществ выбрасывается в атмосферу на территории Минской и Витебской области. Ежегодно на территорию Беларуси в среднем выпадает около 300 тыс. т серы, 114 тыс. т окисленного азота 82 тыс. т восстановленного азота [4].

Остро стоит вопрос с загрязнением *водных ресурсов*. В Республике Беларусь отмечается практически общерегиональное ухудшение качества воды, особенно поверхностных источников. Очистке подвергается значительная часть бытовых и производственных сточных вод. Однако далеко не все города, не говоря уже о сельских населенных пунктах, имеют очистные сооружения и далеко не везде обеспечивается должный эффект очистки.

В природных водах в недопустимых пределах отмечается присутствие тяжелых металлов (меди, никеля и др.). Таким образом, речь идет о чрезмерной нагрузке на источники пресной воды, затронувшей не только поверхностные воды (реки, озера), но и подземные воды. Качество воды в 40–50 % колодцев не отвечает действующим стандартам. Из общего числа опробованных подземных источников более 30 % не соответствуют СанПин по химическим показателям и около 6 % – по микробиологическим. В некоторых местах отмечаются случаи загрязнения глубоких подземных вод, на которых в основном базируется коммунально-бытовое водоснабжение городов [5].

Очевидно, что проблемы геоэкологии и перспектив человеческого существования как в актуальных условиях XXI в., так и в исторической перспективе выступают важной компонентой современного социокультурного знания и научного поиска.

Прежде чем искать пути разрешения, необходимо определить основные аспекты изучения геоэкологических проблем. Основное место в исследовании проблемы занимает *научный аспект изучения*. Наука отреагировала на глобальную геоэкологическую проблему созданием новой отрасли – *социальной экологии*. Ее задачами являются: изучение экстремальных ситуаций, возникающих вследствие нарушения равновесия во взаимодействии общества и природы, выяснения антропогенных, технологических, социальных факторов, обуславливающих экологический кризис и поиск оптимальных путей выхода из него, выявление средств минимизации негативных разрушающих последствий геоэкологических катастроф, создание программ решения геоэкологических проблем. Рассмотрение способов геоэкологической переориентации экономики, технологии, образования и общественного сознания в целом [6].

В настоящее время основные последствия загрязнения окружающей среды носят широкомасштабный характер и проявляются в виде экологического кризиса. *Экологический кризис* – напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений ресурсно-экологическим возможностям биосферы.

Основными формами проявления экологического кризиса являются следующие экологические проблемы: изменение климата, сохранение озонового слоя, обезлесение, опустынивание, количественное и качественное истощение вод суши, загрязнение вод Мирового океана, сокращение биологического разнообразия, проблема утилизации отходов и др. Эти проблемы влекут как рост заболеваемости населения, обусловленный ухудшением качества окружающей среды, так и другие негативные последствия.

В качестве доминирующих среди региональных геоэкологических проблем по степени их воздействия на состояние здоровья населения выделяют загрязнение водной, воздушной среды, почвы, пищевых продуктов растительного и животного происхождения [7].

*Научный анализ* показывает размеры кризисной ситуации. С начала техногенного развития на Земле уничтожено около трети площади лесов, загрязнение океана нефтепродуктами, ядохимикатами, неразстворимым пластиком достигло катастрофических размеров. На современном этапе технизация общества охватила все его сферы, которая негативно отражается на живой природе [5].

Роль науки в преодолении глобального экологического кризиса связана не только с осознанием причин геоэкологического коллапса, сущности и многообразия рисков и негативов для развития человечества, критикой технофобии и призывами к освобождению от «демонов техники». Наука в полной мере проявляет себя как деятельная производительная сила и фактор регуляции общественного развития, она предлагает реальные меры по технологии очистки отходов, возможности перехода производства на замкнутые циклы, природосберегающие технологии, перехода к безмашинному и безотходному производству, эффективному использованию энергии Солнца.

Важно выделить и *социально-философские аспекты изучения* геоэкологической проблемы. Поскольку глобальные геоэкологические проблемы достигли крайней остроты,

то их решение требует объединения усилий всех стран для преодоления опасности геоэкологической катастрофы [8].

Углубление сотрудничества государств, тщательный анализ жизни социума всех стран без исключения с учетом их географического положения, размеров территории, уровня экономического и социального развития – единственно реальный путь к созданию продуманной системы мероприятий по охране окружающей среды. Международное сотрудничество в решении глобальных геоэкологических проблем является объективной потребностью современного этапа общественного развития, условием существования и прогресса человечества.

Особенность социально-философского аспекта в том, что при помощи его изучают геоэкологические проблемы со стороны сознания людей, со стороны их понимания серьезности и опасности дальнейшего разрастания геоэкологических проблем, всей пагубности и глобализации экологического «травматизма» природы. И именно воздействием на подсознание и мышление людей философскими идеями усовершенствуется понятие о предотвращении геоэкологической опасности, о сохранении окружающего мира и человечества в целостности.

Под этическими аспектами изучения геоэкологических проблем понимают моральное и этическое воспитание людей в отношении экологии. Таким образом этически воспитанное общество, человечество не допустит нарушения правил охраны окружающей среды, ненадлежащее отношение к природе, нарушение установленных норм природопользования и т. д. Поэтому следует начинать с самовоспитания общества, людей, человека. Только в этом случае будет усовершенствована геоэкологическая культура, геоэкологически правильное поведение в отношении природы.

Наступление критической ситуации констатируется тогда, когда деградация окружающей среды превосходит возможности существующих социально-экономических и природных систем поддерживать сложившийся порядок хозяйствования и благосостояние населения в течение длительного периода. В соответствии с основными положениями действующих директивных документов геоэкологическую обстановку можно классифицировать по возрастанию степени (уровня) геоэкологического неблагополучия в результате природно-антропогенных нарушений. В основу выделения этих уровней положено ранжирование геосистем по глубине и необратимости нарушений, то есть по реальным, имеющим физическое выражение морфологическим факторам.

Таким образом *выход из экологического кризиса*, а также разрешение ряда других глобальных проблем видится прогрессивному мировому сообществу в окончательном утверждении экологической парадигмы природопользования [9].

Кроме оценки геоэкологических ситуаций были выявлены отдельные проблемы и оценена их острота. Выделялись острые и очень острые геоэкологические проблемы водных ресурсов. К *очень острым* были отнесены – высокая антропогенная преобразованность территорий, большое количество источников выбросов вредных веществ в атмосферу, большие площади нарушенных земель, следствием которых являются довольно низкие показатели сохранности природных геосистем. К *острым* – недостаточное развитие различных отраслей хозяйства в отдельных районах, низкий уровень организации природоохранных мероприятий.

*Для улучшения сложившейся геоэкологической ситуации* в районах с неблагоприятной и очень неблагоприятной геоэкологической ситуацией необходимо проведение следующих водоохранных мероприятий:

- проведение мониторинга поверхностных и подземных вод в пределах региона;
- усиление применения мер административной ответственности за нарушение установленных правил водопользования;
- проведение инвентаризации источников вредного воздействия на поверхностные и подземные воды.

Таким образом, методологические основы геоэкологии базируются на проверенных всеми науками законах диалектического материализма (о реальности мира, его единстве, всеобщей связи явлений, движении и изменении) и на нескольких основных предгеографических аксиомах, представляющих собой доказанные общенаучные обобщения. Таковыми выступают системная, иерархическая, временная, планетарная и земледельческая аксиомы. Первые три из них являются общенаучными, а две последних – космо- и геогенетическими, рисующими картину мира, в котором существуют геосистемы и черты которого они отражают. *Ядро научной геоэкологической концепции* образуют представления о целостности геосистем, системообразующих взаимосвязях их компонентов и элементов, закономерностях пространственной организации таких систем, цепных реакциях их компонентов и элементов в ответ на внешние воздействия [10].

Обострение геоэкологических проблем на рубеже XX и XXI ст. и, как следствие, ухудшение условий жизнедеятельности и состояния здоровья людей обусловили необходимость выявления регионов с серьезными нарушениями среды жизнедеятельности.

Геоэкологическая оценка какого-либо региона позволяет выявить природно-хозяйственные возможности и предложить мероприятия по оптимизации среды жизнедеятельности населения с учетом экологических ограничений.

Среди негативных техногенных изменений геологической среды особую опасность вызывают ее загрязнение и ухудшение экологического состояния территорий в результате большей частью неконтролируемого накопления на поверхности и в недрах Земли различных промышленных и бытовых отходов. Следовательно, чтобы процесс загрязнения верхних горизонтов литосферы не принял бы необратимого и катастрофического характера необходимы, с одной стороны, изменение стратегии природопользования, устранение путей и источников дальнейшего загрязнения геологической среды, а с другой – разработка и практическое внедрение способов, а также технологий подавления токсичности и очистки различных элементов геологической среды от этих загрязнений.

### Список использованной литературы

- 1 Демичев, Д.М. Экологическое право. Особенная часть / Д.М. Демичев – Минск : «Вышэйшая школа», 2007. – 494с.
- 2 Станкевич, Н.Г. Земельное право Республики Беларусь : учебное пособие / Н.Г. Станкевич. – Минск : Амалфея, 2000.
- 3 О растительном мире: Закон Республики Беларусь от 14 июня 2003 г. // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2003.
- 4 Об охране атмосферного воздуха: Закон Республики Беларусь от 15.04.1997 № 29 // Ведомости Национального собрания республики Беларусь. – 1997.
- 5 Балашенко, С.А. Экологическое право : учебник / С.А. Балашенко. – Минск : «Урожай», 2000.
- 6 Гагина, Н.В. Методы геоэкологических исследований: Курс лекций / Н.В. Гагина, Т.А. Федорцова. – Мн. : БГУ, 2002. – 98 с.
- 7 Стандарты качества окружающей среды: учеб. пособие / Н.С. Шевцова, Ю.Л. Шевцов, Н.Л. Бацукова, М.Г. Ясовеев и др. под ред. доц. Н.С. Шевцовой. – Минск : Новое Знание, 2012. – 124 с.
- 8 Калмыков, В.Н. Философия / В.Н. Калмыков – Минск : «Вышэйшая школа», 2006 – 432 с.
- 9 Человек. Общество. Государство. Пособие для абитуриентов ВУЗов / А.И. Авраменко, Т.И.Адуло, И.Н.Бобкова [и др.] под общ. ред. А.И. Авраменко, Ф.В. Пекарского. – Минск : Акад. МВД Республики Беларусь, 2004. – 368с.
- 10 Витченко, А. Н. Геоэкология: Курс лекций. – Мн., 2002.

## **GEOECOLOGICAL CONDITION OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT**

*The article pay attention to standards of quality of environment as a basis of ecological policy. The sistem of quality of the environment in Republic of Belarus is determined considering ecological and economic interests of modern society. The article also shows learning of bases of ecological policy, structure and the ways of realization.*

**УДК 551.4 (476.13)**

**А.И. КОРОТКАЯ**

### **ИСТОЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ – ОДНА ИЗ ГЛАВНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОСТИ**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
parrot1972@yandex.ru*

*Статья посвящена проблемам сохранения природы, рационального использования природных ресурсов и дефицита природных ископаемых, который образуется в результате жизнедеятельности человека. Особое внимание экологов должно уделяться сокращению объемов выбросов загрязняющих веществ в природную среду, утилизацию и переработку отходов.*

В последние десятилетия экологические проблемы на Земле стали «постоянными спутниками» процесса развития современной цивилизации. Актуальность данных проблем возникла из-за массового вовлечения природных ресурсов в сферу хозяйственной деятельности человечества.

Без каких именно природных ресурсов жизнь человека невозможна? Это, прежде всего, воздух и вода, а также энергетические и сырьевые ресурсы. Проблема водных ресурсов считается одной из наиболее острых в мире. Пресная вода составляет небольшую часть водного баланса Земли: 2,5–3 %. Основная ее часть сосредоточена во льдах Арктики и Гренландии и лишь очень небольшая доля приходится на реки и озера. Энергетические ресурсы представлены запасами ископаемого топлива, такими, как газ, горючие сланцы, нефть, уголь. Сырьевые ресурсы – это, прежде всего минеральное сырье, содержащее необходимые для промышленного производства компоненты.

Одной из глобальных экологических проблем человечества на сегодняшний день остается истощение природных ресурсов. Природные ресурсы – это объекты и явления природы, которые используются (или могут быть использованы) для удовлетворения материальных, научных или культурных потребностей общества.

Наравне с многочисленными преимуществами, присущими индустриальным обществам, для них характерно как возникновение новых, так и обострение уже существующих экологических и ресурсных проблем. По масштабам распространения эти угрожающие благосостоянию человека проблемы можно подразделить на [1]:

- локальные: загрязнение подземных вод токсичными веществами,
- региональные: повреждение лесов и деградация озер в результате атмосферных выпадений загрязнителей,

– глобальные: возможные климатические изменения вследствие увеличения содержания углекислого газа и других газообразных веществ в атмосфере, а также истощения озонового слоя.

В настоящее время существует серьезная угроза истощения и деградации земельных ресурсов. Например, 1 см чернозема, который накапливается в природе на протяжении 300 лет, в современных условиях погибает за три года. Основными причинами потери земельных ресурсов являются антропогенная (ускоренная) эрозия почвы, вторичное засоление, химическое и радиоактивное загрязнение.

В промышленно развитых странах наиболее серьезной экологической угрозой является загрязнение атмосферного воздуха, негативно влияющее на здоровье людей и ухудшающее состояние окружающей среды в целом. Концентрация вредных для здоровья человека веществ в крупных городах превышает медицинские нормы в десятки раз. Кислотные дожди, возникающие путем соединения выбросов двуокиси серы и окислов азота с атмосферной влагой, наносят ущерб лесам, озерам и почве. Так, в Европе ежегодный ущерб от вызванной загрязнением воздуха гибели лесов оценивается в 35 млрд. долл. Когда-то лесами была занята большая часть поверхности суша планеты, однако с развитием цивилизации ситуация резко изменилась, и сейчас все леса занимают лишь треть поверхности суши. Уже первые земледельцы выжигали обширные участки лесов, чтобы расчистить территорию для посевов. С развитием сельского хозяйства промышленности леса стали быстро исчезать. Нужны были земли под пашни и пастбища, древесина для строительства и обогрева. В результате к XX веку естественные леса были уничтожены практически по всей Европе, на севере Африки, на Ближнем Востоке, Средней Азии, юге России, в ряде регионов Америки. Особым спросом пользовалась прочная и красивая древесина тропических деревьев. В XX веке большую часть древесины добывали в развивающихся странах, тропических лесах, площади которых представлялись огромными, а запасы древесины почти неисчислимы.

Сокращение лесных площадей стало одной из глобальных экологических проблем. Причиной обезлесения в развивающихся странах остается, в частности, потребность в топливе. Почти 70 % населения этих регионов по-прежнему для приготовления пищи и обогрева домов и используют дрова и древесный уголь. Из-за уничтожения лесов уже почти 3 млрд. человек столкнулись с острой нехваткой древесного топлива. Высокий спрос на древесное топливо влечет дальнейшую вырубку лесов.

Одна из важнейших экологических угроз для развивающихся стран связана с водными ресурсами. В конце XX в. около 1,3 млрд. чел. в развивающихся странах были лишены доступа к безопасной питьевой воде и 2 млрд. чел. жили в антисанитарных условиях. По мнению специалистов, в некоторых регионах Земли 80 % всех заболеваний человека вызвано недоброкачественной водой. [2]. Например, на одного жителя России приходится примерно в пять раз больше земли и примерно во столько же раз больше воды, леса, минеральных ресурсов, чем на среднего жителя Земли.

Кроме того, во всем мире усиливается загрязнение водных систем промышленными отходами и химическими веществами. Среди них наибольшую опасность представляют нефть и нефтепродукты, пестициды, синтетические поверхностно-активные вещества и др. За последние годы увеличилось загрязнение Мирового океана, во многом определяющего экологическое равновесие на планете. Особое место в этих процессах занимает тепловое загрязнение водных систем, ведущее к гибели обитающих в них живых организмов.

Водоотводящие системы и сооружения – это один из видов инженерного оборудования и благоустройства населенных пунктов, жилых, общественных и производственных зданий, обеспечивающих необходимые санитарно-гигиенические условия труда, быта и отдыха населения. Системы водоотведения и очистки состоят из комплекса оборудования, сетей и сооружений, предназначенных для приема и удаления по трубопроводам

бытовых производственных и атмосферных сточных вод, а также для их очистки и обезвреживания перед сбросом в водоем или утилизацией.

В недрах Земли находятся залежи полезных ископаемых. Каждый год из недр земли извлекается около 100 млрд. тонн минеральных ресурсов, включая топливные, из которых 90 млрд. тонн превращается в отходы. На протяжении многих лет происходит длительная и интенсивная добыча отдельных видов минерального сырья. Это приводит к истощению многих месторождений. Актуальной является проблема взаимодействия человека с природой при производстве геологоразведочных работ и добыче полезных ископаемых. Большинство ученых выделяют две наиболее важные проблемы, связанные с рациональным отношением к минеральным ресурсам и соблюдением экологической безопасности:

1) разработка эффективных и экологически чистых способов извлечения ценных компонентов из земных недр таким образом, чтобы экологические нарушения оказались наименьшими;

2) применение обедненных руд и облагораживание экологической обстановки на рудниках, шахтах, горных карьерах.

Сейчас масштабы использования человеком природных ресурсов очень велики. С каждым веком вместе с увеличением населения воздействие на природу возрастает. В наше время он приобрел столь огромных размеров, что стал ощутимым не только в отдельных местах, но и практически в целом на Земле.

Темпы и объемы добычи полезных ископаемых не перестают превышать способность естественного возобновления ресурсов. Это вырубка леса, ловля рыбы в больших количествах, нарушения при проведении агротехнических мероприятий при обработке почв и истощение их плодородия, загрязнение водотоков и водоемов промышленными отходами так, что их практически невозможно использовать, а также загрязнение воздуха в крупных городах и т. д. С развитием и прогрессом общества нарастает истощение природных ресурсов, поэтому необходимо решать проблему предотвращения этого процесса.

Со второй половины XX века масштабы и темпы добычи минерального сырья (нефти, газа, угля, полезных ископаемых) резко возросли. Вместе с тем, значительная часть известных на сегодня запасов минеральных ресурсов представлена относительно бедными месторождениями или залегает в сложных условиях. Их разработка требует гораздо больших капиталовложений, наиболее совершенной технологии добычи и переработки. Такими же быстрыми темпами растет и потребление электроэнергии. Однако основными источниками на сегодня остаются по-прежнему невозобновимые материальные ресурсы: нефть, уголь, газ, торф, уран.

Ученым часто задают вопрос: на какой срок человечество может считать себя обеспеченным ископаемым топливом и минеральным сырьем? На сегодняшний день точного ответа на данный вопрос нет. Однако понятно, что их запасы исчерпаемы и невозобновимы. Поэтому развитые страны сейчас отдают предпочтение развитию нематериалоемких производств, таких, как, например, электроника.

Урбанизация в совокупности с воздействием сельского хозяйства возросшей добычей полезных ископаемых – все это значительно усилило деградацию потенциально возобновимых ресурсов, а именно: верхнего почвенного слоя, лесов, пастбищ, популяций диких животных и растений.

Исчерпанность природных ресурсов очень скоро породит проблему нехватки полезных ископаемых. Полезных ископаемых по всему миру добывается огромное количество. Месторождения угля, железа, меди, цинка и других металлов, накопленные природой за миллионы лет, используются за десятилетие. И тем не менее потребность в них постоянно растет. Следовательно, может наступить время, когда истощатся месторождения нефти, угля, руд различных металлов. По подсчетам специалистов



известных ныне запасов нефти во всем мире может хватить примерно на 50 лет, а угля – на 500.

Некоторые ученые считают, что можно сократить потребление первичных ресурсов примерно в 10 раз. Это позволит перейти к устойчивому развитию экономики на основе новых научно-технических разработок. Например, Австрия сообщила о снижении расходов первичных ресурсов до 90 %. Правительства Дании и Германии также включили в свой экологический план радикальное сокращение расходов первичных ресурсов.

Как можно остановить или замедлить процесс истощения ресурсов? Единственная возможность – смоделировать в промышленности биосферный круговорот веществ. Необходимо, чтобы полезные элементы, содержащиеся в сырье, не попадали на свалки, а многократно использовались. В этом случае отходы производства и потребления – это уже не отходы, а вторичные материальные ресурсы. Дмитрий Иванович Менделеев говорил: «В химии нет отходов, а есть лишь неиспользованное сырье».

Ресурсосбережение и снижение уровня загрязнения окружающей среды должны существовать вместе. Если в начале XX века в хозяйстве человека использовалось 20 химических элементов таблицы Менделеева, то сейчас – более 90. За последние 40 лет глобальное потребление минеральных ресурсов возросло в 25 раз, а отходов производства в 10–100 раз больше.

Проблема накопления отходов производства и потребления является одной из главных экологических проблем как в мире, так и в Республике Беларусь. Принцип «использовал – выбросил» приводит к образованию значительного количества отходов. Ежегодно на территории республики образуется около 33–34 млн. т. производственных отходов, в том числе токсичных – около 240 тыс. т [3]. Всего в Республике Беларусь образуется свыше 800 видов отходов с широким спектром морфологических и химических свойств. Больше всего отходов образуется в ПО «Беларуськалий» (74 % общей массы отходов).

Образование всех видов отходов в регионах Беларуси с каждым годом увеличивается, и Гомельская область в этом отношении не является исключением. В 2006 году в организациях области образовалось 1785 тыс. т отходов свыше 550 наименований, из которых 65 тыс. т – токсичных. Утилизировано за год только 709 тыс. т отходов. К концу 2006 года в организациях накопилось 24 468 тыс. т отходов, из которых 180 тыс. т – токсичные промышленные отходы. В 2006 году в Гомельской области образовалось токсичных отходов на 7,6 тыс. т больше, чем в предыдущем году [4]. Самые большие объемы отходов (около 18 млн т) приходятся на фосфогипс (побочный результат производственной деятельности ОАО «Гомельский химический завод»), лигнин (около 5 млн т) и электроплавильный шлак.

Отходы производства являются одним из наиболее сильных источников загрязнения окружающей среды. Это связано, с одной стороны, с многообразием химических, в том числе токсичных, веществ в отходах, их высокой концентрацией, с другой стороны – с несоответствием большинства полигонов-накопителей нормативным требованиям по их местоположению, обустройству и условиям эксплуатации. Полигоны представляют наибольшую опасность с точки зрения загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, минеральными формами азота, стойкими органическими загрязнителями.

Одной из основных проблем также остается загрязнение воздуха выбросами загрязняющих веществ: автомобилями и промышленными предприятиями. В результате химических реакций продукты внешнего сгорания в форме азота и оксида серы образуют серные и азотные кислоты. В современном мире – это глобальная проблема, которая должна прекратиться как можно быстрее. Каждый человек на планете должен помнить, что химическое загрязнение очень опасно для жизни. И пока он сам этого не осознает, эта проблема будет преследовать нас.

Задачами по снижению вредных воздействий на окружающую среду и восстановление природных комплексов являются обеспечение:

– достижение устойчивого снижения вредных воздействий на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности путем:

1) использования наилучших доступных технических методов, передовых технологий, достижений науки и техники при строительстве новых, реконструкции действующих производств, а также выводе из эксплуатации объектов в промышленности, сельском, лесном, жилищно-коммунальном хозяйстве, строительстве и на транспорте;

2) активизации и широкое внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий, снижение материалоемкости и энергоемкости производимой продукции;

3) экологической сертификации объектов в соответствии с международными стандартами;

4) совершенствования системы нормирования воздействия на окружающую среду и ее качество;

– достижение устойчивого улучшения качества атмосферного воздуха посредством сокращения выбросов от стационарных и мобильных источников путем:

– оснащения системами пылегазозолоулавливания топливосжигающего оборудования при переводе его на твердое топливо или строительстве новых энергетических объектов;

– оснащения основных и вспомогательных производств пылегазоочистным оборудованием при концентрации пыли в выбросах более  $50 \text{ мг/м}^3$ , с учетом экономической и экологической целесообразности;

– прекращение к 2025 году производства лакокрасочных материалов с содержанием летучих органических соединений 50 % и более;

– поэтапного внедрения для мобильных источников стандартов Европейского союза по выбросам загрязняющих веществ;

– увеличения доли общественного транспорта с улучшенными экологическими характеристиками и электротранспорта, в крупных городах – не менее 70 процентов. [5].

Чтобы и на будущее иметь природные богатства, их необходимо бережно добывать и экономно использовать. Сейчас изучаются возможности повторного использования ресурсов, т. е. использование промышленных и бытовых отходов. Переработка производственных и бытовых отходов обоснована с экологической и экономической точек зрения. К сожалению, пока меры, которые принимаются во многих странах в области обращения с отходами, еще недостаточно эффективны.

Таким образом, географическая оболочка – это еще и область взаимодействия природы и общества. В ее рамках хозяйственная деятельность человека стала главным фактором развития. Поэтому человечество в наше время несет ответственность за дальнейшее развитие своей планеты. Итак, каждому землянин следует помнить, что географическая оболочка – это наша среда обитания. С воздухом, водой, лесами, морями, полезными ископаемыми. С ее беззащитностью перед хищническим истреблением и земной красотой. Будущее этой уникальной оболочки, хотим мы того или нет, затрагивает нас всех.

### Список использованной литературы

1 Воронцов, А.И. Охрана природы / А.И. Воронцов, Е.А. Щетинский, И.Д. Никодимов. – М. : Агропромиздат, 2004.

2 Васильева, Е. Э. Экономика природопользования : курс лекций / Е. Э. Васильева. – Минск : БГУ, 2012. – 195 с. : ил.

3 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : стат. сб. / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск : Информстат, 2007. – 206 с.

4 Охрана окружающей среды в Гомельской области: стат. сб. / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Гомель, 2005. – 61 с.

5 РБ. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Стратегия в области охраны окружающей среды в Республике Беларусь на период до 2025 года. Министерство природных ресурсов. Решение коллегии от 28.01.2011 г. № 8-Р.

6 Шимова, О.С. Основы экологии и экономика природопользования. Учебник / О.С. Шимова. – Минск : БГЭУ, 2002. – 367 с.

7 Крепша, Н.В. Науки о Земле: Учебное пособие / Н.В. Крепша. – Том. политехн. ун-т. – Томск, 2004. – 160 с.

A.I. KOROTKAYA

### **EXHAUSTION OF NATURAL RESOURCES – ONE OF THE MAIN PROBLEMS OF THE PRESENT**

*The article is devoted to the problems of nature conservation, the rational use of natural resources and the deficit of natural resources, which is formed as a result of human activity. Special attention of ecologists should be given to reduction of volumes of emissions of polluting substances in the environment, utilization and processing of wastes.*

**УДК 351.814.373.5:379.85**

Ю.Ю. КОСЭНКО

### **СОВРЕМЕННЫЕ ГИС КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА**

*Уманский национальный университет садоводства, г. Умань,  
Украина  
mazurexxx@rambler.ru*

*Одной из задач современной географии является построение географических баз данных экологического туризма. Эколого-географические исследования, опирающиеся на картографическое моделирование, сопровождаются сбором, накоплением и обработкой значительных объемов разноплановой фактологической и картографической информации о состоянии окружающей среды.*

Современная индустрия туризма является одной из крупнейших высокодоходных и наиболее динамичных отраслей мирового хозяйства. На долю туризма приходится около 10 % мирового валового национального продукта, мировых инвестиций, всех рабочих мест и мировых потребительских расходов. Обострение конкуренции между организациями индустрии туризма приводит к тому, что перед ними встает проблема поиска таких методов формирования у организации конкурентных преимуществ по сравнению с другими организациями, которые позволили бы укрепить ее собственные позиции в борьбе за клиента.

Экотуризм в большинстве стран рассматривается как неотъемлемая составная часть комплексного социально-экономического развития государства. При определенном накоплении числа отдыхающих появляется потребность в удовлетворении их разнообразных запросов, а именно – транспорт, связь, торговля, отдых и развлечения. Но звеном, которое является важным для развития туристической деятельности, может быть четко сформированная географическая база данных для экологического туризма

с достоверной информацией, которая может обновляться и дополняться. Одной из задач современной географии является построение таких баз данных [3].

Черкасская область обладает мощным природно-заповедным потенциалом, который насчитывает около 400 объектов природно-заповедного фонда (ПЗФ). Именно для этой территории исключительно важным является понимание экологического туризма как специфической формы отдыха с широкой возможностью использования природного, материального и культурного потенциала региона.

Целью и задачей работы является разработка и внедрение такой базы данных именно для Черкасской области. Объектом и предметом исследования соответственно являются: рекреационно-туристический потенциал Черкасской области; научно-методические основы создания и использования ГИС-технологий в исследовании рекреационно-туристического потенциала природных ландшафтов административной области. А научная новизна заключается в том, что впервые для Черкасской области планируется создание такой географической базы данных объектов экологического туризма.

На сегодняшний день природно-заповедный фонд области насчитывает 488 заповедных объектов общей площадью 450,0619 км<sup>2</sup>, что составляет 2,152 % от площади области. По подчинению и статусу выделяют заповедные территории и объекты общегосударственного и местного значения. В пределах Черкасской области насчитывается 20 объектов ПЗФ общегосударственного и 468 – местного значения [6].

Для развития экологического туризма в области, историко-культурные заповедники так же имеют перспективное значение [4]. Здесь работает семь историко-культурных заповедников, двум из которых присвоен статус национальных. Это – Национальный историко-культурный заповедник «Чигирин», Шевченковский национальный заповедник в Каневе, Государственный историко-культурный заповедник «Родина Тараса Шевченко», Государственный историко-культурный заповедник «Трахтемиров», Государственный историко-культурный заповедник в Корсунь-Шевченковском Государственный историко-культурный заповедник в Каменце, Государственный историко-культурный заповедник «Трипольская культура» [6].

Создание базы данных предполагает использование всего комплекса технических средств обработки информации, переход к единой системе обработки всех видов информации. Перед построением базы данных нужно собрать всю информацию по объектам которые фактически когут иметь туристическое использование. В нашу базу данных войдут природные и историко-культурные комплексы, ведь опыт развитых стран показал, что экономическая независимость государства определяется прежде всего высоким уровнем развития культуры и технологий, в том числе культуры природопользования [2].

Геоинформационные системы (ГИС) разрабатываются с целью решения научных и прикладных задач по мониторингу экологических ситуаций, рациональному использованию природных ресурсов, а также для инфраструктурного проектирования, городского и регионального планирования, для принятия оперативных мер в условиях чрезвычайных ситуаций и др.

На рынке программных продуктов предлагаются различные ГИС, отличающиеся по функциональным возможностям, требованиям к аппаратным ресурсам и другим характеристикам. Одна из широко распространенных ГИС – *MapInfo Professional*, разработанная фирмой *MapInfoCorporation* (США).

В работе с применением ГИС-технологий создается цифровая модель местности Черкасской области. Исходными данными для работы являются поисково-информационный сервис «*Google Maps*»; данные Природно-заповедного фонда Украины; геоинформационная система *MapInfo Professional*.

Суть работы заключается в следующем:

1. По данным экологических паспортов сельских советов Черкасской области в виде таблицы формируется база данных.

2. С помощью программы MapInfo Professional оцифровываются карта Черкасской области.

3. Используя наработанные данные на карте отмечено административные подразделения. Первичной пространственной единицей картографирования в нашей работе является сельский совет (включает в себя один или несколько населенных пунктов, а также территорию вне населенных пунктов).

4. Проводится унификация существующих условных знаков путем их анализа и разрабатывается система условных знаков для создания электронной карты ПЗФ по каждому административному подразделению Черкасской области.

5. Для каждого объекта ПЗФ на электронной карте методом организации гиперссылок привязывается информация географической базы данных, а также другая информация об объекте (фотографии, развернутый текст, видео).

6. Для каждого объекта ПЗФ создаются отдельные файлы с информацией об объекте, текстами экскурсий, фотографиями, картой маршрута [2].

Для создания цифровой модели местности Черкасской области в первую очередь определяем территорию на карте Украины (рисунок 1) в соответствии с границами местоположения административной области.

По такому же принципу мы оцифровываем границы районов и наносим объекты ПЗФ с привязанной к ним информацией.

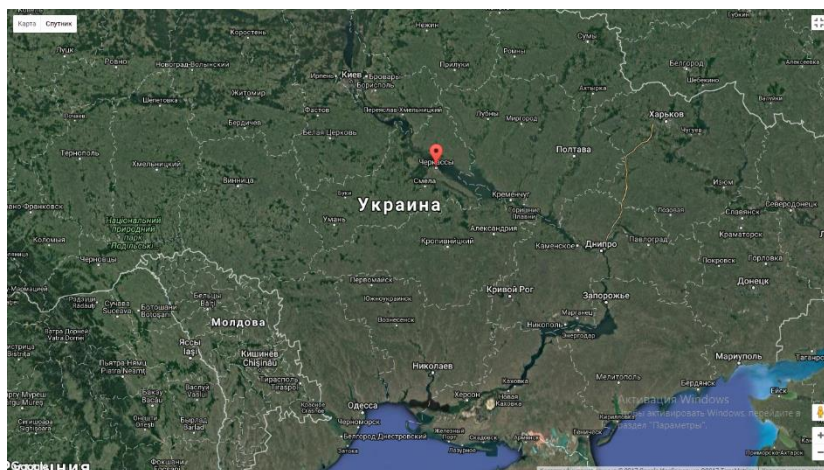


Рисунок 1 – Фрагмент карты Украины с границами областей

В программе MapInfo Professional создаем цифровую модель путем оцифровки данных, а также создаем проект территории Черкасской области с размещением объектов природно-заповедного фонда, популярные туристические объекты и объекты которые имеют потенциал в области туризма.

При этом применяем следующие инструменты программы *MapInfo Professional* «полилиния», с помощью которой были оцифрованы реки, границы районов, дороги и другие линейные объекты; «полигон» – лесные массивы, водоемы и другие площадные объекты (рисунок 2).

Проект территории области создается с учетом рельефа местности. Затем средствами ГИС MapInfo Professional формируем отчет, на котором отображаем цифровую модель, условные обозначения, масштаб и название.

Эффективность использования геоинформационных технологий для развития регионального туризма достигается картографической формой представления информации и оперативными возможностями ее анализа.



Рисунок 2 – Границы Черкасской области

Современные ГИС расширили использование карт за счет хранения графических данных в виде отдельных тематических слоев, а качественных и количественных характеристик составляющих их объектов в виде баз данных.

### Список использованной литературы

- 1 Нещадим, Л.М. Развитие зеленого туризма как фактора улучшения социальной сферы Черкасского региона / Л.М. Нещадим // Журнал Европейской экономики. – Т. 14. (№ 4). – декабрь 2015.– С. 400–407.
- 2 Сосько, С.П. Элементарная ГИС «Объекты природно-заповедного фонда Умани» и возможности ее использования в экологическом туризме.
- 3 Сосько, С.П. Использование методики элементарных ГИС для создания географической базы данных по сельскому экотуризму / С.П. Сосько, Ю.Ю. Мазуренко // Сборник тезисов межвузовской научной конференции «Экология – пути гармонизации отношений природы и общества». – Умань, 2009. – С. 88–89.
- 4 Сосько, С.П. Исследование экологического содержания объектов туризма Черкасской области с целью создания ГИС / С.П. Сосько, Ю.Ю. Косенко // Материалы региональной научно-практической конференции «Актуальные экологические и агробиологические проблемы Среднего Приднепровья в контексте устойчивого развития» // редкол.: Т.С. Нинюв (видп. ред.) и др.– Черкассы ФОРП Белинская А.Б., 2012. – 242 с. – С.192–195.
- 5 Бондаренко, Э.Л. Геоинформационная схема картографирования [Электронный ресурс] / Э.Л. Бондаренко // Журнал картографии. – 2011. – Вып. 1. – С. 58–64.
- 6 Государственный комитет статистики Украины. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

*U.U. KOSENKO*

### ***MODERN GIS AS A TOOL FOR CREATION OF DATABASES FOR ENVIRONMENTAL TOURISM***

*One of the tasks of modern geography is the construction of geographic databases of ecological tourism. Ecological and geographical studies based on cartographic modeling are accompanied by the collection, accumulation and processing of significant amounts of diverse factual and cartographic information on the state of the environment.*



Н.Г. ЛИТВИНКО, М.М. МАКСИМОВ, А.А. ПОЗНЯК

**ОПЫТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ  
АВИАЦИОННОГО ШУМА НА ПРИАЭРОДРОМНОЙ ТЕРРИТОРИИ  
(НА ПРИМЕРЕ АЭРОПОРТА «ГОМЕЛЬ»)**

*УО «Белорусский государственный университет», г. Минск,  
Республика Беларусь  
n.litvinko@yandex.ru*

*Описан опыт выполнения полевых работ по измерению авиационного шума и составления карт шумового загрязнения для аэропорта «Гомель». Результаты исследования подтверждают несоответствие полученной расчетными способами линии границы санитарного разрыва фактической ситуации на местности и могут быть использованы для усовершенствования методик шумового мониторинга приаэродромных территорий.*

В настоящее время возрастает актуальность соответствия мировым экологическим стандартам наземной базы воздушного транспорта Республики Беларусь – аэродромных комплексов и приаэродромных территорий. Как международная, так и государственная политика в области авиационной экологии объектов гражданской авиации основывается на контроле состояния окружающей среды при функционировании объектов аэродромной сети и проведении природоохранных мероприятий как предупредительного, так и защитного характера. В связи с этим развиваются различные направления прикладных исследований воздействия авиационного транспорта на окружающую среду. 1 февраля 2016 года в г. Монреаль (Канада) прошло 10-е совещание Комитета по охране окружающей среды от воздействия авиации (САЕР/9). Основными вопросами повестки обсуждения САЕР/9 стало согласование уровней ужесточения сертификационных стандартов по авиационному шуму и разработка сертификационных стандартов на эмиссию основных парниковых газов.

Вопросы мониторинга воздействия авиационного шума стали актуальными еще в конце 50-х гг. XX в., когда гражданской авиацией начали активно использоваться реактивные воздушные суда. В то же время появились первые жалобы на зашумленность от жителей прилегающих к аэродромам территорий. Однако и в настоящее время как в странах СНГ, так и зарубежных странах используются только приближенные методики расчета и построения наземного контура равного максимально допустимого уровня звука при эксплуатации воздушных судов (ВС) в пределах приаэродромной территории. С целью соответствия ежегодно ужесточающимся требованиям в области авиационной экологии, многие международные аэропорты начали создавать стратегические карты авиационного шума [2]. Они содержат информацию о степени зашумленности территорий, видах застройки и количестве населения. В Республике Беларусь внимание к данной проблеме до настоящего момента ограничивалось установлением размеров санитарно-защитных зон (ССЗ) по фактору авиационного шума и определением линии границы санитарного разрыва исключительно расчетными способами.

Полевые работы по мониторингу воздействия авиационного шума на прилегающие территории выполнялись лишь для Национального аэропорта Минск при проектировании и строительстве второй взлетно-посадочной полосы. В свою очередь, аэродром Гомель – единственный из таковых в областных центрах Беларуси, который, как и Национальный

аэропорт Минск, работает круглосуточно, имеет выгодное географическое положение и достаточно загружен полетами. Поэтому он был выбран экспериментальным объектом для выполнения полевых работ и составлению карт шумовой нагрузки на территории.

*Санитарно-защитной зоной (ССЗ)* является территория с особым режимом использования, размер которой обеспечивает достаточный уровень безопасности здоровью населения от различного вредного воздействия объектов на ее границе и за ней. *Санитарный разрыв* по авиационному шуму представляет собой расстояние от источников загрязнения, где показатели зашумления соответствуют максимально допустимым по значениям гигиенических нормативов [1].

Нормируемыми параметрами воздействия авиационного шума для установления ССЗ и границы санитарного разрыва на территории стран СНГ являются эквивалентный и максимальный уровни звука, измеряемые в децибелах (дБА). *Эквивалентный уровень звука* представляет собой значение длительного постоянного шума, который в пределах регламентируемого интервала времени имеет то же среднеквадратическое значение уровня звука, что и рассматриваемый авиационный шум, уровень звука которого изменяется во времени. На вновь проектируемых и уже существующих территориях жилой застройки вблизи аэропортов уровни авиационного шума не должны превышать значений, указанных в таблице 1. Также необходимо отметить, что согласно обновленным требованиям ГОСТ (принятый в 2014 г.) максимально допустимые величины стали ниже на 10 дБА для двух показателей, т. е. требования по зашумлению территории ужесточились и произойдет увеличение площадей ССЗ.

Таблица 1 – Нормативные значения максимально допустимых показателей авиационного шума вблизи аэродромов согласно требованиям ГОСТ[3]

Время суток	Эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$ , дБА	Максимальный уровень звука при единичном воздействии $L_A$ , дБА
День (с 7.00 до 23.00 ч)	55	75
Ночь (с 23.00 до 7.00 ч)	45	65

Общепотребительной практикой градостроительных организаций для установления границы санитарного разрыва является получение расчетной зоны воздействия авиационного шума. Она представляет собой огибающий взлетно-посадочную полосу (ВПП) контур равных нормируемых уровней шума, рассчитанных для принятых условий эксплуатации ВС в аэропорту. При ее определении должны быть учтены все типы воздушных судов (ВС), осуществляющих регулярные полеты или планируемых к введению в данном аэропорту на перспективу. В качестве расчетных при определении контуров равного шума для каждого маршрута принимается число полетов по типам ВС в соответствии с расписанием или планом регулярных полетов, при которых размеры контура являются максимальными. Границы контура устанавливаются по максимальным уровням звука, реже – по эквивалентным [1].

Исходными данными для выполнения полевых измерений авиационного шума на приаэродромной территории Гомельского аэропорта являлось текущее расписание рейсов и данные об интенсивности полетов ВС за 2 последние года. В таблице 2 можно видеть обновленную версию этих данных от РУП «Белаэронавигация» по состоянию на 10 октября 2017 г. Для корректного сравнения показателей приведены данные за 9 месяцев для каждого года. Как видно из таблицы, из основных обслуживаемых аэропортом ВС большую часть составляют самолеты малой пассажироплощадности и, как следствие, с низкой шумовой нагрузкой на прилегающую территорию при взлете–посадке.



Поскольку в декабре 2016 г. Авиакомпания «Белавиа» прекратила эксплуатацию самолетов Ту-154, сейчас основной шумовой фон на приаэродромной территории создает *Boeing 737* различных модификаций. Это подтверждается анализом структуры принимаемых ВС в три наиболее интенсивных по числу совершаемых операций месяцев работы аэропорта (рисунок 1).



Рисунок 1 – Основные типы воздушных судов по количеству операций «взлет–посадка» за три месяца с наибольшей интенсивностью полетов, 2016–2017 гг.

Таблица 2 – Основные типы воздушных судов по количеству операций «взлет–посадка» за декабрь–сентябрь 2016–2017 гг.

Тип воздушного судна (ВС)	Кол-во операций, шт./ их % от общ. кол-ва	Типы двигателей	Количество пассажиров
<b>2016 год</b>			
Tu-154	298/16,2 %	турбовентиляторные	158–180
560 Citation CESSNA	150/8,1 %	турбовентиляторные	8
Boeing 737	130/7,0 %	турбовентиляторные	140–190
Beechcraft Premier I	138/7,5 %	газотурбинные	6
Автожир	93/5,0 %	винтовые	2
Canadair Regional Jet 200	124/6,7 %	турбовентиляторные	50
Все типы ВС	1845/100 %	–	
<b>2017 год</b>			
Boeing 737	220/15,3 %	турбовентиляторные	140–190
560XL Citation Excel	184/12,8 %	турбовентиляторные	8
Автожир	118/8,2 %	винтовые	2
Gulfstream G150	76/5,3 %	турбореактивные	6
LEARJET 60	68/4,7 %	турбовентиляторные	6
Beechcraft Premier I	68/4,7 %	газотурбинные	6
Все типы ВС	1436/100 %	–	

Во время проведения полевых работ (июль–сентябрь 2017 г.) использовался поверенный и сертифицированный Шумомер-вибромметр 1 класса точности «Экофизика-110А» [4]. Измерения проводились во время эксплуатации ВС *Boeing 737* и *Canadair Regional Jet 200* на взлетно-посадочной полосе аэродрома Гомель: в торцах полосы (т. е., на безопасном расстоянии от границы ВПП), на перроне, на приаэродромной территории – с шагом размещения точек измерений через каждый километр по траектории

взлета–посадки воздушных судов и на различном удалении от траектории (до 1 км перпендикулярно оси взлета посадки) и до 1 км от вдоль оси ВПП. На завершающем этапе работ измерения были выполнены в точках, размещенных на расчетной границе зоны санитарного разрыва (по материалам Института Градостроительства). Для выполнения геоинформационного картографирования было выбрано программное обеспечение ArcGIS 10.2, имеющее хорошо отлаженные наборы инструментов интерполяции (рисунок 2).

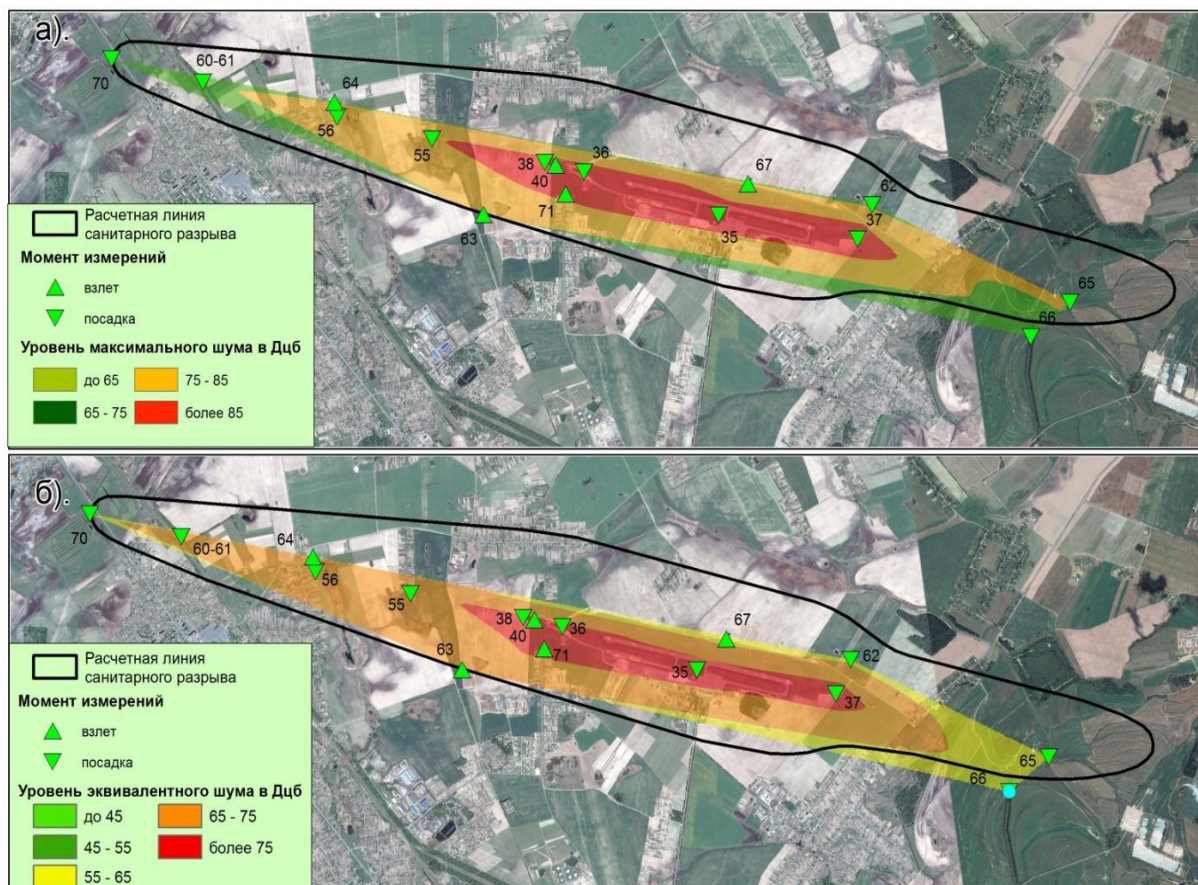


Рисунок 2 – Результаты интерполяции величин авиационного шума методом «Естественная окрестность»

Процесс геоинформационного картографирования уровня воздействия авиационного шума включало следующие основные этапы:

1) *Экспорт данных в ГИС*. Протокол измерений с координатами точек наблюдений из формата данных *.xls MS Excel* экспортируется в оптимизированный для баз данных формат *.csv*. Благодаря сохранению данных измерений в этот формат мы можем импортировать данные таблицы в модуль *ArcMap* и показать точки измерений с координатной привязкой.

2) *Визуализация данных*. После загрузки данных измерений при помощи функции «Отобразить координаты XY» происходит визуализация точек на карте, а также по полям *Num* и *Number* показатели синхронизируются по максимальным значениям (при наличии данных повторных измерений) в точках. После этого необходимо пересохранение в *shp*-файл с выбором проекции и системы координат (в данном случае *WGS 84*), которая используется ИКАО и поэтому более целесообразна для дальнейшей работы.

3) *Интерполяция данных.* Нами были опробованы 2 наиболее подходящих для данной ситуации метода интерполяции – по методу обратно взвешенных расстояний (ОВР) и метод Естественной окрестности (также известный как интерполяция Сибсона или «захватывающей области»). При последующем сравнении результатов лучше себя показал метод Естественной окрестности», наиболее адекватно визуализируя результаты измерений в соответствии с описанными в нормативной документации закономерностями рассеяния звука. Ступени шкалы количественного фона были выбраны с шагов в 10 Дб по нормативным величинам максимально допустимых показателей авиационного шума по обновленному ГОСТ (см. таблицу 1) [3].

4) *Компоновка и оформление картосхемы.* Результаты интерполяции далее доступны для последующего анализа (в первую очередь, выделения контуров и площадей зашумленности земель на территории жилой застройки и объектов инфраструктуры), однако для удобства пользования должны быть отображены на подложке из мозаики космических снимков веб-картографического сервиса Яндекс-карты. Также на картосхему добавлены используемые нами точки измерений с указанием типа операции и ранее полученная расчетная линия санитарного разрыва.

При полевых измерениях воздействия авиационного шума как для установления границы санитарного разрыва, так и для картографирования на аэродромах областных центров необходимо учитывать сравнительно низкую интенсивность полетов дающих основной фон загрязнения ВС. Более эффективной будет работа двух специалистов с двумя совместно откалиброванными шумомерами. Периодом с наибольшей интенсивностью полетов и загруженностью чартерными рейсами для аэродромов областных центров являются конец июня – начало сентября. При выполнении измерений необходимо находиться на связи с дежурным диспетчером и за час до момента измерения уточнить курс взлета-посадки ВС. В связи с низкой интенсивностью полетов достаточно выполнения одного измерения на точке, наиболее эффективными будут следующие: при взлете ВС – до 2 км от торцов ВПП, при посадке – в 6–7 км от торцов, вдоль оси ВПП – в обоих случаях.

Полученная по результатам измерений картосхема показывает, что застройка в пределах северных окраин г.п. Костюковка, д. Красный Маяк, д. Поколюбичи, а также южной части д. Лопатино и д. Калинино нуждаются в планировании шумозащитных мероприятий по санитарно-гигиеническим стандартам. Для получения наиболее точных данных по зашумленности территории необходимо использовать сочетание расчетных методов и натурных измерений. Имеющиеся у градостроителей координаты линии санитарного разрыва по авиационному шуму для аэродрома Гомель устарели как в связи с обновлением требований ГОСТ, так и по результатам ГИС-анализа данных полевых измерений.

### Список использованной литературы

1 Рекомендации по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов гражданской авиации из условий шума / НИИСФ. – М. : Стройиздат, 1987. – 32 с.

2 Стратегическая карта шума ГАО «Международный аэропорт «Рига» [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа:<http://www.riga-airport.com/ru/main/ob-aeroporte/karta-suma>. – Дата доступа : 10.07.2017.

3 Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения: ГОСТ 22283-2014. – Введ. 09.06.2014. – М. : Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации: ФГУП «НИИСУ», 2015. – 13 с.

4 Шумомер-вибромметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А. Руководство по эксплуатации: Редакция 17.0. Приборостроительное объединение «ОКТАВА-электродизайн». – М., 2011. – 93 с.

**THE USE OF GEOINFORMATION MAPPING OF AVIATION NOISE  
AT AERODROME TERRITORY (BY THE EXAMPLE THE GOMEL AERODROME)**

*The experience of field measuring aviation noise and mapping of noise pollution for the Gomel aerodrome is described. The results of the research confirm the discrepancy between the boundary line of sanitary break which obtained by the calculation methods and actual situation on the terrain, and results can be used for improve noise monitoring methods for aerodrome territories too.*

**УДК 631.416.8+631.42**

Е.С. МАКАРЦОВА

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ВОПРОСОВ ОЦЕНКИ  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет», г. Томск, Россия,  
elena.makartsova.95@yandex.ru*

*В статье описан сравнительный анализ возможностей использования информации о земельных участках, полученных с помощью полевых обследований и методов дистанционного зондирования. Приведены примеры, выделены достоинства и ограничения каждой группы методов. Сделан вывод о необходимости их комплексного применения при обследовании территории.*

В зависимости от поставленных задач, обследование территории земельного участка может производиться разными способами, каждый из которых имеет свои специфику, преимущества и ограничения. Их сочетание позволяет получать комплекс уникальной информации, используемой для оценки участка и мониторинга его изменений [1].

Цель исследования – сравнительный анализ возможностей получения информации о земельных участках с помощью полевого обследования, лабораторных методов, дистанционного зондирования Земли и других методов.

Задачи:

1. Проанализировать особенности и способы получения информации о земельных участках.
2. Рассмотреть возможности их комплексного использования на примере снежных отвалов г. Томска.
3. Разработать предложения по оптимальному использованию.

Полевые исследования проводят с выездом на изучаемый земельный участок. Они включают в себя почвенные, геоботанические и др. виды описания, сбор образцов почв и растений по заранее намеченной и откорректированной на местности схеме. Оно может включать в себя описание, характеристику растительного покрова земельного участка и т. д. При описании почв, в т. ч. почвенного профиля, в полевых условиях применяют метод «ключей» – по имеющейся почвенной карте выделяют основные генетические почвенные разности и их варианты (по гранулометрическому составу, солонцеватости, эродированности). На типичных для данного района рельефе и почве выявляют

опытную площадку («ключ») размером 10×10, 50×50 или 100×100 м и закладывают на ней один или два глубоких разреза до двух метров и глубже.

Исследования физических и химических свойств почвы проводят по генетическим горизонтам до глубины залегания грунтовой воды или верховодки. При глубоком их залегании характеризуют материнскую и подстилающую породы, т. к. от них почва может наследовать ряд свойств, учет которых необходим при решении мелиоративных задач.

К ограничениям полевых обследований относятся высокая стоимость, сезонность и невозможность получения информации о состоянии земельного участка до момента обследования.

Камеральные работы заключаются в обработке материалов полевых обследований. Изучение структуры, гранулометрического состава, цвета и других морфологических свойств почв сопровождаются прямыми количественными исследованиями в лабораторных условиях. Взятые в полевых условиях образцы почв и растений анализируют в лабораторных условиях с применением современных приборов, оборудования, а также программ статистической обработки данных.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) является методом получения информации об объекте или явлении без непосредственного физического контакта с данным объектом; это наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры. Рабочий диапазон длин волн, принимаемых съемочной аппаратурой, составляет от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны). Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата (КА), характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы, что осложняет получение информации в районах с высокой облачностью.

Пример комплексного подхода к изучению состояния земельных участков приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Комплекс методов, применимый для описания загрязненного земельного участка

Характеристики	Показатели	Методы	Оборудование / Источник информации	Пример
Землеустроительные	Площадь ЗУ*	ДЗЗ	Космические снимки	Динамика площади снежных отвалов
	Вид разрешенного использования ЗУ	ГИС	Градостроительный атлас	Координаты ЗУ
	Стоимость ЗУ	–	Публичная кадастровая карта	Года начала использования ЗУ
Экологические	Уровень загрязнения и захламления. Температурный режим поверхности	ДЗЗ. Аналитический. Лабораторный. Статический.	Космические снимки	Наличие загрязняющих веществ и ТБО, деградация растительного покрова, определен температурный режим почв.
Агрохимические	Плотность. Фракционный состав. Кислотность. Содержание азота, фосфора, калия.	Аналитический. Лабораторный. Статический. Полевой.	Ареометр, почвенные образцы, весы, печь, рН-метр	Определены: плотность, увлажненность почв, гранулометрический состав, кислотность почв.

Примечание. ЗУ – земельный участок.



Рассмотрим пример использования комплексного подхода для изучения состояния снежного отвала (далее – СО), располагающегося по адресу Томская область, поселок Хромовка 35/2. Согласно данным ДЗЗ, год образования СО – 2010-й. С года начала эксплуатации по 2015 год его площадь увеличилась на 87 % (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Границы снежного отвала в год образования и в 2016 г.

СО располагался в рекреационной зоне, предназначенной для размещения городских парков, скверов, садов, бульваров, следовательно, выявлено нарушение в расположении СО (рисунок 2). В почвенных образцах обнаружено наличие загрязняющих веществ в почве (цинк, медь, кадмий, свинец, никель, хром, железо, ртуть, сульфат-ион, хлорид-ион, нефтепродукты, токсичность) (таблице 2).



Рисунок 2 – Расположение СО в рекреационной зоне P-1

Таблица 2 – Содержание загрязнений в снеге на территории снежного отвала

Химические элементы	СОЗ (мг/дм <sup>3</sup> )	Химические элементы	СОЗ (мг/дм <sup>3</sup> )
Цинк	0,31	Железо	101
Медь	0,097	Ртуть	< 0,000 01
Кадмий	< 0,000 01	Сульфат-ион	< 10
Свинец	0,0031	Хлорид-ион	2,86
Никель	0,043	Нефтепродукты	16,3
Хром	0,055	Токсичность острая	отс.
Химические элементы	СОЗ	Взвешенные вещества	1664

Однако с учетом данных проведенного исследования, в декабре 2016 года думой города Томска было принято решение о создании в городе новой территориальной зоны С-3, зоны складирования снежных масс. В данный момент снежный отвал располагается в предназначенной для него зоне (рисунок 3).



Рисунок 3 – Расположение снежного отвала в территориальной зоне С-3

Выявлена значительная деградация растительного покрова. Площадь растительности на снежном отвале сократилась на 81 % от исходной (рисунок 4).

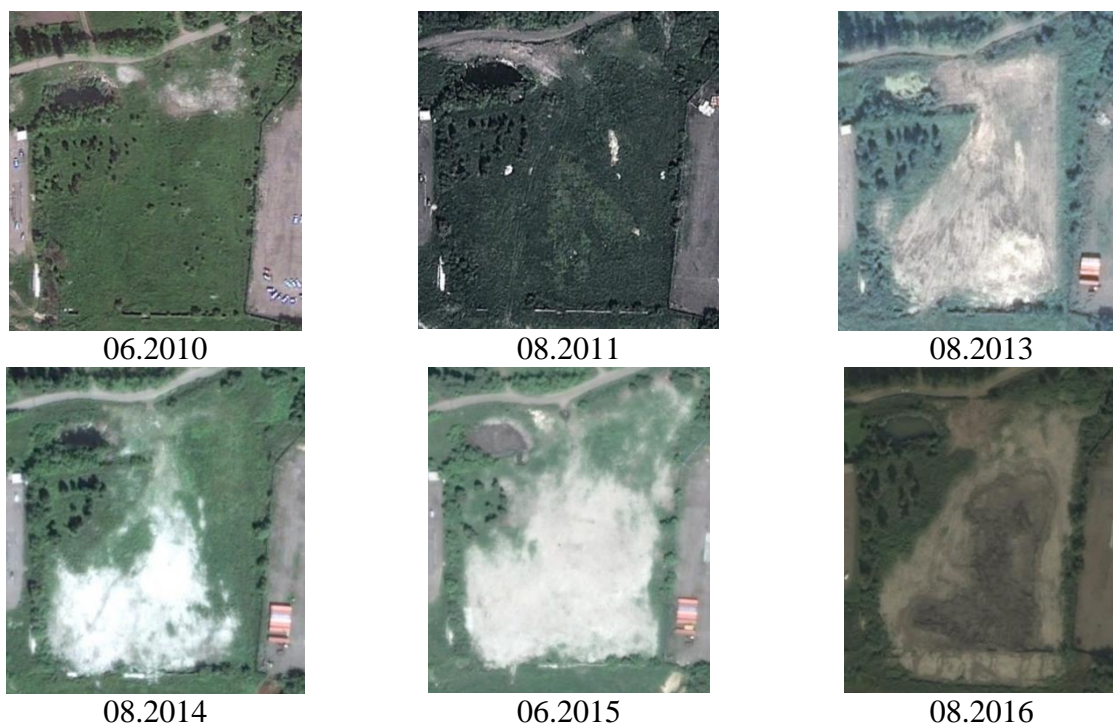


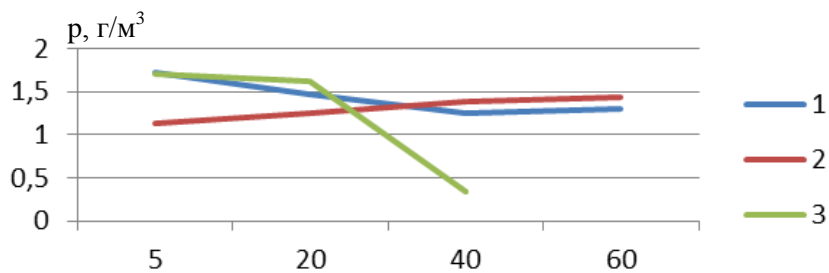
Рисунок 4 – Изменение растительного покрова на СО

Наиболее вероятными причинами деградации растительности могут быть:

- переуплотнение поверхности почвы техникой;
- загрязнение, захламенение почвы отходами и химическими веществами, содержащимися в вывозимом снегу;
- переувлажнение почвы, в виду длительного таяния снега.

На территории СО происходит задержка прогревания поверхности и переохлаждение почвы в начале вегетационного периода в сравнении с фоновым участком, в дальнейшем поверхность снежного отвала прогревается интенсивнее поверхности фонового участка [3].

По мере углубления с 0–60 см на плотность почвы на фоновом участке возрастает на 20 %, на снежном отвале убывает на 32 % (рисунок 5).



1 – участок снежного отвала; 2 – фон снежного отвала;  
3 – плотность образца с территории другого снежного отвала

Рисунок 5 – Изменение плотности почвы снежного отвала с глубиной разреза

Почвы на 72 % состоят из фракций размером от 0,1 до 0,05 мм, что соответствует мелкому песку. Они слабо щелочные, что говорит о низком плодородии, неблагоприятных физических свойствах и химическом составе. Полученные данные свидетельствуют о том, что данные территории экологически не безопасны и создают экологическую угрозу жизни населения. Они могут служить исходным материалом для совершенствования управлением территорией и усиления ее экологической безопасности.

Приведенный пример показывает, что анализ земельных участков требует применения целого комплекса различных методов. Рекомендуется объединить информацию о загрязненных земельных участках, полученную с их помощью в единую геоинформационную систему с указанием характеристик объекта, методов и способов получения информации и разместить ее на сайтах Администрации области и Администрации города.

### Список использованной литературы

1 Макарецова, Е.С. Возможность получения актуальной информации о земельных участках по данным дистанционного зондирования и полевого обследования / Е.С. Макарецова // Материалы региональной научно - практической конференции «Современные вопросы землеустройства, кадастра и мониторинга земель», Тюмень, 26 ноября 2016. – Тюмень: Изд-во ТИУ, 2016 – Т. 1. – С. 92–96.

2 Pasko O.A. , Makartsova E.S., Ushakova N.S., Tokareva O.S., Mochalov M.V. The possibility of distance methods application for snow dump sites monitoring // MATEC Web of Conferences . – 2016 – Vol. 48, Article number 05002. – P. 1–4.

3 Pasko O.A., Tokareva O.S., Ushakova N.S., Makartsova E.S., Gaponov E.A. The application of satellite methods for monitoring snow dump sites / Применение спутниковых методов исследований для оценки состояния территорий снежных отвалов // *Sovremennye Problemy Distantionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa – Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* – 2016 – Vol. 13. – №. 4. – P. 20–28.



E.S. MAKARTSOVA

**AN INTEGRATED APPROACH TO THE SOLUTION OF QUESTIONS  
OF ASSESSMENT OF CONTAMINATED LAND**

*This article describes a comparative analysis of the possibilities of using information about the land plots, obtained by field examinations and remote sensing methods. Examples are shown, advantages and limitations of each method group are highlighted. The conclusion about necessity of their complex usage at territory examination.*

УДК 338.45

T.B. МОСЬКО

**ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ  
В УСЛОВИЯХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ**

*УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
t@mosko.ru*

*В данной статье уделено внимание организации туристско-рекреационной деятельности в Гомельской области в условиях геоэкологических ограничений. Установлено, что в силу неблагоприятной геоэкологической обстановки, на территории Брагинского, Буда-Кошелевского, Ветковского, Добрушского, Ельского, Кормянского, Калинковичского, Лоевского, Наровлянского, Хойникского и Чечерского районов возможна лишь организация кратковременного отдыха в познавательных целях.*

Гомельская область считается территорией с самой высокой в Беларуси степенью сохранности природных комплексов. Здесь много лесов – 45 %, при среднем показателе 39 %. Доля сельскохозяйственных угодий наименьшая в стране – 34 %. Плотность населения – 36 чел./км<sup>2</sup>.

По природным условиям Гомельская область ближе всего к Брестской, так как обе области размещены в одних и тех же ландшафтных провинциях – Полесской и Предполесской. Однако имеются существенные различия. Для Гомельской области характерно размещение в нижних частях бассейнов крупнейших рек Припяти, Сожа и Березины, и в средней части течения реки Днепр. Таким образом, реки на территории Гомельской области отличаются высокой водностью и более устойчивы к антропогенному воздействию.

Сегодняшнее состояние природной среды в Гомельской области определяется во многом последствиями катастрофы на Чернобыльской АЭС [4].

За период с 1986 г. по 2015 г. площадь территории радиоактивного загрязнения уменьшилась в связи с естественным распадом радионуклидов. В Гомельской области площадь территории, загрязненной цезием-137 выше 1 Ки/км<sup>2</sup>, составляет 43,1 % общей площади территории области [6].

Загрязнение территории Гомельской области стронцием-90 носит более локальный характер по сравнению с цезием-137. Максимальные уровни загрязнения данным радионуклидом достигали более 40 Ки/км<sup>2</sup> (в Хойникском районе). В дальней зоне

наиболее высокая активность стронция-90 в почве ( $0,78 \text{ Ки/км}^2$ ) обнаружена в Ветковском районе.

Наибольшие уровни загрязнения изотопами плутония-238, 239, 240, 241 и америция-241 (более  $1 \text{ Ки/км}^2$ ) зафиксированы на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (Хойникский и Брагинский районы). В связи с естественным распадом плутония-241 (период полураспада 14,4 года) и образованием америция-241 (период полураспада 432 года) вплоть до 2059 г. будет наблюдаться увеличение активности этого радионуклида.

Установлено, что основная часть плутония и америция находится в верхнем 10-сантиметровом слое почвы и лишь в песчаных разновидностях дерново-подзолистых почв – в 20-сантиметровом слое почвы. Плутоний и америций находятся, преимущественно, в малоподвижном состоянии. Для минеральных почв характерно более высокое содержание мобильных форм радионуклидов по сравнению с органическими почвами.

Для курортологических, рекреационных и туристических целей особенно важно учитывать изменения качества природной среды в результате загрязнения почвенного покрова, вод и воздуха [1]. На территориях, предназначенных для санаторно-курортного освоения, экологическое состояние последних в настоящее время приобретает первостепенное значение, поэтому при такой оценке наряду с другими характеристиками необходимо принимать во внимание радиоактивное загрязнение основных компонентов природной среды.

С точки зрения создания комфортных условий для отдыха населения на территории Гомельской области выделены три типа ограничений использования рекреационных зон в зависимости от уровня радиоактивного загрязнения:

1. *Допустимо для использования* (при загрязнении территории по  $^{137}\text{Cs}$  до  $5 \text{ Ки/км}^2$  или  $^{90}\text{Sr}$  до  $0,5 \text{ Ки/км}^2$ ).
2. *Ограниченно допустимо для использования* (по  $^{137}\text{Cs}$  от 5 до  $10 \text{ Ки/км}^2$  или  $^{90}\text{Sr}$  от  $0,5$  до  $1,0 \text{ Ки/км}^2$ ).
3. *Недопустимо для использования* (по  $^{137}\text{Cs}$  более  $10 \text{ Ки/км}^2$  или  $^{90}\text{Sr}$  более  $1,0 \text{ Ки/км}^2$ ).

В Гомельской области территории с уровнем радиоактивного загрязнения по  $^{137}\text{Cs}$  более  $10 \text{ Ки/км}^2$  или  $^{90}\text{Sr}$  более  $1,0 \text{ Ки/км}^2$  находятся в пределах Брагинского, Буда-Кошелевского, Ветковского, Добрушского, Ельского, Кормянского, Калинковичского, Лоевского, Наровлянского, Хойникского и Чечерского районов [6] (рисунок 1).

Мониторинг радиоактивного загрязнения водных объектов, почвы, воздуха, уточнение радиационной обстановки на территории белорусского сектора 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС, контроль радиоактивного загрязнения территорий населенных пунктов и объектов для оценки условий проживания и производственной деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, проводится подразделениями Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [7].

В 9 пунктах постоянного контроля, расположенных в Гомельской области (Брагин, Гомель, Житковичи, Жлобин, Лельчицы, Мозырь, Наровля, Хойники, Чечерск), ежедневно измеряется мощность дозы гамма-излучения (МД) [2].

По результатам контроля обстановка на территории Гомельской области оставалась стабильной.

Незначительное повышение активности цезия-137 в г. Мозырь практически не привело к увеличению вклада в дозу облучения населения [3].

Активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в значительной степени определяется содержанием пыли в воздухе, т. е. процессами вторичного ветрового подъема, причем выпадение осадков в 3–4 раза снижает активность радиоактивных аэрозолей в атмосферном воздухе. Уровни содержания цезия-137 и суммарной бета-активности в атмосферном воздухе соответствовали установившимся многолетним

значениям (контрольные уровни суммарной бета-активности радиоактивных аэрозолей, при превышении которых проводятся защитные мероприятия, составляют  $3700 \times 10^5$  Бк/м<sup>3</sup>). Активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.



Рисунок 1 – Дифференциация территории Гомельской области по уровню радиоактивного загрязнения  
*Результаты радиационного мониторинга за период 2006–2015 гг.*

Радиационный мониторинг поверхностных вод проводится на шести реках Гомельской области, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень) [3].

В настоящее время средние концентрации цезия-137 и стронция-90 во всех контролируемых реках, за исключением р. Нижняя Брагинка, были значительно ниже Республиканских допустимых уровней для питьевой воды (для цезия-137 – 10 Бк/л, для стронция-90 – 0,37 Бк/л).

Реки Ипуть и Беседь являются наиболее крупными притоками реки Сож, которые протекают по Белорусско-Брянскому «цезиевому пятну» с уровнями загрязнения территории цезием-137 от 1 до 60 Ки/км<sup>2</sup>.

Если в первые несколько лет после аварии на ЧАЭС наблюдался заметный трансграничный перенос цезия-137 с поверхностными водами этих рек, то в настоящее время трансграничный перенос цезия-137 с водами р. Ипуть (г. Добруш) и р. Беседь (д. Светиловичи) незначителен и не превышает 1 % его общих запасов на водосборе.

За счет динамичных процессов водного переноса и естественного распада концентрации цезия-137 в больших и средних реках значительно уменьшились. Основным фактором снижения концентрации цезия-137 в поверхностных водах указанных рек

является значительное уменьшение смыва радионуклида с поверхности водосбора, связанное с уменьшением количества его обменных форм в почвах.

С целью изучения процессов миграции радионуклидов в почве функционирует сеть ландшафтно-геохимических полигонов (ЛГХП).

В настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась. В почвах различной степени гидроморфности происходит уменьшение линейной скорости миграции той части радионуклидов, которая мигрирует вглубь почвы с потоком влаги в составе коллоидных частиц (конвективный перенос). Если в первые годы после аварии на Чернобыльской АЭС конвективный перенос играл заметную роль в перераспределении мобильной части радионуклидов по вертикальному профилю почв, то в настоящее время основным механизмом, который обуславливает миграцию, является диффузия. В связи с этим наблюдается стабилизация параметров вертикальной миграции, линейная скорость перемещения цезия-137 за наблюдаемый период (с 1993 г.) в различных типах почв практически сравнялась и составляет 0,20–0,35 см/год. Аналогичные тенденции, хотя и меньшей степени, характерны и для стронция-90.

Это объясняется тем, что большая часть радионуклидов, выпавших на поверхность почвы и вступивших во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом, находится в фиксированной форме, что не позволяет цезию-137 проникать вглубь почвенного профиля вместе с коллоидными частицами. Наличие геохимических барьеров (мощных слоев дернины, перегнойных горизонтов, прослойки глинистых минералов, фиксирующих радионуклиды и препятствующих их проникновению в более глубокие слои почвы) также обуславливает снижение интенсивности миграционных процессов. Основная доля радионуклидов цезия-137 и стронция-90 находится в верхнем корнеобитаемом слое почвы.

Постепенно снижается содержание цезия-137 в деревьях основного яруса и их частях (древесине, коре, ветвях с хвоей), а также в деревьях подроста и подлесочных породах. Среди растений живого напочвенного покрова максимальное накопление цезия-137 установлено для мхов и папоротников.

Радиационная обстановка в лесном фонде Гомельской области в настоящее время постепенно улучшается [5]. Однако наблюдается повышенное содержание радионуклидов в лесной растительности за счет их закрепления в многолетних лесных растениях. В различной степени загрязнены радиоактивными веществами более 44,5 % общей площади лесного фонда области, что составляет 824,8 тыс. га на территории 20 административных районов.

Для ранжирования лесхозов по загрязнению используется «коэффициент тяжести радиоактивного загрязнения», который представляет собой комплексный показатель, учитывающий загрязнение всей площади лесхоза, среднюю плотность загрязнения территории лесхоза и показатели отдельных структурных подразделений. По степени радиоактивного загрязнения территории условно выделено шесть групп лесхозов:

1. *С катастрофическими условиями жизнедеятельности и организации лесохозяйственного производства.* Входят три лесхоза Гомельского ГПЛХО (Ветковский, Черчерский, Наровлянский). Данные лесхозы могут функционировать только как специализированные, для поддержания общей стабильной экологической обстановки данной территории и ее реабилитации.

2. *С очень тяжелыми условиями жизнедеятельности и организации лесохозяйственного производства.* Входят два лесхоза (Ельский и Хойникский). На территории лесхозов возможно ограниченное лесопользование.

3. *С тяжелыми условиями жизнедеятельности и организации лесохозяйственного производства.* Входят два лесхоза (Буда-Кошелевский, Комаринский). На территории лесхозов регламентируется побочное пользование лесом, сбор грибов, ягод и отдых населения.

4. *Со средней степенью загрязнения территории, приемлемыми условиями жизнедеятельности и организации лесохозяйственного производства.* Входят три лесхоза (Лельчицкий, Рогачевский и Милошевичский). Имеются ограничения по использованию древесины на топливо и отдельным видам лесопользования.

5. *Со слабым загрязнением территорий, допустимыми условиями жизнедеятельности и организации лесохозяйственного производства.* Входят шесть лесхозов (Речицкий, Василевичский, Калинковичский, Лоевский, Мозырский и Жлобинский). Загрязнение представлено отдельными пятнами и поэтому только в их пределах вводятся ограничения по отдельным видам лесопользования.

6. *С загрязнением территорий, при котором сохраняются близкие к нормальным условия жизнедеятельности и лесохозяйственного производства.* Входят два лесхоза (Житковичский и Светлогорский). На территории ограничено побочное пользование лесом, а заготовка лесной продукции, как и на всей загрязненной территории, производится с обязательным радиационным контролем.

Вследствие снижения уровней загрязнения цезия-137 и стронция-90, происходит поэтапная реабилитация территорий. В районах Гомельской области постоянно проводится оптимизация границ территорий с контрольно-пропускным режимом. В настоящее время территории, на которых установлен контрольно-пропускной режим, имеются в 8 районах (Брагинский, Буда-Кошелевский, Ветковский, Добрушский, Кормянский, Наровлянский, Хойникский, Чечерский).

Таким образом, в силу неблагоприятной геоэкологической обстановки, на территории Брагинского, Буда-Кошелевского, Ветковского, Добрушского, Ельского, Кормянского, Калинковичского, Лоевского, Наровлянского, Хойникского и Чечерского районов возможна лишь организация кратковременного отдыха в познавательных целях.

### **Список использованной литературы**

1 Галай, Е.И. Геоэкологические основы природопользования / Е.И. Галай. – Минск : БГУ, 2004. – 81 с.

2 Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rad.org.by>.

3 Здоровье населения и окружающая среда Гомельской области в 2012 году: информ.-анал. бюлл. / под. ред. А.А. Тарасенко. – Гомель : Гос. учр. «Гом. обл. центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», 2013. – 61 с.

4 Мосько, Т.В. Радиационный мониторинг в Гомельской области / Т.В. Мосько // Мониторинг окружающей среды: материалы II междунар. науч.-практ. конф., Брест, 25–27 сент. 2013 г.: в 2 Ч. / БрГУ им. А.С. Пушкина; редкол.: И.В. Абрамова [и др.]. – Брест, 2013. – Ч. 1. – С. 42–44.

5 Официальный сайт Гомельского ГПЛХО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.forest.gomel.by>. – Дата доступа: 24.04.2017.

6 Характеристика пострадавших районов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chernobyl.gov.by>. – Дата доступа: 12.04.2017.

7 Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления / Национальный доклад Республики Беларусь. – Минск: РНИУП «Институт радиологии» МЧС Республики Беларусь, 2011. – 89 с.

*T.V. MOSKO*

### ***TOURISTIC-RECREATIONAL ACTIVITIES IN THE GOMEL REGION IN CONDITIONS OF GEO-ECOLOGICAL CONSTRAINTS***

*In this article is paid to organization of tourism and recreational activities in the Gomel region in terms of geo-environmental constraints. It is established that due to the unfavorable*

*geoecological situation, only the organization of short-term rest for cognitive purposes is possible on the territory of Braginsky, Buda-Koshelevsky, Vetkovsky, Dobrushsky, Yelsky, Kormyansky, Kalinkovichsky, Loevsky, Narovlyansky, Khoyniksky and Chechersky regions.*

**УДК 582.794.1: 004.9: 581.9(476.5)**

Ю.И. НОВИКОВА

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ГИС-АНАЛИЗА РАСПРОСТРАНЕНИЯ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО В ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНАХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ**

*УО «Витебский государственный университет им. П.М. Машерова»,  
г. Витебск, Республика Беларусь,  
Julia.novikova9@mail.ru*

*Интродукция борщевика Сосновского привела к его крайнему распространению по территории Беларуси и смежных территорий. Резкое увеличение площади, занятой колониями борщевика, приводит к обеднению аборигенного биологического разнообразия. Для первичного анализа и определения перспектив распространения используют ГИС-технологии, которые систематизируют данные полученные в ходе полевых экспедиций.*

В настоящее время в результате антропогенной деятельности по нашей планете ежедневно перемещаются множество видов животных и растений, что зачастую влечет за собой весьма серьезные экологические, социальные и экономические последствия.

Внедрение (инвазия) агрессивных чужеродных видов является в настоящее время значительным вкладом в глобальные природные изменения и часто ведет к существенным потерям биологического разнообразия и экономической значимости экосистем. Иногда это внедрение может наносить значительный экономический ущерб и даже представлять опасность для здоровья людей. Число крупных экологических катастроф, вызванных инвазиями чужеродных видов, постоянно растет. Достаточно назвать лишь несколько примеров: амброзия полынолистная, колорадский жук, борщевик Сосновского... Пока еще не существует универсальных способов остановить инвазивные виды. Разработка мер по предотвращению биологических инвазий, смягчению их последствий и мониторингу являются особенностью всех стран, подписавших Конвенцию о биологическом разнообразии в 1992 году в Рио-де-Жанейро [3, 6].

Агрессивные чужеземные виды, занесенные из других регионов (часто даже с других континентов), которые расселяются по вине человека, образуют потомство в очень большом количестве и распространяются на значительное расстояние от родительских особей, получили название инвазивные виды. Для них характерно активное внедрение в местные сообщества, при котором они часто вытесняют местные виды растений. Вторжение инвазивных видов – серьезная экологическая проблема во всем мире, приводящая к так называемому «флористическому загрязнению территории», которая идет сразу после разрушения мест обитания [5].

Быстрое распространение колоний чужеродных видов, таких как борщевик, золотарник, эхиноцистис, бальзамин и пр., негативно сказывается на состоянии аборигенных видов и фитоценозов в целом. Борщевик Сосновского является, на сегодняшний день, одним из самых агрессивных и быстро распространяющийся инвазивных видов в Беларуси. Для отслеживания уровня «флористического загрязнения» проводится

работа по инвентаризации и изучению молекулярно-генетического и таксономического состава инвазивных видов на территории Республики Беларусь.

Среди инвазивных видов растений, получивших широкое распространение на территории Беларуси, можно выделить группу особо агрессивных. Данная группа видов немногочисленна, но негативный эффект от их распространения существенен. Наиболее яркими представителями являются:

*Heracleum sosnowskyi Manden.* – Борщевик Сосновского;

*Solidago canadensis L.* – Золотарник канадский;

*Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray.* – Эхиноцистис лопастной;

*Acer negundo L.* – Клен ясенелистный;

*Robinia pseudoacacia L.* – Робиния лжеакация [4].

Борщевик Сосновского растет по залежам, окраинам полей и обочинам дорог как одичавшее или заносное растение, местами образует большие заросли. В местах обитания практически полностью вытесняет аборигенную растительность, образуя нехарактерные по составу и облику для нашей территории растительные сообщества. Борщевик Сосновского может расти повсеместно, во всех почвенно-климатических зонах республики.

Чаще всего он встречается вдоль дорог (начиная от крупных автомагистралей, заканчивая мелкими лесными дорожками), а также на участках, примыкающих к ним (кюветы, откосы и др.).

Для борьбы с борщевиками существуют различные методы:

- ручное или механическое выкапывание стеблекорней;
- выкашивание;
- стравливание путем выпаса скота;
- использование гербицидов;
- запашка и посев травосмесей или посадка лесных культур.

Заращение земель сельскохозяйственного назначения данным растением ухудшает качественное состояние земель, является реальной угрозой здоровью населения и приводит к снижению природно-хозяйственной значимости земель. Реализация эффективных мероприятий борьбы с борщевиком является трудоемким и дорогостоящим процессом в результате чего, согласно независимым исследованиям, ежегодно борщевик занимает до 15 % новых территорий, на которых агротехнические мероприятия не проводятся [1].

**Цель:** проведение инвентаризации мест произрастания и первичный анализ состояния борщевика Сосновского на территории административных районов с помощью ГИС.

Карты, созданные в ГИС, обладают некоторыми очевидными преимуществами перед другими вариантами представления информации:

- работа с исключительно широким спектром данных и осуществление привязки к карте;
- анализ данных и моделирование различных вариантов ситуаций;
- получение результатов в наглядной, а следовательно и понятной форме;
- ввод и изменение данных без необходимости всякий раз составления новых карт, т. е. карты ГИС интерактивны.

Программа ГИС обеспечивает функции и средства, необходимые для хранения, анализа и представления географической информации. Наиболее широко используемые программы ГИС – *MapInfo*, *ArcGIS*, *AutoCad Map* и другие [2].

Для пилотных проектов по анализу состояния колоний борщевика Сосновского на территории административных районов Витебской области на основе ГИС платформы «*MapInfo Professional*» были выбраны Сенненский, Дубровенский и Лиозненский районы. Работы проводились как с помощью инструментария «*MapInfo Professional*» так и с использованием ряда других специальных и стандартных программ.

Так, данные базы геоинформационной системы можно с легкостью переместить в *MS Excel*, создав на ее основе стандартную таблицу (для упрощения построения диаграмм и графиков). По завершению данных процессов можно говорить о некоторых полученных результатах, которые представлены в ряде сводных таблиц 1–3.

Таблица 1 – Занятые борщевиком площади, распределенные по типам земель в разных районах

Тип земель	Административный район					
	Сенненский		Дубровенский		Лиозненский	
	площадь, м <sup>2</sup>	%	площадь, м <sup>2</sup>	%	площадь, м <sup>2</sup>	%
С/х -земли	592 043	74	771 628	62	77 785	96
Земли населенных пунктов	97 900	12	22 997	19	953	1
Придорожные полосы	91 837	11,5	20 546	17	623	1
Полигоны ТКО	14 540	2	2 615	2	1 767	2
Земли организаций связи	522	1				

Таблица 2 – Объемы мероприятий по борьбе с борщевиком Сосновского на территории 3 административных районов

Мероприятия	Административный район					
	Сенненский		Дубровенский		Лиозненский	
	площадь, м <sup>2</sup>	%	площадь, м <sup>2</sup>	%	площадь, м <sup>2</sup>	%
Отсутствие мероприятий	657 240	79	48 243	39	60 971	75
Регулярное кошение	126 616	15	12 889	12	15 028	19
Нерегулярное кошение	31 802	4	46 972	38	4 916	6
Кошение и обработка (перепашка)	18 714	2	15 216	11		

Таблица 3 – Состояние колоний на момент проведения экспедиций

Состояние	Административный район					
	Сенненский		Дубровенский		Лиозненский	
	площадь, м <sup>2</sup>	%	площадь, м <sup>2</sup>	%	площадь, м <sup>2</sup>	%
Доминирование	592 043	74	69 356	56	55 323	68,6
Прогрессирование	97 900	12	18 160	15	11 225	14
Стабильность	91 837	11,5	16 919	14	1 170	2
Угнетение	14 540	2	3 725	3	13 198	16
Крайнее угнетение	522	1	15 159	12		
Отсутствие	95 569	12			214	0,4

Распространение борщевика в разных районах не равномерное, например в Дубровенском районе наибольшая площадь (817 786 м<sup>2</sup>), занимаемая колониями борщевика, наименьшая – в Лиозненском (81 128 м<sup>2</sup>). Происходит также разделение по типу земель: большая часть колоний произрастает, как правило, около половины, чаще всего на землях сельскохозяйственного значения (где происходила непосредственная высадка), меньше борщевика встречается на территориях населенных пунктов и придорожных полосах, как правило, 1/3. Возможно присутствие на полигонах ТКО и землях организаций связи – в меньшей степени (порядка 1–2 % всех земель занятых борщевиком).



Отличия проявляются, также, и в борьбе с инвазией. Большая часть колоний (около 2/3) в Сенненском и Лиозненском районах не обрабатывается и не уничтожается, чего нельзя сказать о Дубровенском районе, в котором этот показатель ниже практически в 2 раза – 39 %. На остальных территориях борьба ведется путем перепашки или кошения, которые, при регулярном повторении, могут иметь положительный результат.

По состоянию колоний можно говорить о том, что порядка 60–80 % колонии доминируют в сообществах либо активно прогрессируют – это самый распространенный уровень развития, так как для большинства колоний мероприятия не производятся в полной степени, что позволяет борщевнику распространяться за один вегетативный сезон на значительные территории. Стабильность и разные степени угнетения, так же как и отсутствие сопровождается мероприятиями по вытеснению борщевика с занимаемых территорий.

Динамика расселения борщевика, анализ состояния колоний, анализ результативности борьбы с борщевиком на территории обследованных районов итоги инвентаризации, контроль конфигурации очагов борщевика по результатам аэрофотосъемки однозначно подтверждают увеличение площади распространения по сравнению с начальными (официальными) данными.

Невыполнение инструкции по борьбе с борщевиком, невыполнение объемов проводимых мероприятий создало ситуацию, когда большая часть колоний обсеменяется. Борщевик быстро расселяется по прилегающим территориям. Вокруг маточной колонии появляются новые дочерние колонии, очаги постепенно расширяются, сливаются в большие массивы. Обычно центрами инвазии выступают места содержания животных – старые и брошенные фермы и прилегающие к ним территории. Именно здесь очень быстро пятнистые колонии превращаются в большие площадные колонии, представляющие монодоминантные заросли борщевика. Большинство этих колоний в предыдущие годы были нескошенные и обсеменялись, что подтверждено материалами аэрофотосъемки. Несмотря на принимаемые меры по сдерживанию распространения инвазии, за последние 5 лет площади занятые зарослями борщевика увеличились в несколько раз. Семена интенсивно разносятся проходящим транспортом и грейдером при дорожных работах, распространяются с потоками дождевой воды. Десятки километров таких дорог имеют обочину, представляющую сплошную полосу молодой поросли борщевика и дорожный откос представляющий полосу генеративных семеносящих растений борщевика. При сохранении данной тенденции борьбы с борщевиком Сосновского, прогнозируется увеличение общей площади колоний с 1 695 756 м<sup>2</sup> (площади инвентаризации) до 2 204 483 м<sup>2</sup>. Расширение площади колоний составит около 508 729 м<sup>2</sup> (порядка 30 %).

### Список использованной литературы

- 1 Виноградова, Ю.К. Черная книга флоры средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России / Ю.К. Виноградова, С.Р. Майоров, Л.В. Хорун. – М.: ГЕОС, 2010. – 512 с.
- 2 Гурьянова, Л.В. Введение в географические информационные системы: пособие для студентов геогр. фак. / Л.В. Гурьянова. – Минск : БГУ, 2009. – 128 с.
- 3 Иванец, К.М. Правовые основы ведения государственного учета инвазивных видов растений / К.М. Иванец // Право. Экономика. Психология. – 2016. – № 2. – С. 18–21.
- 4 Куклина, А. Фитоинвазии: опасность и экологические последствия / Алла Куклина, Юлия Виноградова ; фото Аллы Куклиной [и др.] // Наука и жизнь. – 2015. – № 5. – С. 107–112.
- 5 Семенченко, В.П. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В.П. Сенченко, А.В. Пугачевский / Наука и инновации №10(44), 2006. – С. 15–20.

6 Скрыбина, Д.В. Правовое регулирование сохранения растительного биоразнообразия в Республике Беларусь / Д.В. Скрыбина, В.Н. Лучина // Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века = Sakharov readings 2017 : environmental problems of the XXI century : материалы 17-й международной научной конференции, 18–19 мая 2017 г., г. Минск, Республика Беларусь : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А.Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : С.Е. Головатый [и др.] ; под ред. д-ра ф.-м. н., проф. С.А. Маскевича, д-ра с.-х. н., проф. С.С. Позняка. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – Ч. 1. – С. 34–35.

*J.I. NOVIKOVA*

***THE GIS-ANALYSIS RESULTS OF THE HERACLEUM SOSNOWSKYI'S DISTRIBUTION IN THE VITEBSK REGION'S SOUTH-EAST DISTRICTS***

*The introduction of Heracleum sosnowskyi led to an extreme distribution across the territory of Belarus and adjacent territories. The sharp increase of Heracleum sosnowskyi colonies' in the area leads to the depletion of the native biological variety. GIS-technology, which systematize data during field expeditions use for the initial analysis and determination of the distribution perspective.*

**УДК 502.1:55(082)+911.5(082)**

**Б.Н. ОКСЕНЧУК**

**ЭФФЕКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

*УО «Белорусский государственный университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь  
b.oksenchuk@gmail.com*

*В статье рассмотрены вопросы, касающиеся сферы обращения с отходами как части модели устойчивого развития. Исследовано текущее состояние сферы в странах-лидерах данной отрасли. Особое внимание уделено развитию белорусской стратегии интегрированного управления отходами. Проанализирована динамика сбора вторичных материальных ресурсов (ВМР) за последние годы, а также перспективные направления развития.*

В последние годы постоянно возрастает важность рационального природопользования. Все более острым становится вопрос защиты окружающей среды от продолжительного негативного воздействия со стороны человека. Непрерывающаяся, а напротив, все более и более возрастающая антропогенная нагрузка дестабилизирует состояние многих природных комплексов, а зачастую и ставит под угрозу их существование.

Одной из сфер деятельности человека, воздействие от которой необходимо строго контролировать, является обращение с отходами. Этот важный и пока еще нерешенный вопрос актуален как для мирового сообщества, так и для нашей страны в частности.

У многих стран есть свои системы обращения с отходами. Подходы к решению проблемных аспектов обращения с отходами могут различаться, но стратегически выдерживается одно направление – на повышение эффективности экологических решений.

Рассмотрим некоторые зарубежные примеры успешного функционирования систем обращения с отходами.

В восьмидесятые годы XX века в Германии остро встал вопрос утилизации твердых бытовых отходов (ТБО). По мнению экспертов, в этот период формировалось так называемое «общество одноразовых продуктов», возникла угроза нормальному функционированию окружающей среды.

Однако немецкие власти приняли решение не ждать подобного развития событий, и предложили одно из самых удачных в мире решений проблемы утилизации ТБО. Введенная в 1991 году на территории страны система «*Duales System Deutschland GmbH*» позволила избежать экологической катастрофы.

Немецкие фирмы на законодательном уровне обязаны по возможности уменьшать размер упаковок для своих товаров, введен обязательный сбор за утилизацию отходов. Кроме того, производителей обязали выпускать саморазлагающуюся упаковку, либо упаковку пригодную к вторичной переработке.

В Японии долгое время основным приоритетом было массовое производство, и, как следствие, массовое потребление. Вполне логично, что все это приводило к образованию большого количества бытовых отходов. Закон о переработке мусора в Японии приняли в 90-х годах прошлого века.

Переработанный мусор японцы используют максимально эффективно. Например, в заливе, расположенном на юге города Кобе был насыпан искусственный остров из мусора площадью 436 гектаров под названием Порт Айленд. На этом острове расположены несколько отелей, парков, спортивно-развлекательных зон – одним словом, это место, прекрасно подходящее для жизни и отдыха. Таким образом, за счет эффективного управления отходами японцам удается решать еще и территориальную проблему.

Одним из явных мировых лидеров в сфере мусоропереработки является Швеция. Система сортировки и последующей переработки ТБО в Швеции также начала действовать в конце 20-го века.

Внедренная в этой стране национальная программа получения электрической энергии из отходов оказалась весьма успешной. За счет полученной из бытового мусора электроэнергии в стране снабжается порядка 250 тыс. домов. Отходы обеспечивают работу шведских систем централизованного теплоснабжения примерно на 20 %. Также из отходов шведы получают и биогаз, используемый для нужд городского транспорта.

Рынок отходов стран СНГ переживает проблемы неуклонного роста количества отходов. Практически все ведущие страны СНГ, к которым относится и Беларусь, активно ведут поиски новых технологий, позволяющих превратить бытовые отходы в сырье, пригодное для повторного использования.

В Республике Беларусь основным координатором данной деятельности с 2012 года является ГУ «Оператор вторичных материальных ресурсов» – некоммерческая организация Министерства жилищно-коммунального хозяйства. Ключевыми нормативными актами, регулирующими деятельность, связанную с оборотом отходов, являются Закон Республики Беларусь № 271-З «Об обращении с отходами» [4] и Указ Президента Республики Беларусь № 313 «О некоторых вопросах обращения с отходами потребления» [3].

Согласно Закону [4] коммунальные отходы, образующиеся на территориях населенных пунктов, подлежат сбору и удалению в соответствии со схемами обращения, которые утверждаются местными исполнительными и распорядительными органами по согласованию с территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и уполномоченными государственными органами, и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор.

Для планирования системы сбора отходов, определения количества контейнеров, разработки транспортных схем вывоза отходов и для других целей местные исполнительные

и распорядительные органы утверждают для каждого населенного пункта дифференцированные и другие нормативы образования коммунальных отходов.

Указом Президента Республики Беларусь № 313 [3] установлен принцип расширенной ответственности производителей и поставщиков отдельных товаров и упаковок за обращение с отходами этих товаров и упаковок (РОП). Сущность принципа РОП заключается в том, что производители и поставщики отдельных товаров, а также поставщики товаров в упаковке обязаны нести ответственность за произведенные либо ввезенные товары по окончании их жизненного цикла, то есть за отходы, которыми являются сами товары после утраты своих потребительских свойств, а также за отходы упаковки.

Указанная обязанность распространяется на целый ряд товаров: моторные масла, автомобильные шины и камеры, электронное и электрическое бытовое оборудование, элементы питания, ртутьсодержащие лампы, а также на полимерную, стеклянную, бумажную и картонную упаковку, упаковку из комбинированных материалов на основе бумаги и картона.

Предусмотрено, что данная обязанность может быть выполнена двумя альтернативными путями:

1. Собственная система сбора отходов товаров и отходов упаковки из отходов потребления (создание приемных пунктов, расстановка контейнеров) и самостоятельное или с привлечением иных лиц обезвреживание или использование собранных отходов товаров и отходов упаковки.

2. Заключение с Оператором договора оплаты услуг за организацию сбора, обезвреживания и (или) использования отходов товаров и отходов упаковки.

В 2016 году в Республике Беларусь утверждена Подпрограмма «Обращение с коммунальными отходами и использование вторичных материальных ресурсов» Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы [1]. Это программный документ, которым определена основная задача в сфере обращения с коммунальными отходами в стране: минимизация объема захоронения твердых коммунальных отходов с обеспечением в 2020 году доли их повторного использования не менее 25 процентов от объема образования.

За 7 лет уровень извлечения основных видов вторичных материальных ресурсов (далее – ВМР) из состава образующихся твердых коммунальных отходов (ТКО) увеличился более чем в 2 раза – с 7,5 % в 2008 году до 15,6 % в 2015 году.

В 2009–2015 годах в стране созданы новые производства по переработке шин, загрязненных отходов пластмасс, сортировке стеклобоя, переработке отработанных масел. Организован сбор от населения отработанных элементов питания (батареек), ртутьсодержащих ламп и вышедшей из эксплуатации бытовой техники, в том числе в объектах розничной торговли.

Вместе с тем уровень повторного использования ТКО в Республике Беларусь ниже, чем в большинстве стран Европейского союза (от 25 % в Польше и Эстонии до 90 % в Австрии, Германии и Швейцарии).

Такой уровень переработки ТКО достигается за счет сочетания различных способов их использования, в том числе:

- организации отдельного сбора отходов от населения с извлечением основных видов вторичных материальных (ВМР) (макулатура, стекло, пластик, металлы);
- использования органической части коммунальных отходов (зеленая биомасса, пищевые отходы) для получения компоста;
- использования отходов в теплоэнергетическом хозяйстве, в том числе добычи «свалочного газа» на полигонах, производства *RDF*-топлива.

В настоящее время в Республике Беларусь использование ТКО ограничивается в основном только извлечением из их состава ВМР. При этом сектор обращения с ТКО характеризуется отсутствием четкой стратегии развития сферы обращения с отходами

потребления и ВМР, низким уровнем развития государственно-частного партнерства в этой сфере, недостаточным охватом населения раздельным сбором отходов и низкой его осведомленностью в вопросах обращения с ТКО и ВМР.

В 2016 году эксперты МОО «Экопартнерство» проанализировали данные по образованию, сбору и вывозу твердых бытовых отходов в Минской области. Особое внимание было уделено раздельному сбору отходов и финансированию системы обращения с отходами [2].

В стране действуют следующие механизмы сбора ВМР:

- заготовка ВМР через систему приемных (заготовительных) пунктов;
- раздельный сбор отходов от населения с помощью специально установленных контейнеров для раздельного сбора ВМР (отходы стекла; полимерные отходы; отходы бумаги и картона) с их последующей дополнительной сортировкой (досортировкой) на линиях сортировки;
- сортировка смешанных коммунальных отходов на линиях сортировки и на мусороперерабатывающих заводах;

Функционирующая в настоящее время система сбора ВМР включает в себя около 400 организаций жилищно-коммунального хозяйства, потребительской кооперации, организаций ГО «Белресурсы», организаций без ведомственной подчиненности, индивидуальных предпринимателей. В их числе организаций жилищно-коммунального хозяйства – около 150, организаций потребительской кооперации – более 100.

В 2016 г. сбор основных традиционных видов вторичных материальных ресурсов (отходы бумаги и картона, отходы стекла, полимерные отходы, изношенные шины, отработанные масла, отходы ЭЭО) составил 599,5 тыс. тонн (таблица 1).

Таблица 1 – Собрано (заготовлено) ВМР в Республике Беларусь в 2016 году, тыс. тонн [5]

Административно-территориальные единицы	Отходы бумаги и картона	Отходы стекла	Полимерные отходы	Изношенные шины	Отработанные масла	Отходы ЭЭО
Брестская область	35,7	19,3	8,6	6,6	1,64	0,48
Витебская область	33,1	21,7	8,7	6,1	0,96	0,76
Гомельская область	41,7	28,7	16,8	5,4	1,09	0,48
Гродненская область	26	16	6,5	52	0,9	0,31
Минская область	31,4	19,2	7,5	5,1	1,36	0,44
Могилевская область	33	20,2	8,9	9,7	0,84	0,48
г. Минск	105,6	43,1	10,3	6,5	1,52	1,59
<b>ИТОГО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ</b>	<b>306,5</b>	<b>168,2</b>	<b>67,3</b>	<b>44,6</b>	<b>8,31</b>	<b>4,54</b>

В 2011 году в республике начат сбор отработанных элементов питания. С 2015 года ведется централизованный сбор от физических лиц отходов электрического и электронного оборудования, ламп газоразрядных ртутьсодержащих, элементов питания.

В течение 2016 года на хранение передано около 77 т. собранных отработанных элементов питания (батареек). Это в два раза больше, чем было собрано в 2015 году.

В последние годы сфера обращения с ТКО и ВМР активно развивается (рисунок 1):

- в период с 2013 по 2016 годы общий объем сбора ВМР увеличился более чем на 30 % и составил порядка 600 тыс. тонн. Заготовка отходов стекла выросла в 2 раза, полимеров – в 1,4 раза, изношенных шин – на 17 %, макулатуры – на 14 %. Уровень использования коммунальных отходов достиг 15,8 %, что на 3,8 процентных пункта выше уровня 2013 г.;

- сальдо внешней торговли из отрицательного стало положительным – 2,4 млн. долларов США по макулатуре и 4,4 млн. долларов США по отходам стекла;
- активизировался частный бизнес, который собирает около 50 % всех ВМР.



Рисунок 1 – Прирост сбора некоторых видов ВМР за период 2013–2016 гг. [5]

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года определяет принципы, приоритеты и основные направления действий, которые должны быть реализованы в нормативных правовых актах, государственных и региональных программах, инвестиционных проектах для создания и обеспечения экологически безопасного и экономически эффективного обращения с ТКО и вторичными материальными ресурсами. Предусматривается достижение показателей эффективности обращения с ТКО (40 % от объема образования ТКО в стране) с увеличением этого показателя к 2035 году до 50 процентов.

В Национальной стратегии определены факторы, негативно влияющие на развитие эффективной системы обращения с ТКО и ВМР в стране и определены соответствующие программные мероприятия целевого характера, которые необходимо реализовать для достижения ее целей.

Данные мероприятия объединены по 5 направлениям (модулям) – начиная от совершенствования существующей системы обращения с ТКО «сбор-вывоз-захоронение» с переходом к «технологичным» вариантам, включая сжигание отходов для получения тепловой и электрической энергии.

Перспективным направлением и одной из важнейших задач является формирование ответственного потребления среди граждан. В рамках данного направления Оператор проводит информационную работу среди населения по вопросам обращения с отходами потребления, сбора вторичных материальных ресурсов под эгидой общественного движения «Цель 99».

### Список использованной литературы

1 Государственная программа «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2016–2020 годы утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 апреля 2016 г. № 326.

2 МОО «Экопартнерство» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecopartnerstvo.by>. – Дата доступа: 07.10.2017.

3 О некоторых вопросах обращения с отходами потребления: Указ Президента Респ. Беларусь, 11 июля 2012 г. № 313 в ред. Указов Президента Республики Беларусь от 28.09.2016 № 35.

4 Об обращении с отходами: Закон Респ. Беларусь от 20 июля 2007 г. № 271-3 в ред. Закона Республики Беларусь от 13.07.2016 № 397-3.

5 Об объемах сбора и использования вторичных материальных ресурсов, размерах и направлениях расходования средств, полученных от производителей и поставщиков в 2016 году / ГУ «Оператор вторичных материальных ресурсов», Минск, 2017.

6 Стратегия интегрированного управления коммунальными отходами Минской области на 2015-2029 годы / МОО «Экопартнерство»: Минск, 2015.

*B.N. OXENCHUK*

### ***EFFECTIVE ORGANIZATION OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM AS A CORE ELEMENT OF SUSTAINABLE REGIONAL DEVELOPMENT***

*The article discussed issues concerning the scope of waste management as a part of sustainable development models. The current state of the sphere of the leading countries in the industry was evaluated. Special attention was paid to the development of the Belarusian strategy of integrated management of MSW. The dynamics of the secondary raw material collection was studied in recent years.*

**УДК 504(476.7)**

**А.В. ОСТАПУК, В.К. КАРПУК**

### **ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ БЕРЕЗОВСКОГО РАЙОНА**

*УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»,  
г. Брест, Республика Беларусь  
lina.ostapuk@mail.ru  
karpuk\_victor@mail.ru*

*Березовский район – один из наиболее развитых в промышленном отношении в Брестской области. В работе рассмотрены изменения природной среды, происходящие под влиянием антропогенного фактора.*

Березовский район выделяется хозяйственной освоенностью и масштабами антропогенного воздействия на окружающую среду.

Важной проблемой Березовского района является загрязнение атмосферного воздуха. В ухудшение состояния воздушного бассейна вносит вклад автомобильный транспорт. На него приходится 80 % от общего объема выбросов. В районе создана густая транспортная сеть с высокой интенсивностью движения транспорта. Длина автомобильных дорог с твердым покрытием 411,7 км, длина железных дорог 54 км.

Транспортные средства приводят к выбросам отработанных газов, продуктов износа механизмов, колес и дорожного покрытия. Загрязняющие вещества поступают и с частью перевозимого груза (испарение жидкостей, выветривание и рассеивание сыпучих материалов и т. п.). Эти загрязняющие вещества вступают в трофические связи и наносят ощутимый вред биологическим объектам, в том числе и человеку.

Наиболее вредные отработанные газы – окиси углерода и азота, некоторые полиароматические углеводороды, окислы серы, свинцовые соединения. Самые токсичные

из них – свинцовые, поступающие в форме неорганических соединений оксидов, хлоридов, фторидов, нитратов, сульфатов, фосфатов и т. п.

Наибольшая интенсивность движения транспорта и, соответственно, антропогенная нагрузка характерны для следующих дорог:

– железные (станции Береза-город, Береза Картузская, Бронная Гора, Белоозерск) с направлением Москва – Брест; при этом загрязнение атмосферного воздуха подвижным составом железной дороги для города практически не ощутимо, так дорога электрифицирована, расположена на окраине города и имеет лесозащитную полосу.

– автомобильные: автомагистраль М1/Е30 граница Республики Польша – Брест – Минск – граница Российской Федерации (наиболее загруженная транспортом); республиканские дороги, например Р2/Е85 Столбцы – Ивацевичи – Кобрин, Р84 Береза – Дрогичин, Р101 Пружаны – Береза, Р136 Войтешин (от автомобильной дороги Р-2) – Хомск – Дрогичин, а также местные дороги.

Транспорт приводит не только к химическому, но и к шумовому загрязнению атмосферного воздуха, что приносит неудобства населению, проживающему близ дорог.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха имеет сезонный характер. Он может повышаться как летом, в период снижения скорости ветров и увеличения повторяемости штилей, так и в зимний период. Возможны превышения установленных гигиенических нормативов по твердым частицам. В целом обстановка по фоновым концентрациям основных загрязнителей атмосферного воздуха относительно благоприятна.

Фоновые концентрации загрязняющих веществ в воздушном бассейне формируются в основном выбросами промышленных предприятий, котельного хозяйства коммунального предприятия, частных застроек и т. п.

Большие объемы загрязнителей поступают в атмосферный воздух от стационарных источников, в основном от промышленных предприятий. В 2016 г. предприятиями района было выброшено 4,9 тыс. т загрязняющих веществ или 9,5 % от общего объема выбросов по области (51,8 тыс. т), при этом было уловлено и обезврежено 10,7 тыс. т вредных веществ, что почти в 9 раз превышает показатель за предыдущий год. За период 2010–2016 гг. выбросы стационарных источников увеличились на 1,6 тыс. т, что связано с увеличением доли местных видов топлива в топливно-энергетическом балансе района.

К стационарным источникам загрязнения атмосферы в Березовском районе относятся более 35 производственно-коммунальных объектов. В структуре их выбросов преобладают твердые частицы, оксиды азота и оксид углерода, связанные с работой теплоэнергетического оборудования и операциями с сыпучими материалами в строительной отрасли.

Основными источниками загрязнения воздушного бассейна являются промышленные предприятия – филиал РУП «Брестэнерго» Березовская ГРЭС, СООО «Белинвестторг-Сплав», ОАО «Березастройматериалы», ИЧТПУП «СарияБио-Индастрис», ООО «Франдеса». В г. Белоозерске к ним добавляются филиал РУП «Брестэнерго» Березовская ГРЭС и СООО «Белинвестторг-Сплав».

Березовская ГРЭС мощностью 1415 МВт состоит из 7 блоков. Источниками выделения вредных веществ на Березовской ГРЭС являются дымовые трубы и газовые турбины, из которых в атмосферный воздух больше всего попадают оксиды азота, оксиды углерода, диоксиды серы и твердые вещества. На Березовской ГРЭС с 2005 по 2016 гг. снижались выбросы в воздушный бассейн. В 2016 г. было выброшено в атмосферный воздух 2622 т загрязняющих веществ, что на 23 % меньше по сравнению с 2005 г., при этом разрешенный норматив выбросов составляет 5311,929 т/год. В 2014 г. была завершена модернизация энергоблока № 5 совместно с китайской Машиностроительной Инжиниринговой Корпорацией, целью чего было снижение объемов выбросов загрязняющих веществ.



На металлургическом предприятии СООО «Белинвестторг-Сплав», производящем свинец и сплавы действуют 7 источников выбросов, из которых 2 оснащены газоочистными установками. Основными источниками выделения загрязнителей в атмосферный воздух предприятием являются: «Плавильное отделение. Роторная печь», «Рафинировочное отделение. Участок дробления и хранения шлака». В атмосферу поступают твердые частицы, свинец и его соединения, азота диоксид, серы диоксид, углерода диоксид и др. Предприятие еще не работает на полную мощность, но объемы выбросов нарастают с 130,2 т в 2015 г. до 165,5 т в 2016 г. При полной мощности выброс загрязняющих веществ составит 217,93 т/год.

СООО «Березастройматериалы» увеличило объем выбросов загрязняющих веществ за период 2011 – 2016 гг. В структуре выбросов выделяются оксид углерода (50,683 т в 2013 г.) и оксид азота (45,11 т в 2013 г.). Менее всего выбрасывается диоксида серы (0,011 т в 2013 г.).

Среди стационарных источников загрязнения воздуха меньше всего вредных веществ в 2016 г. поступило от предприятия ИЧТПУП «Сария Био-Индастрис» и ООО «Франдеса». Ими было выброшено 29,9 и 25,3 т загрязняющих веществ.

ИПТУП «САРИЯ Био-Индастрис» оказывает услуги по сбору отходов животного происхождения у пищевых перерабатывающих предприятий РБ и производству муки кормовой животного происхождения, жира животного кормового и технического.

ООО «Франдеса» обеспечивает сельхозпроизводителей высокоэффективными отечественными средствами защиты растений, отвечающими самым современным мировым стандартам качества и экологической безопасности за счет постоянного внедрения инноваций и высоких технологий.

На состояние воздушной среды оказывают влияние предприятия коммунального хозяйства. В холодные зимы загрязнение воздуха этими предприятиями возрастает.

Важной экологической проблемой для региона стало загрязнение природных вод.

В районе увеличивается забор поверхностных и подземных вод, связанный с развитием перерабатывающей промышленности и прудового хозяйства. Но при этом забор воды из подземных источников снижается. Данный процесс обусловлен как государственными требованиями, так и применением новых ресурсосберегающих технологий на предприятиях, и снижением потребления воды на бытовые нужды в связи с повышением ее стоимости и применения бытовой техники нового поколения.

В большинстве населенных пунктов Березовского района качество воды не соответствует нормативам по содержанию железа, значениям цветности, а в некоторых населенных пунктах по содержанию марганца и значениям мутности.

За 2013 и 2014 гг. объем отведения сточных вод не изменился и составил 36,9 млн. м<sup>3</sup>. Прекращен сброс недостаточно очищенных сточных вод.

В настоящее время все предприятия города, за исключением ИЧТПУП «Сария Био-Индастрис» и ООО «Франдеса», сбрасывают сточные воды в городскую систему хозяйственно-фекальной канализации. При этом, два предприятия ОАО «Березовский сыродельный комбинат» и ОАО «Березовский мясоконсервный комбинат», исходя из специфики производства, имеют собственные локальные очистные сооружения (ЛОС).

Производитель средств защиты растений ООО «Франдеса» является потенциальным загрязнителем водоемов пестицидами. В настоящее время предприятием построены очистные сооружения для хозяйственно бытовых сточных вод в виде полей фильтраций, имеющих две карты и 2 отстойника септика. Однако данные очистные сооружения не введены в эксплуатацию.

В июне 2014 г. на ИЧТПУП «САРИЯ Био-Индастрис» на выпуске поверхностных вод в канал Углянский (выше и ниже выпуска) выявлены превышения установленных нормативов железа общего в 5,88 раза и азота аммонийного в 4,64–16,03 раза.

Ныне р. Ясельда ниже г. Береза по результатам анализа является наиболее загрязненной, экологическое состояние вод которой оценивается категориями «умеренно-загрязненные» – «загрязненные», соответственно III и IV классов качества воды.

Согласно данным Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь качество воды реки Ясельда в районе г. Береза характеризуется повышенным содержанием биогенных элементов (азота и фосфора). При этом оказывают большее влияние сбросы сточных вод ГУПП «Березовское ЖКХ» и ОАО «Опытный рыбхоз «Селец».

В 2015 г. снижение уровня воды в вдхр. Селец на 1,59 м связано со сверхнормативным забором воды из водохранилища в нагульные пруды для зимовки рыбы в ОАО «Опытный рыбхоз Селец».

На состояние подземных вод влияют залежи твердых коммунальных и бытовых отходов (ТКО и ТБО). Воздействие приходится на грунтовые и пластовые водоносные слои. Подземные воды загрязняются фильтратом, образующимся на полигоне ТБО. В его составе концентрации ряда макрокомпонентов существенно превышают гигиенические нормативы. Водная вытяжка из отходов по сравнению с океаническими водами заметно обогащена алюминием, фосфором, железом, никелем, медью, цинком и барием, а в сопоставлении с речными водами – также бором, натрием, магнием, калием, кальцием и стронцием. Концентрации ряда элементов (*B, Zn, Cu, Ni, и P*) близки или превышают ПДК для природных вод, следовательно, в случае проникновения жидкой фазы полигона в подземные воды произойдет существенное загрязнение последних.

Существенно загрязняют подземные и поверхностные воды в радиусе до 15 км животноводческие комплексы.

Стационарные и мобильные источники нарушают естественное состояние растительного покрова, снижая видовое разнообразие растений, животных.

К существенным источникам загрязнения почвенно-растительного покрова можно отнести коммунальные – полигоны твердых бытовых отходов (ТБО). На настоящий момент в районе имеются 2 полигона ТБО: для г. Береза – в д. Первомайск и г. Белозерск – в д. Пески, и 21 сельский мини-полигон (за последнее время рекультивированы 2 мини-полигона в д. Бронная Гора и Здитово).

В 2016 г. на полигоны поступило 11,5 тыс. т отходов потребления и 3,5 тыс. т отходов производства (в 2015 г. – 19,8 тыс. т отходов потребления и, 6,6 тыс. т отходов производства). Характерными загрязнителями почв, исходящими от полигонов ТКО, являются тяжелые металлы: хром, медь, цинк, кадмий, свинец, марганец и никель.

Тяжелые металлы, поступая по пищевым цепям из почвы в растения и далее в организм животных и человека, вызывают заболевания населения и сокращение продолжительности жизни, а также снижение количества и качества урожаев сельскохозяйственных растений и животноводческой продукции. Накапливаясь в почве, эти металлы способны изменять многие ее свойства, прежде всего биологические свойства почвы. Сильное загрязнение металлами приводит к изменению и более консервативных признаков почвы, таких как гумусное состояние, структура, pH среды и др., результатом чего является частичная, или полная утрата почвенного плодородия.

В Березовском районе остается актуальной проблема образования и утилизации отходов производства. С 2009 г. прослеживается тенденция уменьшения объемов образования и увеличения объемов использования и удаления отходов производства. Так, в 2016 г. более 50 % всех образованных отходов были удалены, а в 2013 г. – лишь 40 %.

Структура землепользования в Березовском районе свидетельствует о значительных масштабах антропогенного воздействия на почвенный покров. К негативным последствиям приводит сельскохозяйственное землепользование. В Березовском районе насчитываются 11 сельскохозяйственных организаций, общей площадью более 50 % от площади района.

Территория района отличается значительной сельскохозяйственной трансформацией ландшафтов, в особенности в результате широкомасштабного осушения заболоченных земель, проводившегося в 60-80-х годах XX века, нерационального сельскохозяйственного использования осушенных земель торфяных болот.

Березовский район – это зона интенсивной гидромелиорации. Мелиоративные системы района по состоянию на 01.01.2014 г. включают: 1917,2 км открытой сети, 10340,6 км закрытой сети, 300,9 км эксплуатируемых дорог, 179,7 дамб, 21 шлюзов, 29 мостов, 401 труб-регуляторов, 719 труб-переездов, 6 прудов, 1 водохранилище, 190 пешеходных мостов, 51 скотопроезд, 625 дренажных и смотровых колодцев, 18 наносных станций.

На 2016 г в результате мелиорации было осушено 37 915 га земель района, что составило 26,8 % от всей площади земель района и 56,4 % от площади сельскохозяйственных земель; доля орошаемых земель очень мала и составляет 0,02 и 0,04 % соответственно. Более 76 % земель осушено способом закрытого дренажа.

В результате осушения земель в структуре почв преобладают супесчаные почвы 48,7 %. Торфяные занимают 22,9 %, органоминеральные 8,2 %. Около 77 % торфяных почв на осушенных землях - маломощные торфяники (до 1 м). 2644 га занимают деградированные почвы (1561 га торфяно-минеральные с зольностью 20–50 % и 1083 га минеральные остаточно-торфяные с зольностью 5–20 %). Наиболее высок удельный вес торфяно-болотных и деградированных земель в СПК «Спорово» – 2732 (67,6 %) и 590 га (14,6 %) соответственно.

Начиная с 1997 г. площади устаревших мелиоративных систем, нуждающихся в реконструкции, ежегодно возрастают, что вызвано резким снижением в последние годы объемов ремонтно-эксплуатационных работ.

Значительные нагрузки на природную среду оказывает животноводство. Основной проблемой стала техническая сложность достаточной утилизации бесподстилочного навоза, содержащего патогенную микрофлору. Избыточное, бесконтрольное применение жидких стоков приводит к зафосфачиванию и занитрачиванию этих земель, а также к накоплению других токсикантов в почве, растительной продукции.

Химическое загрязнение сельскохозяйственных и других угодий происходит вследствие внесения минеральных удобрений. При использовании кислых азотных удобрений увеличивается кислотность почв, что влечет повышенное вымывание из них кальция и магния. Также азот в почве накапливается в виде нитратов вследствие микробиологических процессов (аммонификации, нитрификации).

Фосфорные удобрения содержат примесь фторсодержащих соединений (от 0,2 до 4 % фтора), а также железа, стронция, селена, мышьяка (не менее 0,06 %), тяжелых металлов (не менее 0,008 %) и в их числе кадмий (10–30 мг/кг), а из радионуклидов – уран, торий и их дочерние продукты.

При внесении калийных удобрений в почву поступает хлор. Избыточное внесение калийных удобрений нарушает баланс магния, натрия, кальция, бора и других элементов в почве, что может привести к снижению качества продукции.

Больше всего минеральных удобрений вносится в пахотные земли южной зоны района – 274 кг д. в. на 1 га, что превышает средний показатель по району, равный 271 кг д.в. на 1 га. Это объясняется тем, что у почв южной зоны естественный балл плодородия ниже (26,4–31,1), чем у остальных почв района (до 36,6).

Также в почвы для повышения урожайности вносятся органические удобрения. Больше всего их поступает в пахотные земли до 14 т на 1 га на юге и востоке.

На качество окружающей среды в районе влияет состояние ее природных комплексов, в особенности лесных территорий. В Березовском районе насчитывается 6 лесничеств, которые входят в ГЛХУ «Ивацевичский лесхоз»: Бронно-Горское, Кабаковское, Песковское, Речицкое, Сигневичское и Споровское.

Средний класс бонитета лесных насаждений невысок – 1,5. Средний возраст – 54 года. При этом породный состав лесного фонда следующий: хвойные занимают более 55 %, мягколиственные – 40 %, твердолиственные – около 5 %.

Хозяйственная деятельность человека вызывает глубокие и многосторонние изменения в лесной среде. Лесоразработки сказываются на биологическом круговороте веществ. Рубки нарушают баланс питания почв. С удаляемой древесиной, лесной подстилкой и дерниной почва недополучает огромное количество азота, фосфора, калия и кальция. Вместе с выкорчеванными пнями уничтожается верхний, наиболее плодородный слой почвы. Раскорчевка вырубков приводит к изменениям микрорельефа.

Сплошные рубки древесины в лесничествах Березовского района не осуществляются. Ведутся выборочные рубки, которые не приводят к таким неблагоприятным изменениям в лесных биоценозах. В них развиваются смешанные по возрасту и видовому составу древостои, обеспечивающие хорошее естественное возобновление лесов.

В Березовском районе девственные леса остались только на территории двух лесничеств: Споровском и Кабаковском, где расположены биологические заказники республиканского значения Споровский и Бусловка.

Нельзя не отметить, что источником нарушения и загрязнения окружающей среды является и добыча полезных ископаемых. На территории района много открыто месторождений и ведется промышленная добыча нерудных полезных ископаемых.

Таким образом, в результате хозяйственной деятельности человека природная естественная среда преобразуется, в нее вносятся не свойственные ей вещества или повышается концентрация уже существующих в ней веществ.

*A.V. OSTAPUK, V.K. KARPUK*

#### ***ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF BERIOZOVSKY DISTRICT***

*Beriozovsky district is the most industrially developed in Brest region. The article deals with the changes of the environment which occur under the influence of the anthropogenic impact.*

**УДК 556.3(528.9)**

**В.И. ОСТРОУХ, О.А. ОСТРОУХ**

#### **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД ЧОП-МУКАЧИВСЬКОГО БАСЕЙНА (НА БАЗЕ ГИС)**

#### **РЕГІОНАЛЬНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ГРУНТОВИХ ВОД ЧОП-МУКАЧІВСЬКОГО БАСЕЙНУ (НА БАЗІ ГІС)**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,*

*м. Київ, Україна*

*os-vit@ukr.net, ostro-oks@ukr.net*

*В работе изложены результаты исследований природных и техногенных факторов формирования химического состава грунтовых вод Чоп-Мукачевского бассейна Закарпатского региона с помощью геоинформационных технологий. Установлено, что определяющую роль в формировании химического состава грунтовых вод Чоп-Мукачевского бассейна играют техногенные факторы при подчиненной роли естественных.*

*В последнее время степень влияния техногенных факторов значительно возрастает, что проявляется в трансформации химического состава грунтовых вод.*

Основні резерви прісних підземних вод Закарпатської області зосереджені у ґрунтовому водоносному горизонті, приуроченому до алювіальних відкладів минайського віку, які займають близько 80 % території Чоп-Мукачівської западини. Ґрунтові води експлуатуються численними водозаборами та свердловинами і широко використовуються для питного водопостачання населення, промислових та сільськогосподарських підприємств. Видобуток значних обсягів води нами розглядається як техногенний фактор, що сприяє не лише зміні гідрогеологічних характеристик ґрунтового водоносного горизонту, а й призводить до зміни хімічного складу води.

Тому, що в умовах інтенсивного техногенного навантаження та дефіциту чистих питних вод набуває великого значення проблема оцінки еколого-гідрогеохімічного стану ґрунтових вод і виявлення його просторово-часових змін. Основою такої оцінки є: вивчення з використанням ГІС-технологій загальних гідрогеохімічних особливостей ґрунтових вод, встановлення закономірностей формування їх хімічного складу і дослідження захищеності від забруднення.

Формування хімічного складу ґрунтових вод в Чоп-Мукачівському басейні пов'язано із: а) геологічною будовою і умовами циркуляції підземних вод в зоні інтенсивного водообміну; б) вилуговуванням солей із покривних відкладів; в) катіонним обміном між породою і водою; г) змішуванням вод різних водоносних горизонтів; д) штучним забрудненням ґрунтових вод в результаті господарської діяльності.

Формування хімічного складу ґрунтових вод здійснюється під впливом як природних, так і техногенних факторів, які часто досить складно відрізнити один від одного, оскільки інтенсивна господарська діяльність нерідко активізує дію останніх.

В передгірських районах западини ґрунтові води формуються, головним чином, за рахунок підземного притоку із Вигорлат-Гутинського вулканогенного басейну лавових і тріщинно-жильних вод, поглинання води із річок та інфільтрації атмосферних опадів.

У зв'язку із складною геологічною будовою (численні тектонічні розломи та вулканічні утворення) на території досліджень виявлено аномальні ділянки, де вміст деяких хімічних елементів у ґрунтових водах значно перевищує санітарно-гігієнічні норми до питних вод. Практично на всій території Чоп-Мукачівського басейну виділяються аномальні ділянки з підвищеним вмістом заліза ( $7,5\text{--}10,0\text{ мг/дм}^3$ ) і марганцю ( $0,02\text{--}7,6\text{ мг/дм}^3$ ), які пов'язані з наявністю останніх у водовмісних породах. Чітко прослідковується зв'язок підвищеного вмісту заліза і марганцю з Мукачівським регіональним розломом, Берегівським горстом, Чопським вулканом (Н.Й. Радько, 1975). Підвищені концентрації заліза в межах зон розломів Вигорлат-Гутинського гірського пасма (територія м. Ужгород), ймовірно, можуть бути пов'язані із зонами розвантаження в алювій залізистих вуглекислих мінеральних вод (С.Р. Фролова, 1977).

У ґрунтовому водоносному горизонті виявлено ряд аномальних ділянок, утворення яких пов'язане з техногенним впливом. На обмежених локальних ділянках у районі населених пунктів, промислових підприємств фіксується підвищення загальної мінералізації ( $0,7\text{--}0,9\text{ г/дм}^3$ ) і жорсткості води ( $6,0\text{--}8,5\text{ мг-екв/дм}^3$ ), а також значне зростання концентрації хлорид-іонів ( $80\text{--}210\text{ мг/дм}^3$ ), що у кілька разів перевищують фонові значення для цього ґрунтового горизонту. Із сільськогосподарською і господарсько-побутовою діяльністю слід пов'язувати більшість аномалій у зонах впливу водозаборів, призначених для централізованого водопостачання міст Мукачеве, Виноградів, Берегове. Тут спостерігається високий вміст азотистих сполук, що свідчить про інтенсивне органічне та бактеріальне забруднення в результаті перевантаження території сільськогосподарськими об'єктами і не каналізованими населеними пунктами. Найбільш

характерними потенційними забруднювачами є господарсько-побутові стоки міст і сільських населених пунктів, відходи і стоки тваринницьких ферм, промислові відходи (сміттєзвалища) та склади пестицидів. Зростаюче в часі забруднення ґрунтового водоносного горизонту потребує врахування біохімічних і фізико-хімічних процесів нітрифікації.

Умови формування хімічного складу вивчалися за допомогою засобів ГІС-технологій. Вихідною інформацією стали результати хімічного аналізу проб води (починаючи з 1960 р. до теперішнього часу) централізованих, окремих водозаборів та одиночних свердловин, які експлуатують ґрунтовий водоносний горизонт. Найбільш повний ряд спостережень за хімічним складом ґрунтових вод є за 1965 р. (118 аналізів) та за 2005 р. (87 аналізів). В останні роки в Чоп-Мукачівському басейні планових моніторингових досліджень хімічного складу ґрунтових вод не проводилося. В 2012–2015 рр. нам вдалося отримати дані хімічного складу ґрунтових вод 14-ти свердловин на приватних ділянках. При їх аналізі встановлено, що тенденція зміни хімічного складу зберігається, і ці зміни не впливають на кінцевий результат.

В межах Вигорлат-Гутинського вулканогенного басейну, який вміщує, в основному, лавові і тріщинно-жильні підземні води, ґрунтові води розповсюджені спорадично, інформації про їх хімічний склад майже не має, тому розглядати ці води разом з ґрунтовими водами території досліджень недоцільно.

Для виявлення тенденцій зміни хімічного складу ґрунтових вод у часі на основі одномірного статистичного аналізу – за методом нормального або логнормального розподілу, дисперсійного аналізу та шляхом побудови нормального графіку квантиль-квантиль визначався закон щільності розподілу. Ці аналізи підтвердили, що вибірки даних за показниками мінералізації, жорсткості, вмістом хлоридів та ін. підпорядковуються не нормальному, а логнормальному закону розподілу. Тому можна стверджувати, що вони належать до однієї генеральної сукупності. Аналіз кореляційної матриці свідчить про те, що станом на 1965 р. між мінералізацією, жорсткістю і хлоридами виявлено досить значимий за тісністю прямий зв'язок (коефіцієнти кореляції становлять від 0,61 до 0,87). Дещо слабшим є зв'язок між жорсткістю і хлоридами ( $r = 0,48$ ). Таким чином, при збільшенні жорсткості та іонів хлору у воді закономірно підвищується її мінералізація. У той же час не було виявлено значимих за щільністю кореляційних зв'язків між вищезазначеними компонентами на період 2005 р. ( $r$  від 0,19 до 0,40), що, ймовірно, пояснюється впливом інших компонентів хімічного складу, які не аналізувалися (рисунок 1).

№_п	№_св	Місцезнах_	Рік_від	Мінерал	тверді	Cl_12	SO4_1	NO3_1	NO2	NH4_12	Fe_1	Mn_12	X	Y	F
1	3327	м. Ужгород, водоз.	1965	230	4,5	3,55	0	0	0,02	0	0	0	22,27	48,63	0
2	3333	м. Ужгород, водоз.	1965	212	2,2	7,09	0	0	0,01	0	2	0	22,27	48,63	0
3	3318	м. Ужгород, водоз.	1965	221	3,2	7,09	7	4	0	0	0	0	22,28	48,63	0
4	766	м. Ужгород, водоз.Минай	1965	220	2,4	7,09	6,72	0	0	0	0	0,03	22,28	48,59	0
5	335	м. Ужгород, водоз.Минай	1965	304	3,5	21,27	10	4	0	0	0	0	22,28	48,59	0
6	2	м. Ужгород, прил. з-д	1965	166	2	7,09	0	0	0,1	0,4	0	0	22,29	48,61	0
7	3	м. Ужгород, мол. з-д	1965	207	3	7,1	0	0	0	1,1	0	0	22,3	48,62	0
8	4	м. Ужгород, мол.ферма	1965	162	2,6	10,64	0	3	0	0,2	0	0	22,26	48,61	0
9	8	с. Холмок Ужгородський р-н	1965	241	2,4	10,64	0	15	0,04	0,4	0	0	22,27	48,57	0
10	9	с. Баранинці Ужгородський р-	1965	372	6	46,09	67	12	0,05	0	0	0,18	22,33	48,57	0
11	11	с. Струмківка Ужгородський р	1965	190	2,7	5,32	0	0	0	0	0	0,67	22,23	48,51	0
12	12	с. Струмківка Ужгородський р	1965	368	5,2	44,55	12	0	0	1	0	0,3	22,22	48,5	0
13	16	с. Струмківка Ужгородський р	1965	207	3,3	14,18	0	0	0	0,7	0,7	0,35	22,24	48,52	0
14	19	с. Знячево Мукачівський р-н	1965	218	4	6,9	0	2	0,05	0	0	0,66	22,52	48,48	0
15	22	с. Ракошино Мукачівський р-н	1965	414	5,4	76,23	22,2	0	0,02	0,15	0,7	0	22,58	48,47	0
16	4	м. Мукачеве, водоз. Ключарк	1965	258	3	19,5	1	0	0	0	0	0,44	22,68	48,42	0
17	8	м. Мукачеве, водоз. Централь	1965	307	2,8	14,18	2	0	0,02	0	0	0	22,73	48,45	0
18	881	м. Мукачеве, водоз. Кольчино	1965	351	1,7	35,45	0	0	0,07	0,55	0	0,02	22,75	48,46	0
19	36	м. Мукачеве, св.	1965	420	4,5	78,8	16,48	5	0	0,1	0	0	22,74	48,43	0
20	5140	м. Чоп, дп.	1965	234	3,4	24,82	2	0	0	0,9	0	0	22,22	48,44	0
21	24	м. Чоп, св.	1965	229	4,9	12,41	0	2	0	5	0	0	22,2	48,43	0
22	37	с. Н.Давидково Мукачівський	1965	300	4,5	39	6	0	0	0,4	0	0,28	22,63	48,44	0

Рисунок 1 – Фрагмент структури бази даних хімічного складу ґрунтових вод

На основі вихідних даних сформовано спеціалізовану геоінформаційну базу даних хімічного складу ґрунтових вод.

Нижче представлений фрагмент структури бази даних хімічного складу ґрунтових вод, наповнення якої на період 1965 р. здійснене по 118 свердловинам. Станом на 2005 р. наповнення бази даних виконане по 87 свердловинам. За необхідності базу даних можна розширювати і доповнювати, додаючи нові свердловини з компонентами хімічного складу.

Для оцінки зміни показників мінералізації, жорсткості та вмісту хлоридів ґрунтових вод побудовано серію карт-схем станом на 1965 та 2005 рр. (рисунок 2 а, б).

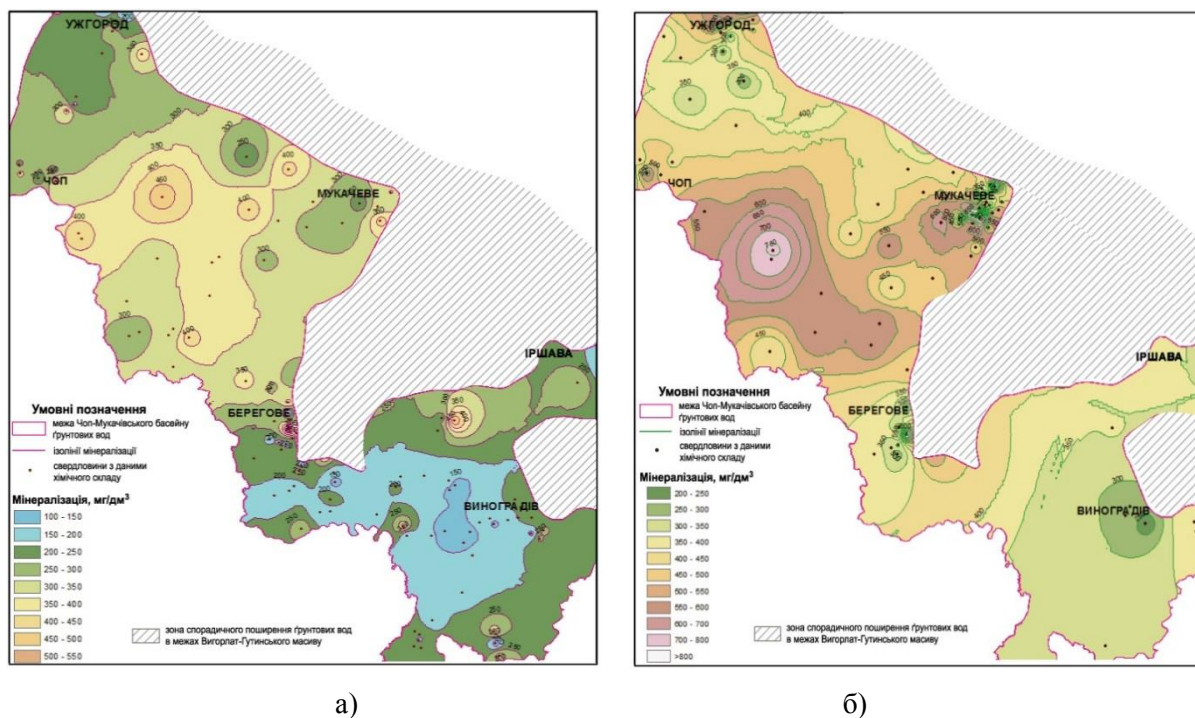


Рисунок 2 – Карти-схеми мінералізації ґрунтових вод: а) 1965 р.; б) 2005 р.

У результаті проведення оверлейного аналізу з використанням автоматизованого методу математичного накладання (різниця поверхонь) побудовано відповідні карти-схеми величин мінералізації, жорсткості та вмісту хлоридів за сорокарічний період.

Для прикладу, на рисунку 3 наводиться карта-схема зміни значень мінералізації ґрунтових вод за цей період.

Аналіз побудованої поверхні змін величини мінералізації (рисунок 3) показує, що майже на всій території досліджень відбулося підвищення мінералізації (95 % від загальної території дослідження), обумовлене як природними геологічними процесами, так і техногенним навантаженням, а іноді – тими та іншим разом. Так, в зоні впливу водозабору для господарсько-питного водопостачання м. Ужгород фіксується збільшення мінералізації на 200–300 мг/дм<sup>3</sup> за рахунок можливого підтягування мінералізованих вод із чопського водоносного горизонту при відборі об'єму води, що перевищує затверджену. Техногенне походження має, скоріш за все, підвищення мінералізації на 250–400 мг/дм<sup>3</sup> у межах промислових зон міст Мукачеве, Берегове, Виноградів, що в більшості випадків пов'язане з сільськогосподарською і господарсько-побутовою діяльністю. У межах центральної частини території (сmt. Батьово, м. Чоп) тенденція зміни мінералізації пояснюється функціонуванням об'єктів транспортної інфраструктури – пунктів миття вагонів на станціях, які негативно впливають на якість ґрунтових вод.



На незначних локальних площах північно-східної та південної частини території дослідження збільшення мінералізації не відбулося або вона навіть трохи зменшилась.

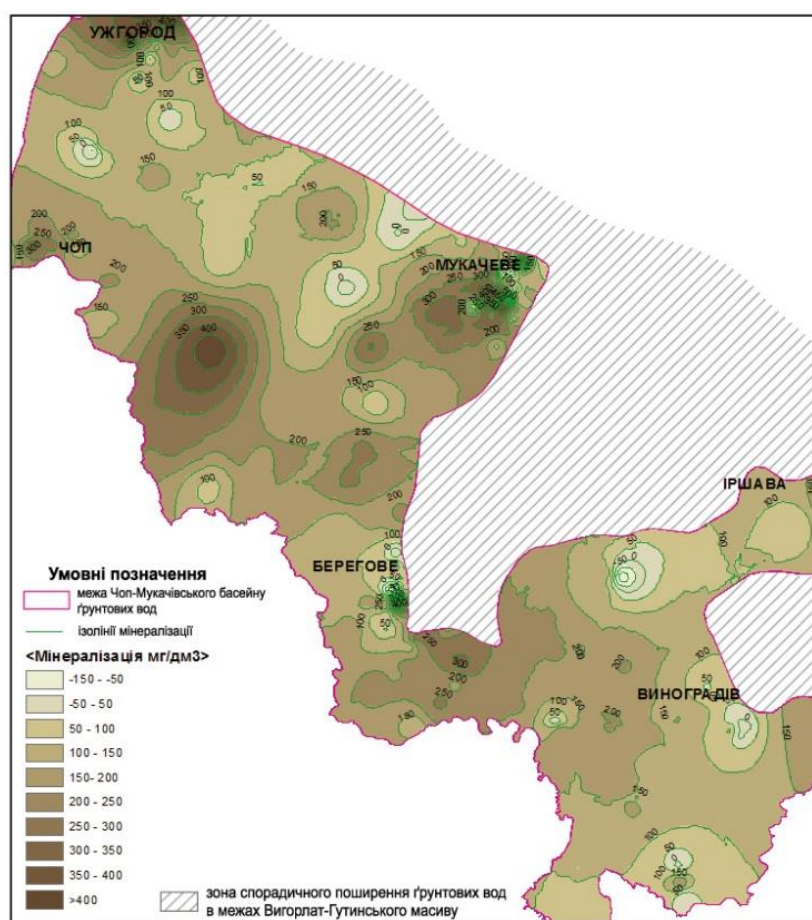


Рисунок 3 – Карта-схема зміни значень мінералізації ґрунтових вод за сорокарічний період

Очевидним є те, що ділянки з підвищеною мінералізацією просторово співпадають з ділянками, які характеризуються високою жорсткістю та завищеним вмістом хлорид-іонів. Вони зустрічаються на 40 % території досліджень і розповсюджені локально в містах Ужгород, Мукачеве, Чоп, Берегове, що свідчить про перманентне техногенне забруднення ґрунтового водоносного горизонту.

Крім того, ділянки підвищеного вмісту хлору формуються також під впливом і природних геологічних чинників, що приурочені до диз'юнктивних порушень і, особливо, до вузлів перетину поперечних і повздовжніх розломів – Мукачівського, Чопського, Березівського, де по ослаблених тектонічних зонах відбувається розвантаження мінералізованих вод у водоносні горизонти верхньої гідродинамічної зони.

Таким чином, проведений ГІС-аналіз серії карт змін геохімічних показників величини показав, що майже на всій території досліджень відбулося підвищення мінералізації, зросла жорсткість та підвищився вміст хлоридів у ґрунтових водах. Визначальну роль у формуванні хімічного складу ґрунтових вод Чоп-Мукачівського басейну відіграють техногенні фактори (забруднення промисловими та побутовими стоками, інтенсивна їх експлуатація в межах окремих водозаборів, функціонування транспортних вузлів, наявність численних сміттєзвалищ тощо) при підпорядкованій участі природних. Останнім часом ступінь впливу техногенних факторів значно зростає, що проявляється в трансформації хімічного складу ґрунтових вод.



## Список літератури

- 1 Державний інформаційний геологічний фонд України, м. Київ 39980 Отчет о региональной оценке ресурсов подземных вод Закарпатской области 1973–1977 гг., Берегово 1977 г. – 247 л.
- 2 Іщук, О.О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: Навчальний посібник / О.О Іщук, М.М. Коржнев, О.Є. Кошляков // За ред. акад. Д.М. Гродзинського. – К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2003. – 200 с.
- 3 Кирюхин, В.А. Гидрогеохимия / В.А. Кирюхин, А.И. Коротков, С.Л. Шварцев // М.: 1993. – 384 с.
- 4 Остроух, О.А. Использование ГИС-технологий в процессе обработки гидрогеологической информации / О. А. Остроух. // Научно-технический журнал «Мониторинг. Наука и технологии». Серия Информационные системы в науке и образовании. № 3 (16). – Махачкала: 2013. – С. 30–36.
- 5 Підземні води західних областей України [Відп. ред. О.Д. Штогрин, К.С. Гавриленко]. – К.: Наук. думка, 1968. – 316 с.

V.I. OSTROUKH, O.A. OSTROUKH

### **REGIONAL FACTORS THE FORMATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER IN THE CHOP-MUKACHEVO BASIN (BASED ON GIS)**

*The paper presents the results of studies of natural and technogenic factors in the formation of the chemical composition of groundwater in the Chop-Mukachevo basin of the Transcarpathian region using geoinformation technologies. It has been established that technogenic factors play a decisive role in the formation of the chemical composition of groundwater in the Chop-Mukachevo basin under the subordinate role of natural waters. Recently, the degree of influence of technogenic factors has increased significantly, which is manifested in the transformation of the chemical composition of groundwater.*

УДК 551.4 (571.53)

Е.А. ПОСПЕЛОВА, М.В. ЛЕВАШЕВА

### **ФАКТОРЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛЕСОСТЕПНЫХ РАЙОНАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

*ФГБОУ ВО «ИГУ» г. Иркутск, Российская Федерация,  
missis.pospelova@gmail.com,  
letavlad@mail.ru*

*В работе приведены результаты сравнительного анализа факторов проявления опасных геолого-геоморфологических процессов в лесостепных районах Иркутской области. В качестве эталонов рассматривались территории Усть-Ордынского Бурятского округа и Ольхонского района.*

В 2004 году проведено геоэкологическое районирование Иркутской области по классам экологической опасности геолого-геоморфологических процессов [9] от I-го (низкая опасность) до IV-го (очень высокая опасность). Основные критерии группировки:

гравитационный потенциал рельефа (степень расчлененности, амплитуда неотектонических деформаций, интенсивность тектонических движений земной коры, потенциальная сейсмичность). Анализируя пространственное распределение классов опасности, можно отметить, что практически все территориальные выделы соответствуют таксону подкласс (высотные ярусы рельефа) по структурно-генетической классификации ландшафтов [11]: возвышенные равнины – низкий класс опасности, низкогорные комплексы – умеренная опасность, среднегорные – высокая опасность, высокогорные – очень высокая опасность.

Проведя сравнительный анализ природных условий двух административных единиц, которые территориально относятся к разным классам опасности, но сходны по гидротермическим условиям, мы попытались детально охарактеризовать те показатели, которые и формируют «потенциально опасную ситуацию». Помимо этого, одной из основных задач являлась характеристика степени антропогенной преобразованности исследуемых территорий как фактора дестабилизации природной среды.

Целью работы является сравнение и анализ факторов проявления опасных геолого-геоморфологических процессов в лесостепных районах Иркутской области на примере Усть-Ордынского Бурятского округа и Ольхонского района.

В контексте проведенных исследований опасные процессы трактуются как процессы, изменяющие состояние, состав и свойства окружающей среды и (или) ее компонентов, что приводит к ухудшению условий обитания человека, а также развитию чрезвычайной ситуации и нанесению ущерба его хозяйственной деятельности [13].

В результате анализа природных факторов проявления эоловых, гравитационных, эрозионных и других процессов на исследуемых территориях мы пришли к следующим выводам. Геологическое строение исследуемых территорий существенно различается: в Ольхонском районе представлены в основном кристаллические сланцы, метаморфизованные известняки, мраморы, гнейсы и другие метаморфические породы, а в округе широко распространены породы песчаники, каолиновые глины, алевролиты, конгломераты. Можно предположить, что, например, процессы суффозии будут ярче выражены на территории округа, вследствие того, что породы более рыхлые, водопроницаемые [1, 5, 21].

Районы значительно различаются и по геоморфологическому строению. Складчатоглыбовые сооружения Ольхонского района имеют большую глубину и густоту расчленения рельефа в целом. Если же сравнить степные комплексы данных районов, то следует подчеркнуть, что показатели густоты расчленения рельефа выше в Усть-Ордынском Бурятском округе, так как рельеф территории формировался в спокойной тектонической обстановке с небольшими амплитудами вертикальных колебаний, соответственно, система эрозионных ложбин развивалась относительно долго и очень сильно разветвлена [3, 12, 15].

При сравнении климатических условий районов исследования можно сделать вывод, что континентальность климата ярче выражена в Усть-Ордынском Бурятском округе (сравнение проводилось по данным метеостанций «Усть-Ордынское» и «Еланцы»): больше годовые амплитуды температур (87 и 78 соответственно), среднегодовая температура ниже в 1,6 раз (минус 3,1 и минус 2 °С соответственно), чем в Ольхонском районе. Среднегодовое количество осадков больше в Усть-Ордынском округе в среднем на 50–75 мм [4, 5, 6, 15]. Можно предположить, что процессы физического выветривания пород и последующей денудации (например, делювиальный снос вещества) в степных комплексах округа будут протекать интенсивнее.

При анализе источников антропогенного воздействия за основу были взяты следующие картографические материалы: промышленное воздействие на природную среду по Савельевой И.Л. [18], плотность нагрузки на окружающую среду топливно-энергетического комплекса по Синчуку Ю.А. [20], антропогенное воздействие на криогенные системы по Лещикову Ф.Н. [9], распространение многолетних мерзлых пород

и инженерно-геологические процессы по Хисматуллину Ш.Д. [23], масштабы рекультивации нарушенных земель по Резниковой А.В. [16], нарушенность растительности по Белову А.В. и Соколовой Л.П. [2], нарушенность ландшафтов по Плюснину В.М. и Блануца В.И. [14]. В итоге можно сделать вывод, что на территории Усть-Ордынского Бурятского округа степень преобразования природной среды намного выше, чем в Ольхонском районе. Так, в частности, на территории Усть-Ордынского Бурятского округа нарушенность земель варьирует в пределах от 0,05 до 0,1 ‰, на северо-западе округа показатели увеличиваются (от 0,5 до 0,8 ‰). Среднегодовой показатель нарушенности земель (масштаб преобразования) в среднем по округу составляет около 40 га/год, что в два раза выше, чем в Ольхонском районе. Помимо этого, на территории Ольхонского района выделено меньше градаций нарушенности земель и преобладает интервал значений от 0,01 до 0,05 ‰.

На территории Усть-Ордынского Бурятского округа представлены все степени нарушенности растительного покрова. Максимальной степенью нарушенности характеризуются участки, расположенные по берегам Братского водохранилища, реки Куда и ее притока Мурин. Эта территория занята пашнями. Значительно преобразована растительность на северо-западе округа и в окрестностях поселка Бохан. Здесь находятся вырубки, поврежденные энтомофагами, и лугово-степные участки, используемые под выпас. Средняя степень нарушенности – это участки молодых светлохвойных лесов, а также березовые и осиновые леса, степи, расположенные на водоразделах реки Куда и ее притоков. Остальная территория характеризуется как слабо нарушенная или условно не нарушенная. Ольхонский район, в целом, характеризуется менее нарушенным растительным покровом.

Анализ территориальной структуры факторов экологического риска и нарушенности ландшафтов показал, что на территории Ольхонского района доля экологически опасных земель составляет менее 20 %. Коэффициент нарушенности ландшафтов не превышает 0,4, т. е. представлены слабоизмененные ландшафты. Усть-Ордынский Бурятский округ имеет больше факторов экологического риска и коэффициент нарушенности ландшафтов, который изменяется в интервале от 0,4 до 0,8 (существенно измененные, сильно измененные, преобразованные). Доля экологически опасных земель составляет от 20 и более 80 %. Вблизи населенных пунктов: Новонукутский, Оса, Баяндай, Усть-Ордынский и близлежащих к ним территориях – 20–40 %. Юго-восток Аларского района 40–60 %. На северо-востоке Осинского и Боханского районов и на северо-западе и юге Эхирит-Булагатского района – 60–80 %. Более 80 % – от населенного пункта Бахтай и на юг вдоль Транссиба до села Олонки, а также вблизи поселка Усть-Ордынский.

В процессе выполнения работы была оцифрована топографическая основа эталонных участков исследуемых территорий (1:100000 масштаб), и на основе созданных в программе QGIS (Quantum GIS) производных карт крутизны склонов (рисунок 1), тальвеговой сети (рисунки 1, 2), был проведен морфометрический анализ рельефа (таблицы 1–3).

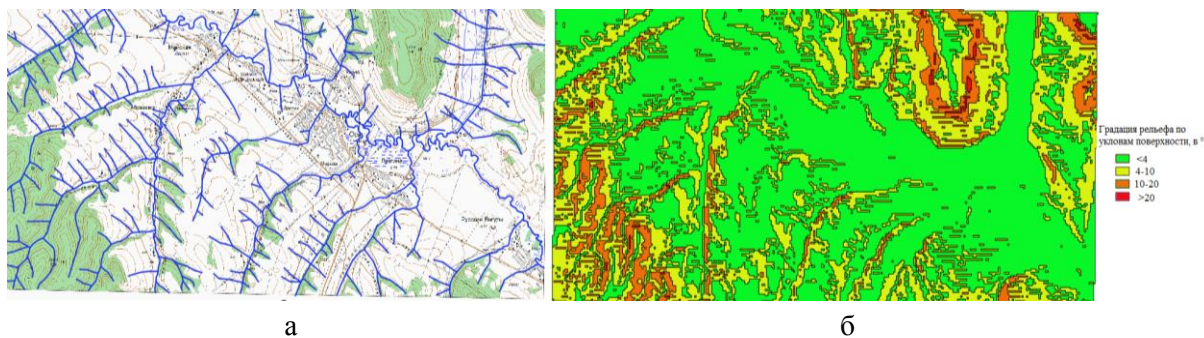


Рисунок 1 – Тальвеговая сеть: (а) и градация рельефа по уклонам поверхности; (б) эталонного участка «с. Оса» (Усть-Ордынский Бурятский округ)

Таблица 1 – Градация рельефа по уклонам поверхности эталонного участка «п. Еланцы»

Уклоны поверхности, °	до 4°	4°–10°	10°–20°	20°–30°	30°–40°
Площадь, %	48,8	8,9	33,9	7,8	0,6
Площадь, км <sup>2</sup>	108,88	21,5	81,88	18,84	1,45

Таблица 2 – Градация рельефа по уклонам поверхности эталонного участка «с. Оса»

Уклоны поверхности, °	до 4°	4°–10°	10°–20°	20°–30°
Площадь, %	59,90	40,10	0,02	0,001
Площадь, км <sup>2</sup>	143,04	89,46	0,044	0,002

Таблица 3 – Значения морфометрических характеристик рельефа эталонных участков

Показатели	«п. Еланцы»	«с. Оса»
Суммарная длина тальвегов, км	235,39	412,70
Коэффициент горизонтального расчленения, км/км <sup>2</sup>	0,97	1,86
Коэффициент вертикального расчленения, м/км <sup>2</sup>	2,75	1,22

В результате сравнения морфометрических показателей, характеризующих степень расчлененности рельефа эталонных участков, мы пришли к выводу, что гравитационный потенциал рельефа выше в Ольхонском районе (участок «Еланцы»), а процессы денудации, обусловленные линейной водной эрозией (преимущественно боковая эрозия), будут преобладать в Усть-Ордынском округе.

В заключение отметим, что полученные показатели могут представлять интерес при прогнозировании (и минимизации) рисков развития деструктивных процессов как элемента ландшафтно-экологического планирования этих территорий.

Учитывая, что перспективы развития округа связывают с интенсификацией агропромышленного комплекса, удельный вес которого в общем объеме сельскохозяйственного производства области превышает 20 % [7], а темпы роста турпотока и рекреационной застройки в Ольхонском районе одни из самых высоких в Иркутской области, антропогенный прессинг на геосистемы будет только возрастать.

### Список использованной литературы

- 1 Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. – М.–Иркутск, 2004. – 90 с.
- 2 Белов, А.В., Соколова Л.П. Карта. Нарушенность растительности. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. – М. : Иркутск, 2004. – С. 83.
- 3 Беркин, Н.С. Байкаловедение: учебное пособие / Н.С. Беркин, А.А. Макаров, О.Т. Русинек. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2009. – 291 с.
- 4 Беркин Н.С., Филиппова С.А., Бояркин В.М., Наумова А.М., Руденко Г.В. Иркутская область (природные условия административных районов) – Иркутск: Издательство Иркутского университета, 1993. – 304 с.
- 5 Брекен, Н.С. Карта. Условия увлажнения. Атлас Иркутской области. – Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Восточно-Сибирский филиал Сибирского отделения Академии наук СССР, Москва-Иркутск, 1962. – С. 62–63.

- 6 Буфал, В.В. Карта. Распространение многолетней мерзлоты на территории Иркутской области. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / В.В. Буфал. – М.: Иркутск, 2004. – С. 37.
- 7 Географическая энциклопедия Иркутской области. Общий очерк / ред. Л.М. Корытный. – Иркутск: Из-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. – 336 с.
- 8 Кравченко, В.В. Карта. Годовой сток. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / В.В. Кравченко. – М. : Иркутск, 2004. – С. 33.
- 9 Кузьмин, С.Б. Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования / С.Б. Кузьмин. Российская Академия наук, Сибирское отделение, Институт географии им. В.Б. Сочавы. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2009. – С. 73.
- 10 Лещиков, Ф.Н. Карта. Антропогенное воздействие на криогенные системы. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / Ф.Н. Лещиков. – М. : Иркутск, 2004. – С. 77.
- 11 Николаев, В.А. Ландшафтоведение. Семинарские и практические занятия / В.А. Николаев. – М. : Изд-во Моск.ун-та, 2000. – 94 с.
- 12 Николаевская, Е.М. Карта. Густота расчленения. Атлас Иркутской области / Е.М. Николаевская // Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Восточно-Сибирский филиал Сибирского отделения Академии наук СССР, Москва-Иркутск, 1962. – С. 40.
- 13 Официальная терминология [Электронный ресурс] // Академик. URL: <http://qoo.by/2af8> (дата обращения: 15.06.2017).
- 14 Плюснин, В.М. Карта. Территориальная структура факторов экологического риска. Нарушенность ландшафтов. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / В.М. Плюснин, В.И. Блануца. – М. : Иркутск, 2004. – С. 86.
- 15 Расписание погоды [Электронный ресурс] // Rp5.ru. URL:<http://rp5.ru/> (дата обращения: 27.11.2016).
- 16 Резникова, А.В. Карта. Рекультивация нарушенных земель. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / А.В. Резникова. – М. : Иркутск, 2004. – С. 80.
- 17 Ресурсы поверхностных вод, том 16 Ангаро-Енисейский район, Выпуск 3 Басейн оз. Байкал (Забайкалье). – Гидрометеиздат Л.: 1973. – С. 9–12.
- 18 Савельева, И.Л. Карта. Промышленное воздействие на окружающую среду. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / И.Л. Савельева. – М.: Иркутск, 2004. – С. 67.
- 19 Самойленко, З.В. Карта. Глубина расчленения рельефа. Атлас Иркутской области / З.В. Самойленко. – Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Восточно-Сибирский филиал Сибирского отделения Академии наук СССР, Москва-Иркутск, 1962. – С. 41.
- 20 Синчук, Ю.А. Карта. Плотности нагрузки на окружающую среду топливно-энергетического комплекса. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / Ю.А. Синчук. – М. : Иркутск, 2004. – С. 67.
- 21 Супруненко, Л.Н. Карта. Геологическое строение территории Иркутской области. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / Л.Н. Супруненко. – М.–Иркутск, 2004. – С. 21.
- 22 Ткачук, В.Г. Карта. Гидрогеологическая карта. Атлас Иркутской области / В.Г. Ткачук, Л.В. Муравьева. – Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Восточно-Сибирский филиал Сибирского отделения Академии наук СССР, Москва-Иркутск, 1962. – С. 34–34.
- 23 Хисматуллин, Ш.Д. Карта. Распространения многолетних мерзлых пород и инженерно-геологических процессов. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития / Ш.Д. Хисматуллин. – М. : Иркутск, 2004. – С. 77.

E.A. POSPELOVA, M.V. LEVASHEVA

**HAZARD FACTORS OF GEOLOGICAL  
AND GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES  
IN THE FOREST-STEPPE AREAS OF IRKUTSK OBLAST**

*The study consists of results comparative analysis of the factors of manifestation of dangerous geological and geomorphological processes in the forest-steppe regions of Irkutsk region. As standards area of comparative analyze consider Ust-Orda Buryat and Olchon districts.*

**УДК 504.06**

В.Ю. ПРИХОДЬКО, И.А. ПРОСЯНЮК, В.Е. КИРИЯК

**ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ  
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ**

*Одесский государственный экологический университет,  
г. Одесса, Украина  
vks26@ua.fm*

*В работе приводятся результаты исследований по оценке эмиссии метана из мест захоронения твердых бытовых отходов на примере Одесской и Винницкой областей (Украина). Национальная многокомпонентная модель на основе метода затухания первого порядка третьего уровня детализации рассматривается как универсальная и может быть использована как для определенного места захоронения, так и для территории на региональном и национальном уровне. Для определения эмиссии метана по Национальной модели с территории отдельных областей Украины рекомендуется использовать региональные значения скорости разложения отходов и продуцирования метана из Ukraine LFG Model.*

**Введение.** Негативные последствия захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) затрагивают всю геосферу. Одним из направлений воздействия мест захоронения является поступление биогаза в атмосферу. Биогаз образуется в результате анаэробной деструкции органического вещества и состоит, в основном, из метана (50–60 %) и углекислого газа (30–40 %), которые являются парниковыми газами (ПГ). Согласно Национальному сообщению об изменении климата (Украина), сектор «Отходы» – единственный, имеющий положительную динамику эмиссии ПГ в атмосферу, хотя вклад его в общенациональный выброс ПГ не превышает 3 %. По данным Национального кадастра [1], в 2013 г. на долю сектора «Отходы» в Украине приходилось 15,3 % от общего количества метана (для сравнения в 1990 г. данный показатель составил 5,5 %), из них 64 % поступает вследствие захоронения ТБО. Выбросы метана из мест захоронения ТБО за период 1990–2013 гг. выросли на 23,66 %. Все это обуславливает актуальность исследований по оценке эмиссии ПГ от мест захоронения отходов, особенно на региональном уровне, поскольку на этом уровне возможно создание эффективной системы обращения с ТБО. Целью представленного исследования является анализ существующих подходов к оценке эмиссии ПГ из мест захоронения ТБО, выявление основных факторов, которые влияют на эту величину на примере двух областей Украины – Винницкой и Одесской.

**Основной материал исследования.** Для оценки эмиссии биогаза и/или его компонентов разработаны следующие модели, методики и их модификации:

1) модель, предложенная Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК, *IPCC*) [2];

2) модель эмиссии биогаза (*Landfill Emission Gas Model – LandGEM*), разработанная Агентством по защите окружающей среды США, в т.ч. и в адаптированном к украинским условиям варианте (*Ukraine LFG Model*) [3, 4];

3) методика по расчету количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов (Россия) [5];

4) методика из ДБН (рус.– ГСН) В.2.4-2-2005 «Полигоны ТБО: основные положения проектирования» (Украина) [6];

5) национальная многокомпонентная модель на основе метода затухания первого порядка третьего уровня детализации (далее – Национальная модель), в основе которой лежит *IPCC* модель с некоторыми уточнениями на основе украинского варианта *LandGEM*.

Именно Национальная модель используется в расчетах величины эмиссии ПГ из мест захоронения ТБО при составлении Национального Кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями ПГ в Украине [1].

В основе всех моделей лежит дифференциальное уравнение реакции разложения органического вещества в теле полигона. Однако есть отличия в значениях отдельных параметров и в математическом аппарате моделей, которые приводят к различным расчетным результатам.

Сравнительный анализ моделей 1–5 показал, что для оценки эмиссии ПГ из мест захоронения ТБО целесообразно использовать модели 1 и 5. Приведем основные формулы этих методик.

Модель *IPCC*. Эмиссия метана из мест захоронения отходов ( $Q(t)^{em}$ ) рассчитывается следующим образом:

$$Q(T)^{em} = [Q(T) - R_T] \cdot (1 - OX_T), \quad (1)$$

где  $R_T$  – масса собранного (рекуперированного) метана, т;

$OX_T$  – фактор окисления метана.

Количество метана  $Q(T)$ , который образуется за год  $T$ , рассчитывается как

$$Q(T) = DDOC_{mT} \cdot F \cdot 16/12, \quad (2)$$

где  $F$  – доля метана в общей массе образовавшегося биогаза;

$DDOC_{mT}$  – общая масса биологически разложившегося за год  $T$  углерода, т, которая находится из уравнения

$$DDOC_{mT} = DDOC_{mdT} + DDOC_{ma_{T-1}} (1 - e^{-k}), \quad (3)$$

где  $DDOC_{ma_{T-1}}$  – масса углерода, накопленного к концу года (T-1), т;

$DDOC_{mdT}$  – масса углерода, удаленного на свалки и полигоны за период T, т;

$k$  – константа разложения, год<sup>-1</sup>.

Масса углерода в отходах, способного к биоразложению:

$$DDOC_m = W \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot MCF, \quad (4)$$

где  $W$  – общая масса отходов, размещенных на свалке или полигоне, т;  
 $DOC$  – способный к разложению органический углерод в год удаления  $T$ , тСН<sub>4</sub>/тТБО;

$DOC_f$  – часть углерода, которая принимает участие в реакциях распада;

$MCF$  – поправочный коэффициент для метана [2].

Для автоматизации расчетов эмиссии метана по IPCC модели разработан инструмент на основе электронных таблиц *MS Excel – IPCC Waste Model.xls*.

Согласно Национальной модели, образование метана при захоронении ТБО, вывезенных за текущий и предыдущие годы, рассчитывается как

$$Q(t) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n A \cdot k_j \cdot MWS_i \cdot MWS_{i,j} \cdot L_{0i,j} \cdot e^{-k_j \cdot (t-x)}, \quad (5)$$

где  $A = (1 - e^{-k_j}) / k_j$ ,  $k_j$  – постоянная темпов образования метана для  $j$ -го компонента ТБО, год<sup>-1</sup> (таблица 1);

$MWS_i$  – общая масса ТБО, захороненных в год  $i$ , т/год;

$MWS_{j,i}$  – содержание  $j$ -го компонента в ТБО в  $i$ -м году;

$t$  – расчетный год;

$x$  – период, за который вносятся данные, год;

$m$  – количество  $j$ -х компонентов ТБО, содержащих биоразлагаемый углерод;

$n$  – количество лет, за которое рассчитывается генерация метана;

$L_{0i,j}$  – потенциал образования метана в год  $i$ , тСН<sub>4</sub>/тТБО:

$$L_{0i,j} = DOC_j \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16/12 \cdot MCF_i, \quad (6)$$

где  $DOC_j$  – общее количество органического углерода, способного биологически разлагаться, в  $j$ -ой фракции, тС/тТБО;

$DOC_F$  – часть углерода, которая принимает участие в реакциях распада ( $DOC_F = 0,5$ );

$F$  – содержание метана в биогазе ( $F = 0,5$ );

16/12 – коэффициент пересчета углерода в метан;

$MCF_i$  – фактор коррекции образования метана, зависящий от условий захоронения ТБО (таблица 2).

Эмиссия метана также рассчитывается по формуле (1).

Одним из важных факторов, определяющих эмиссию метана, является содержание биоразлагаемых компонентов в ТБО (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание биоразлагаемых компонентов в ТБО и количество биодоступного углерода (2011–2013 гг.) [7]

№	Компонент	$DOC_j$ , тС/тТБО	Содержание компонентов ( $MWS_{j,i}$ ), %		
			национальный уровень	Одесская область	Винницкая область
I	Бумага и картон	0,40	14,6	15,0	6,3
II	Текстиль	0,24	4,0	3,0	0,9
III	Пищевые отходы	0,15	33,1	27,5	42,4
IV	Древесина	0,43	1,7	2,5	0,5
V	Садово-парковые отходы	0,2	3,8	3,0	6,6
VI	Средства личной гигиены	0,24	1,1	–	–
VII	Кожа, резина	0,39	1,7	1,9	0,6



Морфологический состав имеет значительные региональные отличия. Так, например, содержание бумаги и картона в ТБО Винницкой области в 2 раза ниже, чем в Одесской и по Украине в целом. Значительны различия в содержании пищевых отходов: от 28 % в Одесской области до 42 % в Винницкой области. Это говорит о необходимости использовать региональные данные о морфологическом составе ТБО. Хотя и они могут значительно различаться. Например, по данным международного консорциума *IRIS*, содержание пищевых отходов в ТБО Одессы составляет 68,5 %, т. е. в 2,5 раза выше, чем приведенные в работе [7].

Еще один параметр, которые требует уточнения на региональном уровне, это *MCF*. Этот показатель позволяет скорректировать величину образования метана в зависимости от условий складирования ТБО на полигоне или свалке: оборудованные полигоны ТБО, в которых создаются анаэробные условия, продуцируют больше метана, чем неглубокие свалки.

В Национальном Кадастре указано, что свалки, расположенные вблизи городов с населением 50 тыс. человек и более, представляют собой образования с глубиной отходов более 5–10 м и могут быть отнесены к неуправляемым глубоким свалкам ( $MCF = 0,8$ ). Свалки около населенных пунктов с количеством жителей менее 50 тыс. не достигают глубины 5 м и могут быть отнесены к неуправляемым неглубоким свалкам ( $MCF = 0,4$ ). Для неклассифицированных полигонов и свалок рекомендуется пользоваться значением  $MCF_i = 0,6$  по умолчанию [1].

Для уточнения значения параметра *MCF* необходимо представить распределение годового объема ТБО с учетом фактического количества поступающих отходов на наиболее крупные свалки, а в случае отсутствия данных – на основе удельного образования ТБО и количества жителей. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения параметра *MCF*

Одесская область	Винницкая область	Украина
0,63	0,55	0,726

Таким образом, уточнение данного параметра также существенно при проведении расчетов на региональном уровне.

Еще один параметр, который требует уточнения на региональном уровне – параметр *k*, который отражает скорость разложения отходов и продуцирования метана. Значения параметра *k* различаются в зависимости от вида отходов и климатических особенностей места захоронения, а также от выбранной методики.

Рассмотрим особенности практического применения *IPCC* и Национальной моделей для расчета эмиссии метана из мест захоронения ТБО с территории Винницкой и Одесской областей.

Одесская область является самой крупной из областей Украины (33,3 тыс. км<sup>2</sup>), а по численности населения занимает 15 место. Ситуация в сфере обращения с ТБО складывается типично. Практически весь объем ТБО вывозится на свалки и полигоны, которые занимают 0,03 % площади области. Наибольшая свалка области – Дальницкие карьеры – входит в семерку наиболее опасных свалок Украины, а вопрос создания новых мест для захоронения ТБО является актуальным. Согласно Паспорту жилищно-коммунального хозяйства, в 2013 г. в Одесской области образовалось 5,67 млн. м<sup>3</sup> или 989,7 тыс. т ТБО [8].

Винницкая область расположена в Центральной Украине, имеет площадь 26,5 тыс. км<sup>2</sup> и население 1,6 млн. человек. По данным статистического ежегодника «Окружающая среда Украины» населения области вместе с промышленно-хозяйственным комплексом образуют ежегодно около 173 157,9 т ТБО. Из этого объема почти 63 % отходов удаляются на полигоны и свалки (около 770), общей площадью 731,9 га, что составляет 0,028 %

площади всей области. Большинство полигонов и свалок ТБО не соответствуют природо-охраным и строительным требованиям, работают с перегрузкой. Наибольшая свалка области – вблизи с. Малая Стадница. Ее эксплуатация запрещена еще в 1994 г., но она продолжает работать, и на сегодняшний день на 16 га территории накоплено около 13 млн. м<sup>3</sup> отходов. За 2013 г. в Винницкой области образовалось 209,8 тыс. т ТБО.

Для выполнения расчетов по IPCC модели применяются электронные таблицы IPCC *Waste Model*. Основные параметры для расчетов эмиссии метана по Национальной и IPCC моделям, которые приняты в зависимости от региональных условий: параметр  $k_j$  взят из адаптированного варианта модели *LandGEM (Ukraine Landfill Gas Model)*; морфологический состав отходов принят по результатам, приведенным в работе [7]; уточнены значения параметра *MCF* (таблица 2). Значения остальных переменных приняты в соответствии с методиками. Результаты расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка эмиссии метана от мест захоронения ТБО, который продуцируется годовым количеством отходов

Область	Национальная модель		IPCC модель	
	на первый год	за 80 лет	на первый год	за 80 лет
Винницкая	320,03	3 981,32	347	3842
Одесская	1 602,11	29 216,08	1 452	27 092,89

Результаты, полученные по Национальной модели и модели IPCC, незначительно отличаются. Это можно объяснить тем, что в первом случае дополнительно учитываются такие компоненты ТБО, как кожа и резина.

**Выводы.** Национальная модель рассматривается как универсальная и может быть использована как для определенного места захоронения, так и для территории (региональный и национальный уровень). Для определения эмиссии метана по Национальной модели с территории отдельных областей Украины рекомендуется использовать региональные значения параметра  $k$  из *Ukraine LFG Model*. Также необходимо уточнить параметр *MCF* на основе распределения общего потока ТБО по свалкам и полигонам с различными условиями метанообразования. Важным параметром, влияющим на величину эмиссии ПГ, является морфологический состав отходов, который подвержен значительным колебаниям в зависимости от места и сезона года. Если говорить об эмиссии ПГ из мест захоронения ТБО, необходимо проводить расчет и других, кроме метана, ПГ. Такими возможностями располагает инструмент *LandGEM Version 3.02*, который позволяет проводить расчет эмиссии не только метана, но и диоксида углерода, а также неметановых летучих органических соединений (НЛОС) (в т. ч. по конкретным веществам). Однако результаты эмиссии этих веществ зависят от определяемой величины – массы метана.

### Список использованной литературы

- 1 Национальный Кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2013 гг. // Міністерство екології та природних ресурсів України: сайт. – Киев, 2015. – 569 с. URL: [http://www.menr.gov.ua/docs/klimatychna-polityka/UKR\\_NIR\\_2015\\_final.pdf](http://www.menr.gov.ua/docs/klimatychna-polityka/UKR_NIR_2015_final.pdf).
- 2 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 5: Waste. URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>
- 3 Landfill Gas Emission Model (LandGEM) Ver. 3.02: User`s Guide / U.S. EPA. Washington: U.S. EPA. 2005. 48 p. URL: <https://www3.epa.gov/ttnecat1/dir1/landgem-v302-guide.pdf>
- 4 Ukraine Landfill Gas Model Ver.1.0: User`s Manual / U.S. EPA; edited by Swapura Ganguli, G. Alex Stege, Washington: U.S. EPA Landfill Methane Outreach Program, 2009, 28 p. URL: [https://www.globalmethane.org/documents/toolsres\\_lfg\\_manual.pdf](https://www.globalmethane.org/documents/toolsres_lfg_manual.pdf)

5 Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов. – М, 2004. – 17 с.

6 ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів: основні положення проектування. – ДП «Укрархбудінформ», 2005. – 30 с.

7 Шмарин, С.Л. Содержание биоразлагаемых компонентов в составе твердых бытовых отходов в Украине / С.Л. Шмарин, И.Л.Алексеевец, Р.С. Филозоф, Н.С. Ремез, Г. Денафас // Экология и промышленность. – № 1. – 2014. – С. 79–83.

8 Сафранов, Т.А. Проблема розміщення відходів на звалищах та полігонах Одеської області / Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько, Т.П. Шаніна // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. – Вип. 14. – 2016. – С. 83–90.

V.YU. PRYKHODKO, I.A. PROSYANUK, V.E. KIRIYAK

**THE ESTIMATION OF GREENHOUSE GASES EMISSION  
FROM THE SITES OF MUNICIPAL SOLID WASTE DISPOSAL  
AT REGIONAL LEVEL**

*The results of methane emission from the sites of municipal solid waste disposal from the Odessa and Vinnitsa regions were shown in paper. The national multicomponent model based on the first-order attenuation method of the third level of detail is considered as universal and can be used for a certain burial site and for a territory (regional and national level). To determine the methane emission from the National Model from the territory of certain regions of Ukraine, it is recommended to use the regional values of the rate of decomposition of waste and the production of methane from Ukraine LFG Model.*

УДК 504.062 (502.45)

М.В. ПУЧИНСКАЯ, Д.С. ВОРОБЬЕВ

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА  
ОЗЕР НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА»**

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
mpuchinskaya@bk.ru*

*Приведены результаты геоэкологической оценки озер национального парка «Браславские озера» для целей рекреации применительно к следующим видам рекреационного использования озер: купание, подводное плавание, водные лыжи, гребля на лодках и байдарках, любительское рыболовство, экологический туризм.*

В настоящее время экологический туризм является наиболее перспективным направлением развития туризма. Согласно определению Всемирного союза охраны природы (1996 г.), экологический туризм является «формой туризма в относительно нетронутые уголки природы для знакомства с живой природой, а также древними и современными памятниками культурного наследия при бережном отношении к окружающей среде» [6]. Данный вид туризма содействует сохранению природной среды, оказывает на нее минимальное негативное воздействие и создает условия для полезного и активного участия местного населения в социально-экономической деятельности.

В соответствии с Национальной программой развития туризма основными формами экологического туризма в Беларуси являются [4]: организация экологических образовательных туров для школьников и студентов в соответствии с учебными программами; фотоохота на редких зверей и птиц, находящихся в естественных природных условиях; организация туристских походов в нетронутые уголки природы с проживанием в палатках, приготовлением пищи на костре; туры по болотам, знакомство с их флорой и фауной; туры по озерным и речным водным экосистемам на гребных и парусных лодках; туры по лесным экосистемам, включая конные и велосипедные маршруты.

Центрами развития экологического туризма в республике являются особо охраняемые территории (ООПТ). По состоянию на 1 января 2016 г. система ООПТ Беларуси в целом включает 1265 охраняемые территории, общая площадь которых составляет 1825,6 тыс. га. (8,8 % от площади республики) [7]. В соответствии со ст. 3 Закона Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях» [3] устанавливаются следующие категории особо охраняемых природных территорий: заповедник, национальный парк, заказник и памятник природы. Среди перечисленных категории ООПТ для целей развития экологического туризма наиболее интересны национальные парки, которые создаются для восстановления и (или) сохранения уникальных, эталонных и иных ценных природных комплексов и объектов, их использования в процессе природоохранной, научной, просветительской, туристической, рекреационной и оздоровительной деятельности.

В работе выполнена оценка рекреационного потенциала озер национального парка «Браславские озера», территория которого обладает уникальными природными комплексами, разнообразием ландшафтных условий, неповторимым историко-культурным наследием. Вышеперечисленное свидетельствует об огромном потенциале использования территории парка в целях рекреации.

Методологической основой исследования являются научные труды отечественных и зарубежных ученых в области изучения рекреационного потенциала озер и озерных побережий. Указанным вопросам посвящены многочисленные работы С.Г. Захарова, А.О. Голактонова, Е.Н. Киприна, С.В. Ахматова, М.А. Каширо, С.С. Семикина, Е.В. Колотова и многих других исследователей, которые обосновали и разработали авторские методики оценки потенциала в одних объектов. В республике изучением рекреационного водных объектов занимаются Н.С. Шевцова, А.Н. Решетникова, Б.П. Власов, И.А. Рудакowski, Н.Д. Грищенко и др.

На основе анализа существующих методических подходов была разработана методика геоэкологической оценки озер для целей рекреации, апробированная на примере национального парка «Браславские озера».

Были выделены следующие виды рекреационного использования озер в летний период: купание, подводное плавание, водные лыжи, гребля на лодках и гребля на байдарках, любительское рыболовство, а также экологический туризм. Для водных видов рекреации необходимым условием является определенные климатические характеристики. К таким относятся число дней с температурой воздушного бассейна выше +17 °С (июнь–сентябрь), а также число дней с температурой водного бассейна +17 °С (июнь–сентябрь) [8]. Показатели в пределах объекта исследования выдержаны и практически неизменны, что дает право не рассматривать их при проведении оценки.

Лимитирующими критериями оценки озер для купания являются органолептические и литологические характеристики, так как обеспечивают привлекательность объектов и комфорт отдыхающих; для подводного плавания – показатель видового разнообразия флоры и фауны в водоеме, что создает условия пейзажного множества; для гребли на лодке и на байдарке – морфометрический критерий, определяемый длиной, шириной, глубиной водоемов и площадью акватории; для любительского рыболовства – показатель числа видов ихтиофауны; для экологического туризма – показатели степень залесенности

и заболоченности территории водосбора, поскольку они увеличивают пейзажное и биологическое разнообразие природных комплексов, а также наличие ценных природных объектов и объектов культурно-материальной ценности.

Учитывая приведенные особенности видов туристической деятельности при проведении оценки пригодности водоема для определенного вида рекреационного использования анализируются следующие характеристики: органолептические, гидрологические, гидрофизические, гидрохимические, морфометрические и литологические. Для ранжирования водоемов разработаны шкалы для каждого из выбранных критериев, в соответствии с которыми полученные значения переведены в оценочные категории (баллы). В качестве примера в таблице приведена шкала оценки озер для подводного плавания. Подобным образом получены частные оценки (отдельно для каждого выделенного критерия). Итоговая же оценка для водоема выводится при обобщении частных показателей. На следующем этапе на основании геоэкологической оценки озер даются рекомендации по использованию определенного озера для конкретного вида рекреации (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала оценки рекреационного потенциала озер для подводного плавания (составлена автором по [1, 2, 5, 9])

Критерии оценки	Показатель степени благоприятности			
	Весьма благоприятно	Благоприятно	Ограниченно благоприятно	Неблагоприятно
	4 балла	3 балла	2 балла	1 балл
1	2	3	4	5
<i>1. Органолептические</i>				
Плавающие примеси, мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,001	0,001–0,025	0,026–0,05	более 0,05
Интенсивность запаха, привкуса, баллы	вода не имеет запаха и привкуса, интенсивностью более 0 баллов	вода не имеет запаха и привкуса, интенсивностью более 1 баллов	вода не имеет запаха и привкуса, интенсивностью более 2 балла	вода имеет запах и привкус, интенсивностью более 2 баллов
<i>2. Гидрофизические</i>				
Прозрачность по диску Секки, м	более 6	5-4	3-1	менее 1
Цветность, градус	менее 30	40-60	70-100	более 100
<i>3. Гидрохимические</i>				
Кислотность, рН	7,0-7,5	6,5-6,9 и 7,6-8,0	6,0-6,4 и 8,1-8,5	менее 6,0 и более 8,5
Содержание хлоридов, мг/л	менее 5,5	5,5-10,0	10,1-15,0	более 15,0
Содержание сульфатов, мг/л	менее 5,5	5,5-10,0	10,1-15,0	более 15,0
Содержание фосфатов, мг/л	менее 0,041	0,041-0,06	0,061-0,09	более 0,09
Содержание азота аммонийного, мг/л	менее 0,25	0,25-0,4	0,41-0,55	более 0,55
<i>4. Морфометрические</i>				
Глубина водоема, м	менее 3	3-5	5,1-7	более 7
Площадь водоема, км <sup>2</sup>	более 5	3,1-5	1-3	менее 1

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
<i>5. Видовое разнообразие флоры и фауны</i>				
Видовое разнообразие ихтиофауны, число видов рыб	15 и более	10–14	5–9	менее 5
Видовое разнообразие флоры, число видов макрофитов	более 30	16–30	6–15	1–5

Национальный парк обладает огромнейшими рекреационными ресурсами водоемов и водотоков, из которых нами использовались результаты исследования 38 водоемов, каждый из которых имеет площадь более 0,1 км<sup>2</sup>.

В качестве методов исследования применялись: методы анализа и синтеза, математические, статистические, а также картографические и ГИС-методы. При написании работы использовались фондовые материалы национального парка «Браславские озера», Витебского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, научно-исследовательской лаборатории озероведения Белорусского государственного университета, литературные источники, картографические материалы.

Геоэкологическая оценка озер национального парка «Браславские озера» позволила сделать следующие выводы по видам рекреационного использования:

- купание – наиболее благоприятными являются озера Снуды, Струсто, Волосо Северное, так как характеризуются достаточно большой площадью, песчаным характером дна, высокой отметкой прозрачности; ограничено благоприятные – озера Бержонка, Закаменка, Ельня-Малая;

- подводное плавание – весьма благоприятными являются озера Богинское, Болто, Войсо, Неспиш, что обусловлено видовым богатством флоры и фауны данных озер, ограничено благоприятные – озера Ельня-Малая и Закаменка;

- катание на водных лыжах – благоприятными условиями характеризуются озера Дривяты, Богинское, Неспиш и Снуды, так как отличаются относительно высокими значениями морфометрических характеристик;

- гребля на лодках и на байдарках – весьма благоприятными являются озера Снуды, Струсто, Дривяты, Богинское;

- любительское рыболовство – весьма благоприятными являются озера Снуды, Струсто, Волосо Северное, Волосо Южное, Войсо, что объясняется богатым видовым разнообразием данных озер; ограничено благоприятные – озеро Ельня-Малая;

- экологический туризм – высокими значениями основных критериев обладают озера Струсто, Снуды, Недрово и характеризуются как весьма благоприятные; ограничено благоприятные – озера Ельня-Малая, Золва, Закаменка, Каменское, Мизеришки.

Комплексная геоэкологическая оценка озер для целей рекреации показала, что большинство исследуемых озер относятся к благоприятным для рекреационного использования (77 %). Удельный вес озер, отнесенных к группе благоприятных, составляет 15 %, к ограничено благоприятным относятся 8 % исследуемых озер. Следует отметить, что по результатам оценки отсутствуют озера, которые являлись бы неблагоприятными с точки зрения использования в целях рекреации.

Интегральная оценка показала, что к весьма благоприятным озерам для рекреационного использования относятся Богинское, Болто, Войсо, Волосо Северное, Волосо Южное, Дривяты, Дубро, Медведно, Недрово, Неспиш, Островиты, Потех, Рака, Снуды, Струсто. Большинство озер данной группы весьма благоприятны практически для всех видов рекреации. Следует выделить озера Снуды и Струсто, которые

являются благоприятными для всех видов рекреации, следовательно, должны являться центрами развития рекреационной деятельности на территории национального парка.

К благоприятным для рекреации относятся озера Альбеновское, Береже, Бержонка, Берце, Богдановское, Войты, Ельно, Ельня-Вяльке, Золва, Каменское, Кривец, Мизеришки, Новято, Обабье, Плутинок, Подворное, Святцо, Середник, Цно и Шилово, к ограничено благоприятным – озера Ельня-Малая, Закаменка, так как не облают значительным рекреационным потенциалом.

Помимо водного туризма территория национального парка «Браславские озера» обладает широкими возможностями для развития различных видов рекреации, к основным из которых можно отнести: культурный туризм, религиозный туризм, экологический туризм и экологическое просвещение, активный отдых (путешествие по маршрутам, велотуризм и пр.).

Хорошей базой для развития многих видов туризма является наличие на территории парка большого количества памятников природы. Памятниками природы республиканского значения являются валун «Коровий камень» чернишковский, валун «Чертов след» якубянский, валун «Чудодейственный камень» шашелипский, валун струстовский, валун «Большой камень» дудальский, валун «Большой камень» левощинский, валун «Камни волоса», валуны красногорские, валун «Чертов камень» богдановский. К памятникам природы местного значения относятся родник «Милашевский», родник «Окменица», родник «Майшули».

Национальный парк «Браславские озера» обладает значительными историко-культурными ресурсами: археологические достопримечательности, памятники монументальной архитектуры и народного зодчества, а также исторические усадебно-парковые комплексы. Здесь находится целый ряд значительных памятников – городищ и курганных могильников в г. Браслав, около д. Ахремовцы, д. Богино, д. Лукши и т. д. Народное деревянное зодчество представлено несколькими амбарами начала XX в. и колодезным шатром в г. Браслав. В д. Заречье сохранился памятник традиционной «промышленной» архитектуры – водяная мельница, построенная в конце XVIII – IX вв. Среди памятников монументальной архитектуры на территории парка находятся костел Рождества Святой Девы Марии в г. Браслав (конец XIX в.), церковь Святого Успения (Николаевская) в г. Браслав, Покровская церковь в д. Богино, здание бывшей сельской лечебницы (1906 г.), костел Сердца Иисуса в д. Слабодка.

Одним из перспективных направлений использования природных комплексов и историко-культурных ресурсов национального парка «Браславские озера» является их применение в качестве объектов туристических маршрутов. На основании результатов геоэкологической оценки озер национального парка «Браславские озера» автором разработан экологический маршрут, который отвечает всем поставленным требованиям организации данного вида туризма.

Экологический маршрут «Браславский кругозор» разработан с целью ознакомления с природным и культурным наследием, озерными ландшафтами, которые являются отличительной чертой и визитной карточкой Браславщины. Маршрут рассчитан на два дня и его протяженность составляет 45 км. «Браславский кругозор» является велосипедно-водным маршрутом, который проходит по живописным местам центральной части национального парка и включает в себя множество объектов исторического, природного и культурного наследия. Маршрут рассчитан на посещение группой туристов 5-10 человек. При передвижении осуществляется посещение ценных природных объектов и объектов культурно-материальной ценности: городище Замковая гора, валун Струстовский, родник Окменица, гора Маяк, остров Чайчин, Слабодковский оз, костел Сердца Иисуса.

Хорошим дополнением экологического маршрута является приложение, созданное в среде ArcGIS Online. Приложение представляет собой набор слоев с интересующими объектами для туриста, позволяет получить основную информацию о туристических стоянках и базах отдыха, а также основных объектов инфраструктуры. Также, приложение отображает схему маршрутов, предлагаемых национальным парком.

## Список использованной литературы

- 1 Васильев, Ю.С. Использование водоемов и рек в целях рекреации / Ю.С. Васильев, В.А. Кукушкин. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 229 с.
- 2 Власов, Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: геоэкологическое состояние, изменения и прогноз / Б.П. Власов. – Минск : БГУ, 2004. – 207 с.
- 3 Закон Республики Беларусь от 20 октября 1994 года «Об особо охраняемых природных территориях» // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by>. – Дата доступа: 05.10.2017.
- 4 Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2016 г. № 232 «Об утверждении Государственной программы «Беларусь гостеприимная» на 2016-2020 годы» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by>. – Дата доступа: 05.10.2017.
- 5 Рекреационно-озерные ландшафты и методические подходы к их бонитировке / И.И. Пирожник, Б.П. Власов, С.Л. Федорова // Развитие идей В.А. Дементьева в современных геоморфологических и ландшафтных исследованиях: материалы Республиканская науч.-метод. конференция. – Минск: БГУ, 1998. – С. 109–115.
- 6 Решетников, Д. Г. География туризма Беларуси. – Минск : БГУ, 2012. – 303 с.
- 7 Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень за 2015 г. – Минск, 2016. – 323 с.
- 8 Фащевский, Б.В. Основы экологической гидрологии / Б.В. Фащевский. – Минск : Экоинвест, 1996. – 240 с.
- 9 Шевцова, Н.С. Функционально-временное зонирование акватории озер по количественным и качественным критериям рекреационной пригодности / Н.С. Шевцова // Природные ресурсы. – 1988. – № 2. – С. 34–45.

*M.V. PUCHINSKAYA, D.S. VOROBYOV*

### ***GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF RECREATIONAL POTENTIAL OF LAKES OF THE NATIONAL PARK «BRASLAV LAKES»***

*The results of the geoecological assessment of lakes of the national park «Braslav Lakes» for recreational purposes in relation to the following types of recreational use of lakes are presented: bathing, snorkeling, water skiing, rowing and kayaking, amateur fishing, ecological tourism.*

**УДК 911.6:504.056 (476)**

**А.С. СОКОЛОВ**

### **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЛАНДШАФТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛАРУСИ И ЕЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ**

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

*В работе рассматривается оценка антропогенной трансформации природной среды административных районов Беларуси. Проведена классификация районов по*



интегральному показателю нарушенности природной среды. Определена ландшафтная структура территорий, характеризующихся разной степенью трансформации природной среды.

A.S. SOKOLOV

**REGIONAL FEATURES AND LANDSCAPE REGULARITIES  
OF BELARUS ENVIRONMENT TRANSFORMATION  
AND ITS GEO-ECOLOGICAL ZONATION**

*This paper considers the estimation of anthropogenic transformation of environment of the administrative districts of Belarus. Classification of districts by a combined index of disturbance of environment was realized. Landscape structure of territories with varying degrees of transformation of environment was defined.*

The aims of the paper are to analyze the territorial features and landscape regularities of transformation of the environment of Belarus; to identify the regions differing specificity of anthropogenic impacts and ecological status; to find out the landscape structure of territories with different level of anthropogenic transformation. As operational territorial units, which were the direct object of evaluation, units of administrative-territorial division – administrative districts – were selected. For each administrative district the following coefficients were calculated: coefficients of the relative ( $C_R$ ) and absolute ( $C_A$ ) intensity of ecological-economic balance of B.I. Kochurov, coefficient of natural protection ( $C_{NP}$ ), geo-ecological coefficient ( $C_G$ ).

To include the calculated indicators in the indicator of integrated assessment of the administrative districts natural environment transformation, they were normalized: each of them was applied the transformation, in which all of them became to measure in 10-point (dimensionless) scale. The sum of the converted figures reflects the ecological condition of a particular district (figure 1).

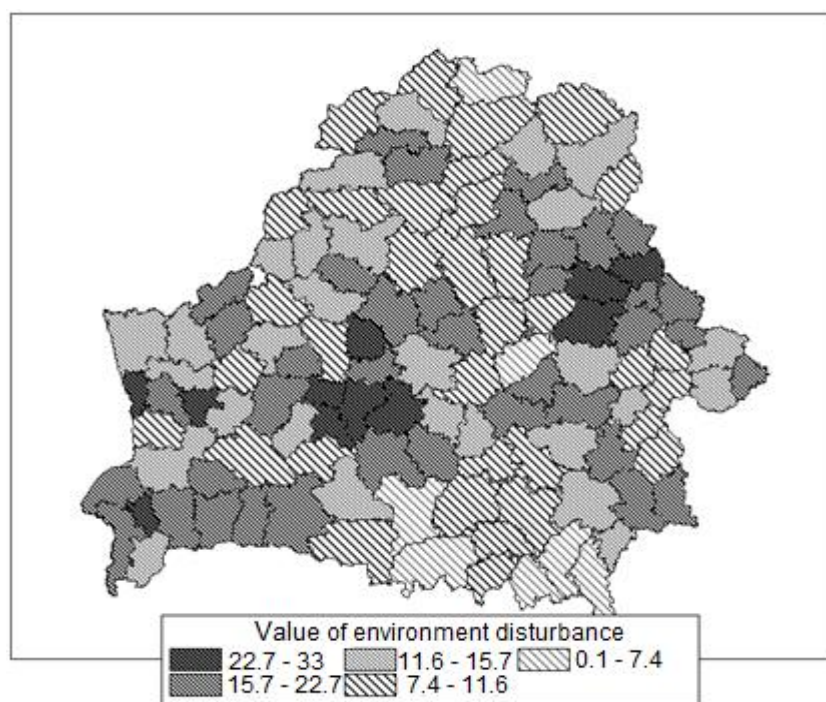
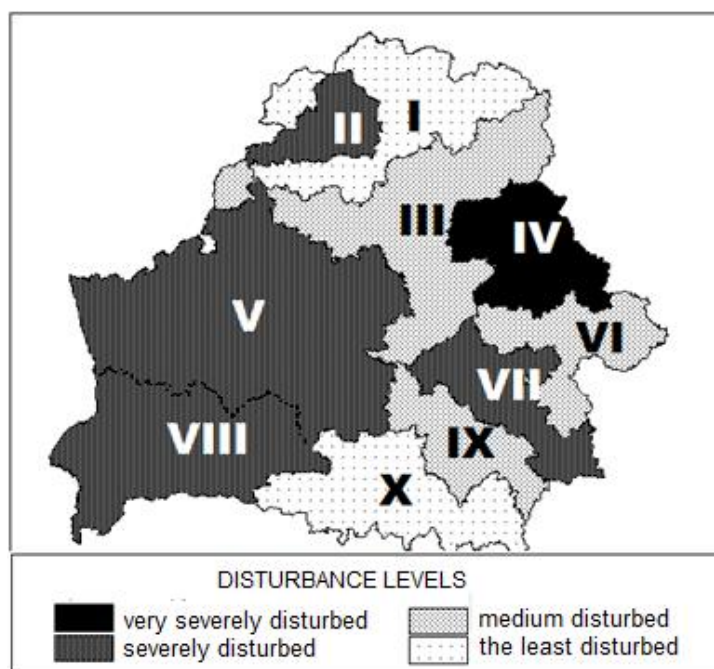


Figure 1 – Value of integrated indicator of environment disturbance

To districts with the lowest level of disturbance (the value of the integral score of 0,1–7,4) it is included 7 administrative districts that make up 7,1 % of the country with a population of 1,4 %. 34 districts with an area of 32,2 % and a population of 15,4% belong to the category of low level of disturbance (7,4–11,6 points).

To districts with medium level of disturbance (11,6–15,7 points) it is included 28 districts (area 25,1 %, population 20,5 %), with high level (15,7–22,7 points) – 38 districts (area 28,7 %, population 54,3 %). 11 districts belong to the areas with the highest level of disturbance of the natural environment (the value of the integral score of 22,7–33,0). In sum, the area of these districts is 6,6 % of the area of Belarus, and the population is 8,4 %.

Matching of cartograms of disturbance with the landscape and physical-geographical maps shows that the districts with the highest values of this indicator are concentrated mainly within the Belarusian elevated province of hilly-moraine-erosion and secondary-moraine landscapes (figure 2). In geographically the most disturbed districts are located within the elevated topographic forms – Minsk, Volkovysk, Novogrudok and Oshmiany hills, Kopylsky ridge. It is noticeable fairly clear that distribution of the most transformed parts of the East of the country to the East-Byelorussian province secondary-moraine and loess landscapes, namely the part which is also occupied by highlands – Orsha, Smolensk-Moscow, Gorki-Mstislavl. The third group of areas with increased value of the integral indicator of a disturbance located in the extreme South-West of the Republic, in the Western part of the Polesye landscape province of lacustrine-alluvial, marsh and secondary water-glacial landscapes mainly within Pribuzhskaya plain and Zagorodnye.



*Geo-ecological districts: I – Northern; II – Disna; III – Vitebsk-Berezina; IV – Eastern-Belarusian; V – Central-Belarusian; VI – Slavgorod-Krasnopolye; VII – Gomel-Zhlobin; VIII – Western-Polesye; IX – Rechitsa-Svetlogorsk; X – Eastern-Polesye*

Figure 2 – Geo-ecological zonation of Belarus

Based on the analysis of maps of integral assessment of the natural environment transformation, as well as maps showing the distribution of individual indicators of anthropogenic pressures and land-use characteristics by administrative districts, we carried out a zoning of the territory of the Republic according to the degree of the natural environment transformation.

There are 10 geo-ecological districts that differ in the structure of land use and degrees of anthropogenic disturbance of its areas were distinguished (figure 2).

The districts vary in size – from 3,3 % to 25,0 % of the territory of Belarus. The largest districts – Central-Belarusian and Western-Polesye – confined to the Western part of the country, mainly within the Brest, Grodno and the Eastern part of Minsk oblast, in a landscape respect to the Belarusian elevated and Western parts of Predpolesye and Polesye landscape provinces; in geomorphological to the Western-Belarusian sub-region of the Central-Belarusian region of glacial hills and ridges, the Western lowland part of the region of plains and lowlands of Predpolesye and Western part of the region of Belarusian Polesye.

Eastern part of the country is characterized by alternating elongated in the latitudinal direction of geo-ecological districts from North to South owing to a similar nature of changing of the units of physical-geographic and geomorphological zoning in this part of the country.

The least disturbed geo-ecological districts are the Northern district and Eastern-Polesye (total area 17,5 %) with minimum values of the relative and absolute intensity of ecological-economic balance coefficients. The Vitebsk-Berezina, Slavgorod-Krasnopolye, and Rechitsa-Svetlogorsk districts apply to the average disturbance territories with a total area of 24,6 %, a severely level of disturbance intrinsic to the Disna, Central-Belarus, Western-Polesye, Gomel-Zhlobin districts with an area of 47,9 %. The most disturbed district is the Eastern-Belarusian which belongs to the category of very severely disturbed. It has no protected areas, has minimal forest cover, the maximum value of the relative and absolute intensity of ecological-economic balance coefficients. Its area is 6,9 %. Geo-ecological characteristics are shown in the table 1.

Table 1 – Land use structure and ecological features of the geo-ecological regions of Belarus

<i>Geo-ecological regions</i>	<i>Arable lands, %</i>	<i>Meadows, %</i>	<i>Woods, %</i>	<i>Protected areas, %</i>	<i>The most disturbed lands, %</i>	<i>Hydrotechnically meliorated lands, %</i>	$C_A$	$C_R$	$C_{NP}$	$C_G$
Vitebsk-Berezina	24,2	12,5	48,1	3,4	4,0	13,4	0,84	0,53	0,62	1,6
Western-Belarusian	42,2	16,6	26,7	0,0	5,0	11,9	4,38	1,10	0,53	0,9
Eastern-Polesye	12,7	11,5	57,4	22,5	3,2	16,6	0,13	0,36	0,70	1,9
Gomel-Zhlobin	32,6	16,4	34,9	1,3	5,4	14,3	1,22	0,88	0,55	1,2
Disna	29,9	18,9	29,0	5,7	3,3	22,8	0,47	0,69	0,57	1,0
Western-Polesye	25,3	17,6	38,9	11,9	4,9	24,6	0,37	0,77	0,54	1,3
Rechitsa-Svetlogorsk	21,1	15,4	50,8	3,2	4,2	20,1	0,87	0,58	0,58	1,7
Northern	17,0	11,6	49,5	15,1	2,9	12,0	0,18	0,34	0,68	1,7
Slavgorod-Krasnopolye	23,2	15,2	46,6	0,2	3,2	11,4	0,96	0,52	0,64	1,6
Central-Belarusian	35,5	15,2	35,3	4,1	5,1	17,4	0,77	1,04	0,53	1,2
<b>In Belarus in generally</b>	<b>26,8</b>	<b>14,6</b>	<b>41,5</b>	<b>7,3</b>	<b>4,3</b>	<b>16,4</b>	<b>0,88</b>	<b>0,72</b>	<b>0,59</b>	<b>1,4</b>

Using the landscape map of Belarus shares of each group of genera, genera and subgenera of landscapes in the overall landscape structure of territories with different levels of disturbance were calculated.

The research allowed to reveal some regularities of changes in the landscape structure in areas with different levels of anthropogenic transformation. Thus, there is a clear increase in the share of high-altitude and medium-altitude landscapes and the decline of low-altitude landscapes from the least to very severely disturbed areas. In the least disturbed regions the ratio is respectively 1:6:14, in the medium disturbed is already 2:5:3, and in the very disturbed 3:6:1.

The share of hilly-moraine-lacustrine landscapes gradually reduced 4,2 times from medium disturbed to very severely disturbed regions. In contrast, the share of hilly-moraine-erosion landscapes is significantly increased with the increase of disturbance, accounting for 1/5 of all landscapes in very severely disturbed regions. This is especially noticeable at the level of subgenera: share of subgenera with cover of water-glacial loams and with cover of loess-like loams increases by almost 10 times (the table 2).

Table 2 – Landscape structure of areas differing in the level of environment disturbance

Genera	Value of disturbance level				
	0,1–7,4	7,4–11,6	11,6–15,7	15,7–22,7	22,7–33,0
Hilly-moraine-lacustrine		6,7	3,3	1,6	
Hilly-moraine-erosional		4,7	11,4	8,6	21,0
Kame-moraine-lacustrine	5,5	2,2	0,7		
Kame-moraine-erosional		2,6	1,3	0,4	
Loess				6,6	5,5
Moraine-lacustrine		3,0	6,8	4,7	
Secondary-moraine		9,8	12,0	19,8	39,0
Moraine-outwash	5,6	10,1	5,8	10,8	0,5
Water-glacial with lakes	3,1	5,4	4,8	0,6	
Secondary water-glacial	19,8	16,9	18,6	16,6	21,0
Lacustrine-glacial	3,3	6,8	7,7	1,9	
Alluvial terraced	27,6	7,3	5,2	6,5	2,8
Lacustrine-alluvial	13,2	5,9	4,6	6,4	0,1
Floodplain	8,1	3,4	3,5	4,6	0,4
Lacustrine-marsh	12,2	10,3	8,9	6,3	2,2
River valleys	1,9	5,3	5,2	4,6	7,5

Kame-moraine-lacustrine and kame-moraine-erosional landscapes occupy a small portion in the regions of weak disturbance and practically disappear already in the conditions of medium level of disturbance. In contrast, the loess landscapes are situated only on territories with high and very high level of disturbance.

Secondary-moraine landscapes are characterized by the absence in the conditions with the least disturbance of the natural environment and significant growth as it increases to 2/5 of the area of all severely disturbed areas. The rates of increase of the share thus vary greatly between the different subgenera. So, if subgenus with a cover of moraine loams accounted for 7,1 % of the territory of this genus on medium disturbed areas, in conditions of very severely disturbance it already accounts for 58,7 %. The shares of the subgenus with cover of water-glacial loams are respectively 67,3 and 30,5 %.

Secondary water-glacial landscapes in regions with different level of disturbance is comparable to the share, however, the ratio of subgenera is considerably different. Thus, the subgenus with the surface occurrence of water-glacial sands steadily reduces its share in the total area of the genus from the territories with the least (72,2 %) to territories with very severely level (14,3 %). Subgenus with a cover of loess-like loams, on the contrary, increases respectively from 16,7 to 42,4 %.

Almost all genera of landscapes belonging to the group of low-altitude, continuously decrease its presence with increasing level of disturbance. This is especially pronounced for alluvial terraced landscapes, which are already at the medium stage of disturbance reduce their share by 3,8 times (among others the subgenus with superficial deposits of alluvial sands by 5,7 times). With the exception of river valley landscapes, that are confined to the relatively young landscapes with poorly developed young river valleys with relatively narrow (< 1 km)

floodplain, followed by narrow, discontinuous terraces above the floodplain sites that is to the rivers, where broad terraces haven't formed yet, with a cover of alluvial sands, often semi-hydromorphic and hydromorphic soils which are not conducive to agricultural development. If to consider changes in the structure of the bedrock of areas with different level of disturbance, in all territories with different level of disturbance the high proportion is occupied by landscapes with a cover or discontinuous cover of glacial loams, but on the least disturbed areas landscapes with cover of alluvial sands (whose share declines with increasing of disturbance) are dominated, and on severely disturbed areas landscapes with a cover of loess-like loams (increasing with increasing disturbance) are dominated. Also, share of the landscapes with superficial deposits of peat and with cover of water-glacial sands is decreased.

Analysis of changes in the landscape species structure showed that landscapes with more ruggedness surface increase its share with increasing the level of disturbance: share of flat, flat-wavy and similar landscapes is decreased (in conjunction with 66,3 % for the least disturbed to 8,7 % in a very severely disturbed regions), the proportion of hilly, hilly-wavy and similar and plateau-like landscapes is increased (respectively from 3,7 to 45,4 %).

The study of the specific features of Belarus natural environment transformation has allowed formulating the following main conclusions:

1. Administrative districts characterized by the highest values of degree of environmental disturbance, confined mainly to the hills of the Belarusian ridge (Minsk, Volkovysk, Novogrudok, etc.), especially within the loess landscapes (Orsha, Smolensk-Moscow, etc.) as well as to elevated parts of the West Polesie lowland (Pribuzhskaya plain and Zagorodjye).

2. Interconnections between landscape structure of territory and level of its anthropogenic disturbance was established. Thus, with increasing of this level the proportion of high-altitude and medium-altitude landscapes, hilly-moraine-erosion, secondary-moraine, loess landscapes and landscapes of river valleys is also increased. The proportion of hilly-moraine-lacustrine, kame-moraine-lacustrine, alluvial terraced, lacustrine-alluvial, floodplain and lacustrine-wetland landscapes is decreased. By the lithology of the underlying surface for highly disturbed areas typical landscapes are landscapes with a cover of loess-like and water-glacial loams, for weakly disturbed areas typical landscapes are landscapes with alluvial and water-glacial sands. By the feature of mesorelief landscapes with a greater degree of ruggedness (hilly, plateau-like) tend to more disturbed areas and landscapes with less degree of ruggedness (flat, flat-wavy) tend to less disturbed areas.

3. On the basis of similarity of ecological condition, integrity and individual characteristics of the natural environment transformation ten geo-ecological districts was allocated. Within each district the main peculiar properties the of the natural environment transformation were established, the proportion of land occupied by the main types of land use, indicators of human pressure and ecological state were calculated.

**УДК 332.334**

**А.С. СОКОЛОВ, А.С. ГАЙДУК**

### **ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ МОГИЛЁВСКОЙ ОБЛАСТИ**

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

*Статья посвящена выявлению взаимосвязи между природными свойствами ландшафта (гипсометрический уровень, генезис, характер подстилающих пород) и уровнем*

его антропогенной нарушенности (лесистостью, плотностью сельского населения, долей селитебных ландшафтов).

Целью исследования явилось выявление пространственной дифференциации антропогенной нагрузки на природную среду Могилёвской области в зависимости от природных характеристик ландшафтов. В качестве показателей нагрузки были выбраны доля естественных (лесных) экосистем в ландшафте (и основанное на этом показателе значение геоэкологического коэффициента), плотность сельского населения и доля селитебных ландшафтов. В задачи исследования входило:

– оценка и картографирование экологического состояния ландшафтов области, определяемого по значению геоэкологического коэффициента и плотности населения в разрезе ландшафтов;

– выявление связей между значениями показателей антропогенной трансформации ландшафтов и принадлежностью их к определённым родам и под родам, определение наиболее и наименее нарушенных родов и под родов;

– расчёт соотношения территорий с различными диапазонами высот для каждого рода ландшафтов и анализ изменений лесистости по диапазонам;

– определение индекса шероховатости поверхности для каждого рода ландшафтов, расчёт соотношения территорий с различными диапазонами индекса для родов ландшафтов, анализ изменений лесистости по диапазонам расчёт среднего значения шероховатости для каждого рода.

Источником данных о населении в пределах изучаемой территории являлся справочник «Гарады і вёскі Беларусі» [1], о ландшафтной дифференциации территории – ландшафтная карта Беларуси [2] с последующими уточнениями [3], о местоположении и площади населённых пунктов (селитебных ландшафтов), а также о лесопокрываемых территориях Белоруссии – слои «Полигоны населённых пунктов» (*settlement-polygon*) и «Растительность» (*vegetation-polygon*) в формате *shape*-файла из набора слоёв проекта *OpenStreetMap* для Белоруссии [4]. Были использованы данные о площади, населении и ландшафтной приуроченности сельских населённых пунктов провинции. Источникам данных о высотах в виде растровой модели с разрешением 90 м/пикс. стали данные глобальной цифровой модели рельефа *SRTM* [5]. В ГИС *Global Mapper* растровая модель была преобразована в векторный слой полигонов, соответствующих определённым диапазонам высот.

Для определения экологического состояния ландшафтов для каждого из них рассчитывался геоэкологический коэффициент И.С. Аитова [6] по формуле:

$$K_r = \frac{C_p}{C_d},$$

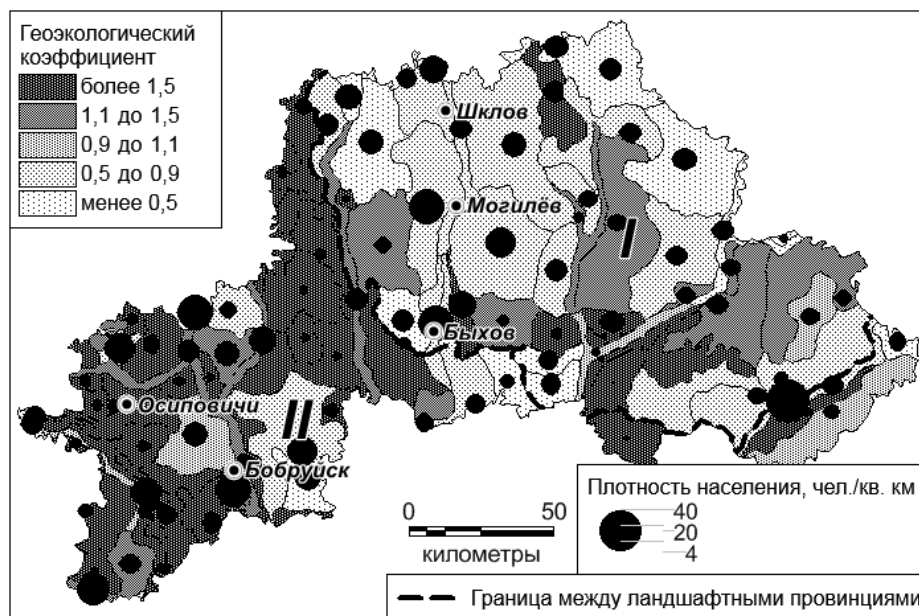
где  $C_p$  – % площади ненарушенных (коренных) геосистем на той или иной территории, в ландшафтном районе, ландшафте;

$C_d$  – % предельно допустимой площади ненарушенных (коренных) геосистем.

На основе имеющихся экспертных оценок предельно допустимая площадь естественных геосистем ( $C_d$ ), в зоне широколиственных лесов определена в 30 %. По значениям  $K_r$  оценивается состояние ландшафта в следующих градациях: удовлетворительное – более 1,5; напряженное – 1,1–1,5; критическое – 0,9–1,1; кризисное – 0,5–0,9; катастрофическое – < 0,50.

При расчёте геоэкологического коэффициента ландшафтов Могилёвской области было определено значение лесистости каждого ландшафта. Для этого был использован модуль «Пропорциональное перекрытие» ГИС *MapInfo Professional 12*, в пределах каждого

ландшафтного полигона на одном векторном слое определялась площадь лесов в его пределах со второго векторного слоя. Аналогичная операция проводилась для расчёта доли селитебных ландшафтов, плотности сельского населения, соотношения площадей с различными диапазонами высот и значения индекса шероховатости для ландшафтов области. Результатом расчётов стала карта экологического состояния ландшафтов Могилёвской области (рисунок 1).



I – Восточно-Белорусская ландшафтная провинция  
II – Предполеская ландшафтная провинция

Рисунок 1 – Значения геоэкологического коэффициента и плотности сельского населения по ландшафтам Могилёвской области

Для территории Могилёвской области в целом показатель лесистости равен 34,5 % ( $K_r = 1,15$ , что соответствует напряжённому экологическому состоянию). При этом ландшафты, находящиеся в удовлетворительном состоянии, занимают 30,3 % её территории, в напряжённом состоянии – 19,9 %, в критическом – 6,2 %, в кризисном – 33,2 %, в катастрофическом – 10,3 %. По плотности сельского населения ландшафты также существенно различаются: при среднеобластной плотности 8,6 чел./км<sup>2</sup>, ландшафты, плотность населения которых менее 1 чел./км<sup>2</sup> занимают 3,9 % площади области, от 1 до 4 – 17,3 %, от 4 до 8 – 28,6 %, от 8 до 12 – 16,0 %, от 12 до 16 – 21,9 %, свыше 16 – 12,3 %.

Существенно различаются показатели экологического состояния для территорий, относящихся к различным ландшафтными провинциями. Для Восточно-Белорусской провинции лесистость равна 25,9 % ( $K_r = 0,86$ , кризисное состояние), доля селитебных ландшафтов – 10,1 % от общей площади, плотность сельского населения – 11,2 чел./км<sup>2</sup>. Для Предполеской провинции лесистость почти в два раза выше – 47,9 % ( $K_r = 1,6$ , удовлетворительное состояние), доля селитебных ландшафтов 6,6 %, плотность сельского населения 8,5 чел./км<sup>2</sup>.

На рисунке 1 показано территориальное распространение ландшафтов, относящимся к различным категориям экологического состояния (по величине геоэкологического коэффициента), для них также показано значение плотности сельского населения. Видно, что в основном ландшафты в удовлетворительном и напряжённом состоянии сконцентрированы в западной части области, а также в пределах небольших участков на юго-востоке региона, в кризисном и катастрофическом – в центре и на севере.

Проведённый анализ показателей антропогенной трансформации в зависимости от принадлежности ландшафтов к различным классификационным единицам (группам родов, родам, под родам и видам) позволил определить влияние природных характеристик ландшафта (положенных в основу их классификации) на степень его антропогенной освоенности и, как следствие, нарушенности (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели антропогенной нагрузки на ландшафты

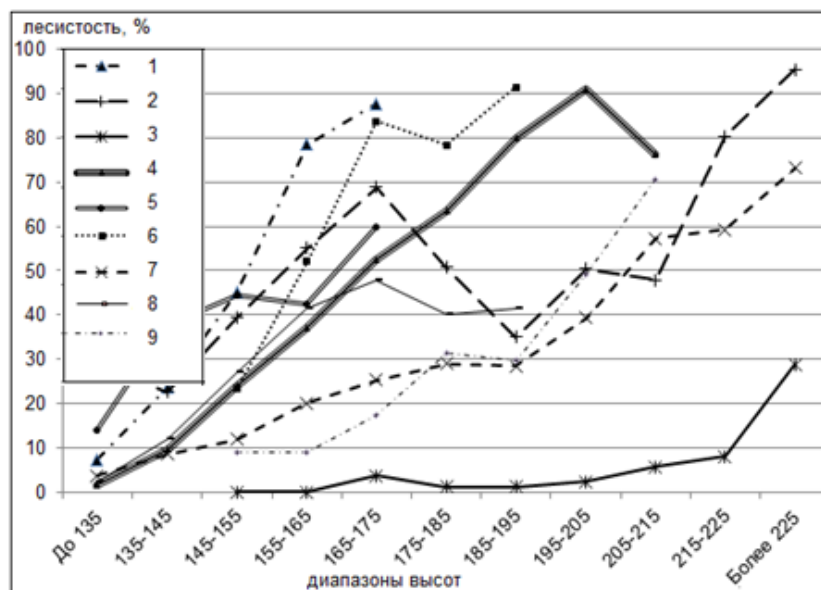
ГРУППА РОДОВ, род, <i>подрод</i>	Доля в области, %	Лесистость, %	Плотность сельского населения, чел./км <sup>2</sup>	Доля селитебных ландшафтов, %
<b>ВОЗВЫШЕННЫЕ</b>	9,6	9,2	11,7	11,4
<b>Холмисто-моренно-эрозионные</b>	<b>3,3</b>	<b>20,4</b>	<b>9,0</b>	<b>10,2</b>
<i>с покровом водно-ледниковых суглинков</i>	2,8	22,1	9,1	9,9
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>	0,5	11,9	8,6	12,1
<b>Лёссовые (с покровом лёссовидных суглинков)</b>	<b>6,3</b>	<b>3,3</b>	<b>13,1</b>	<b>12,1</b>
<b>СРЕДНЕВЫСОТНЫЕ</b>	76,0	36,0	10,1	8,4
<b>Вторичные водно-ледниковые</b>	<b>22,2</b>	<b>51,5</b>	<b>6,1</b>	<b>5,6</b>
<i>с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков</i>	6,2	64,3	4,9	4,0
<i>с покровом лёссовидных суглинков</i>	3,0	22,2	12,1	11,9
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>	12,9	52,2	5,2	4,9
<b>Вторичноморенные</b>	<b>39,7</b>	<b>24,3</b>	<b>13,2</b>	<b>10,5</b>
<i>с покровом водно-ледниковых супесей</i>	18,1	31,5	11,2	9,2
<i>с покровом водно-ледниковых суглинков</i>	9,8	16,8	13,2	11,3
<i>с покровом лёссовидных суглинков</i>	11,8	19,5	16,3	11,9
<b>Моренно-зандровые</b>	<b>14,1</b>	<b>44,3</b>	<b>7,8</b>	<b>6,8</b>
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>	7,1	59,5	7,1	5,5
<i>с покровом водно-ледниковых суглинков</i>	6,9	28,6	8,5	8,2
<b>НИЗМЕННЫЕ</b>	14,6	43,7	8,9	8,0
<b>Ландшафты речных долин (с поверхностным залеганием аллювиальных песков)</b>	<b>4,5</b>	<b>30,9</b>	<b>10,1</b>	<b>10,8</b>
<b>Аллювиальные террасированные</b>	<b>4,4</b>	<b>51,4</b>	<b>12,4</b>	<b>6,9</b>
<i>с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей</i>	3,6	48,0	13,0	7,3
<i>с поверхностным залеганием аллювиальных песков</i>	0,8	66,6	9,5	5,3
<b>Пойменные (с поверхностным залеганием аллювиальных песков)</b>	<b>3,1</b>	<b>35,8</b>	<b>7,0</b>	<b>9,9</b>
<b>Болотные</b>	<b>2,5</b>	<b>62,5</b>	<b>3,1</b>	<b>2,7</b>
<i>с поверхностным залеганием торфа</i>	2,2	62,8	3,1	2,6
<i>с поверхностным залеганием торфа и песком</i>	0,2	59,0	3,0	3,8
<b>Озёрно-аллювиальные (с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей)</b>	<b>0,1</b>	<b>58,3</b>	<b>3,9</b>	<b>4,1</b>
Вся территория области	100,0	34,5	10,1	8,6

Зависимость показателей антропогенной нагрузки от групп родов выражается в значительном увеличении лесистости по мере уменьшения гипсометрического положения. Так, если в пределах возвышенных ландшафтов лесистость составляет всего 9,2 %,



то в средневысотных она увеличивается в 3,9 раза, а в низменных – в 4,8 раза. Также несколько снижается плотность населения и доля селитебных ландшафтов (рисунок 2).

Из родов максимальная лесистость (более 50 %) характерна для болотных, вторичных водно-ледниковых и аллювиально-террасированных ландшафтов, для них же характерна минимальная плотность населения. Минимальная лесистость отмечается во вторично-моренных (в 1,4 раза ниже среднеобластного уровня), холмисто-моренно-эрозионных (в 1,7 раза) и лёссовых (в 10,4 раза ниже). Показатели же доли селитебных ландшафтов и плотности сельского населения, хоть и превышают в целом значение для других ландшафтов, однако не столь существенно. Так, для лёссовых ландшафтов плотность населения превышает среднюю в 1,3 раза (на 3,0 чел./км<sup>2</sup>), а доля селитебных ландшафтов в 1,4 раза, для вторичных водно-ледниковых значение меньше средней на 4,0 чел./км<sup>2</sup>.



- 1 – аллювиальные террасированные, 2 – вторичные водно-ледниковые; 3 – лёссовые;  
 4 – моренно-зандровые; 5 – пойменные; 6 – болотные; 7 – вторично-моренные;  
 8 – ландшафты речных долин; 9 – холмисто-моренно-эрозионные

Рисунок 2 – Значение показателя лесистости в зависимости от высоты

Среди подродов даже одного и того же рода могут существовать значительные различия по величине рассматриваемых показателей. Например, среди всех подродов вторичных водно-ледниковых ландшафтов подрод с покровом лёссовидных суглинков имеет лесистость 22,2 % (что в 2,3 раза ниже, чем в среднем по роду), а лесистость ландшафтов, относящихся к подродам с покровом водно-ледниковых супесей и поверхностным залеганием водно-ледниковых песков превышает лесистость ландшафтов с покровом лёссовидных суглинков в 2,4 и в 2,9 раза). Аналогичная закономерность наблюдается и в других родах ландшафтов.

Наиболее трансформированными являются ландшафты с покровом лёссовидных суглинков (где лесистость в 2,3 раза меньше, чем среднеобластная, доля селитебных ландшафтов в 1,7 раза больше, плотность населения на 4,6 чел./км<sup>2</sup> выше) и с покровом водно-ледниковых суглинков (соответственно в 1,6 раз меньше, в 1,2 раза больше, на 0,9 чел./км<sup>2</sup> выше. Менее нарушенными являются ландшафты с покровом водно-ледниковых супесей, наименее трансформированные – ландшафты с покровом аллювиальных и водно-ледниковых песков, а также торфа (здесь плотность ниже средней соответственно в 2,1 и 3,3 раза, доля селитебных ландшафтов – в 2,2 и 3,0 раза).

Изменение удельной площади ландшафтов, соответствующих различным диапазонам высот отражено на рисунке 2. Наиболее широкий диапазон высот у вторично-водно-ледниковых и вторично-моренных ландшафтов, наиболее узкий – у аллювиально-террасированных, болотных и пойменных ландшафтов. По показателю доли площадей, сконцентрированных в наиболее крупном по территории диапазоне, от общей площади рода, лидируют болотные (40,4 % в диапазоне 155–165 м), аллювиально-террасированные (36,2 % в диапазоне 145–155 м), холмисто-моренно-эрозионные (32,6 % в диапазоне 155–165 м), лёссовые (30,9 % в диапазоне 195–205 м). Минимальные значения у вторично-моренных (18,3 %), моренно-зандровых (23,9 %) и ландшафтов речных долин (23,9 %).

Общей тенденцией изменения лесистости является её увеличение с увеличением высотного диапазона. Только для рода вторично-моренных ландшафтов снижает почти в два раза показатель лесистости от диапазона 165–175 к диапазону 185–195 м.

### Список использованной литературы

- 1 Гарады і вёскі Беларусі: Энцыклапедыя ў 15 тамах. Т. 5–7. Магілёўская вобласць. – Мн.: БелЭн, 2008–2009.
- 2 Ландшафтная карта Белорусской ССР / под ред. А.Г. Исаченко. – М.: ГУГК, 1984.
- 3 Марцинкевич, Г. И. Ландшафтоведение: учеб. пособие – Г.И. Марцинкевич, И.И. Счастливая. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014.
- 4 Беларусь (BY) [Электронный ресурс] // Данные OSM в формате shape-файлов. Слои. – URL: <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY>. – Дата доступа: 10.11.2016.
- 5 SRTM 90m Digital Elevation Data [Электронный ресурс] // The CGIAR Consortium for Spatial Information. – URL: <http://srtm.csi.cgiar.org>. – Дата доступа: 10.04.2017.
- 6 Аитов, И.С. Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартовского региона): автореф. дис. ... канд. геогр. наук / И.С. Аитов. – Барнаул, 2006.

A.S. SOKOLOV, A.S. GAYDUK

### **FEATURES OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF LANDSCAPES OF MOGILEV REGION**

*The article focuses on the relationship between the natural properties of the landscape (hypsothetic level, the genesis, the nature of the underlying rocks) and the level of anthropogenic disturbance (forest cover, rural population density, share of residential landscapes).*

УДК 551.3

М.С. ФЕДОРСКИЙ, И.А. ШАВРИН

### **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ И СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
[admiral\\_freedom@rambler.ru](mailto:admiral_freedom@rambler.ru)

*Рассмотрены геологические процессы как фактор риска природно-технических систем. Дана классификация антропогенных (техногенных) геологических процессов.*

*Приведены примеры геологических опасностей. Предложена схема оценки геологического риска для природно-технических систем.*

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, 3, 4].

Для оценки риска геологических процессов необходимо проведение анализа каждого в отдельности типа геологического процесса и факторов, формирующих их образование. Алгоритм выполнения интегральной оценки геологического риска основывается на системном подходе к изучению каждого типа геологического процесса, в том числе территории, подверженной проявлению, и элементов экосистем, природно-технических систем и геологической среды как факторов образования геологических процессов. Реализация разработанных методических основ оценки риска геологических процессов позволит оперативно проводить анализ территории на наличие наиболее оптимальных участков для строительства, в отношении безопасности и затрат на защитные мероприятия, направленные на снижение риска активизации геологических процессов. Для разработки методика оценки геологических рисков нужно решить следующие задачи: 1) анализ опыта предыдущих исследований в области геологического риска; 2) определение критерии оценки геологических рисков; 3) составление алгоритма оценки геологического риска модельной территории; 4) разработать методику определения экономических, экологических и других критериев оценки геологического риска; 5) разработать методику составления карт геологического риска. Особым субъектом геологического риска выступают природно-технические системы (ПТС).

По опасности последствий и величине ущерба геологические процессы делят на три группы: 1) катастрофические; 2) опасные; 3) неблагоприятные. **Катастрофические геологические процессы** – это процессы, которые вызывают разрушение природно-технических систем, представляют непосредственную угрозу для жизни человека. **Опасные геологические процессы** – это процессы, которые нарушают нормальное функционирование природно-технических систем, могут вызывать их аварии, которые в свою очередь, негативно влияют на человека. **Неблагоприятные геологические процессы** – это процессы, которые не представляют непосредственной угрозы для жизни и здоровья человека, но осложняют функционированием природно-технических систем. При этом геологические процессы могут быть как природными, так и техногенными [1, 4, 5, 6]. Техногенные геологические процессы по отношению к данной ПТС могут быть внешними и внутренними. Последние возникают в зоне влияния этой ПТС и прямо или косвенно обусловлены ее функционированием.

Ареалы, в пределах которых развиваются катастрофические, опасные и неблагоприятные процессы, по размерам подразделяются на три уровня: 1) планетарные; 2) региональные; 3) локальные [5, 6].

К планетарному уровню относятся природные процессы, которые могут оказать воздействие на биосферу в целом. К таким процессам можно отнести падения астероидов и крупных метеоритов. Предполагается, что падения астероидов в истории Земли несколько раз приводили к массовому вымиранию биоты.

К региональному уровню относятся землетрясения, цунами, извержения вулканов, наводнения, засухи, вихри, снегопады. Их воздействие может охватывать целые регионы. Так, катастрофические наводнения охватывают, как правило, несколько речных систем, катастрофические смерчи на Русской равнине при скорости 50–60 км/ч в среднем проходят путь длиной 50 км, разрушительные цунами воздействуют на прибрежную полосу длиной около 500 км, а раскаленные лавовые потоки при извержении вулканов способны

проходить путь до десятков километров. Энергетика этих процессов значительно превышает энергетику антропогенных процессов.

К локальным процессам относятся оползни, сели, лавины и карстовые процессы. Такие процессы распространяются на площадях от первых м<sup>2</sup> до первых км<sup>2</sup>. Так, площадь поражения у наиболее распространенных процессов – оползней зависит от типа и объема смещения. Она, как правило, составляет 600–1200 м<sup>2</sup>. В связи с ограниченностью площади поражения оползни уносят меньшее число человеческих жизней, чем региональные процессы, особенно в густонаселенных районах. На локальном уровне более сильно сказывается техногенная нагрузка, способная ускорить катастрофическое развитие природных процессов или даже вызвать их [5, 6].

Факторами, которые определяют «катастрофичность» геологического процесса, являются:

- 1) интенсивность проявления процесса;
- 2) плотность населения;
- 3) сложность технических систем, наличие экологически опасных объектов;
- 4) научно-технический уровень развития общества [6].

Геологические процессы, связанные с деятельностью человека (техногенные или антропогенные) можно классифицировать следующим образом [7, 8]:

1. Антропогенный литогенез:

- 1.1. Наземный (субаэральный) литогенез.
- 1.2. Подводный (субаквальный) литогенез.
- 1.3. Подземный (субтерральный) литогенез.

2. Геотермические процессы и явления:

2.1. Антропогенные геологические процессы, вызванные замерзанием грунтов и вод: увеличение мощности и образование «вечной мерзлоты»: морозное пучение; образование подземного льда; образование наледей; морозное выветривание.

2.2. Антропогенные геологические процессы, вызванные протаиванием мерзлых грунтов и вод: термопросадка; термокарст; солифлюкция; деградация мерзлоты.

2.3. Антропогенные геологические процессы, вызванные обогревом, обжигом и плавлением грунтов: термоусадка; окаменение грунтов; образование пустот; сдвиги грунтов; проседание поверхности.

3. Гидролитогенные процессы и явления, вызванные изменением подземной гидросферы:

3.1. Антропогенные геологические процессы, вызванные понижением уровня подземных вод и осушением грунтов: образование депрессий подземных вод; сжатие грунтов и оседание поверхности; уменьшение водности рек, исчезновение родников, рек, прудов, болот; увеличение зоны аэрации; глубины сезонного промерзания.

3.2. Антропогенные геологические процессы, вызванные повышением уровня подземных вод и обводнением грунтов: подтопление; заболачивание; набухание грунтов; развитие склоновых процессов (оползней); просадка лессовых грунтов; уменьшение зоны аэрации; уменьшение глубины сезонного промерзания.

3.3. Антропогенные геологические процессы, вызванные фильтрационно-гидродинамическими факторами: техногенная механическая суффозия; прорыв подземных вод и плывунов в выработки; суффозионное проседание поверхности; суффозионные провалы; перетоки через водоупоры.

3.4. Антропогенные геологические процессы, вызванные химическим воздействием: загрязнение грунтовых и напорных пресных вод; химическая суффозия; антропогенный карст; засоление грунтов.

4. Процессы и явления, вызванные изменением напряженного состояния массива грунтов:

4.1. Геостатические антропогенные геологические процессы (вызванные статическими нагрузками): гравитационное сжатие грунтов и оседание поверхности; гравитационные оползни и обвалы; гравитационный выпор грунтов.

4.2. Литодинамические антропогенные геологические процессы (вызванные динамическими нагрузками): вибрационное уплотнение грунтов и оседание поверхности; ударное и взрывное сжатие и разрыхление грунтов; вибрационно-динамическое смещение грунтов на склонах (оползни, обвалы, осыпи); тиксотропное разжижение грунтов и оседание поверхности.

4.3. Антропогенные геологические процессы, вызванные подземными выработками: горное стреляние; обрушение; выжимы и вывалы твердых грунтов; выбросы угля, газа, соли; движение грунтов в массиве; образование мульд проседания и провалов.

4.4 Антропогенные геологические процессы, вызванные открытыми выработками: эрозия откосов; гравитационные процессы в откосах; пучение дна выработок; затопление выработок.

4.5. Антропогенные геологические процессы, вызванные извлечением из недр нефти и газа: механическая суффозия; суффозионные просадки и провалы; антропогенные «гейзеры»; дегазация пород; оседание земной поверхности.

5. Гидрогенные процессы и явления, вызванные изменением поверхностной гидросферы:

5.1. Антропогенные геологические процессы, вызванные созданием антропогенной гидрографической сети (водохранилищ, каналов, прудов): затопление, подтопление, заболачивание; береговые оползни и обвалы; просадка лессовых грунтов; антропогенный карст; субаквальное осадкообразование.

5.2. Антропогенные геологические процессы, вызванные нарушением естественного стока атмосферных вод: антропогенная (ускоренная) эрозия; заболачивание; антропогенное селеобразование; антропогенные оползни.

Опасность конкретного геологического процесса обусловлена его экологическими последствиями [6]. Типичными экологическими последствиями этих процессов могут быть: загрязнение воздушного бассейна; загрязнение поверхностных вод; нарушение (разрушение) почвенного покрова; снижение плодородия почв; нарушение растительного покрова; повреждение транспортных коммуникаций, трубопровод; аварии газо- и нефтепроводов, вызывающие загрязнение окружающей среды; аварии хранилищ токсичных веществ, вызывающие загрязнение окружающей среды; нарушение устойчивости фундаментов зданий и сооружений; повреждение зданий и сооружений; ухудшение санитарно-гигиенических условий в помещениях; ухудшение качества окружающей среды; нанесение вреда здоровью человеческого населения.

Объектами воздействия геологических процессов являются население, окружающая человека среда, технические системы, природные экосистемы. Оценка поражающего действия производится по таким параметрам: число пострадавших людей; продолжительность поражающего воздействия; площадь зоны поражения; затраты на проведение аварийно-спасательных работ; экономический ущерб; число разрушенных, поврежденных объектов, степень их повреждения; продолжительность восстановительного периода; площадь земель, частично или полностью исключенных из сельскохозяйственного оборота; продолжительность периода восстановления сельскохозяйственных угодий; величина погибшего урожая, численность погибших домашних животных; площадь уничтоженных, пострадавших лесных массивов; площадь загрязнения опасными веществами почв, грунтов, подземных, поверхностных вод; продолжительность периода (само)очистки загрязненных почв, грунтов, подземных, поверхностных вод; продолжительность периода рекультивации загрязненных участков [6].

Указанные процессы возникают в определенных природно-технических системах в зависимости от условий геологической среды.

Например, суффозия и суффозионные провалы могут возникнуть на промплощадке металлургического завода под воздействием утечек из водопроводов. Кастовые воронки и провалы на территории полигона отходов – за счет миграции в водоносные горизонты

химически агрессивных стоков. Термокарст на городской территории – за счет теплового воздействия от нагретых объектов – печей, труб горячего водоснабжения и т.д.

Для каждого типа природно-технических систем характерен определенный набор геологических процессов, которые способны вызвать их аварии: трубопроводные ПТС – карст, термокарст, суффозия; автотранспортные ПТС – оползни, карст, суффозия; гидротехнические ПТС – землетрясения и т.д. В качестве примера рассмотрим геологические процессы, фиксирующиеся в пределах городской ПТС (жилая застройка на техногенных грунтах, 3–5 м мощностью).

В таблице 1 указаны наиболее вероятные для городской ПТС экологические последствия, которые могут быть вызваны антропогенными геологическими процессами. Так, например, потенциальными экологическими последствиями потопления и заболачивания являются деформации оснований и фундаментов зданий, нарушение функционирования наземных и подземных коммуникаций, ухудшение санитарного состояния помещений. Негативное последствие суффозионных процессов – повреждение полотна дорог, провалы асфальта.

Геологические процессы могут в значительной степени влиять на состояние ПТС, вызывая изменения рельефа, изменение гидрологического и гидрогеологического режима, трансформируя геофизические и геохимические поля, нарушая почвенный и растительный покровы. Аварии ПТС, вызванные геологическими процессами, могут приводить к химическому и радиоактивному загрязнению компонентов окружающей среды. Например, землетрясение ведет к разрушению плотины шламохранилища токсичных отходов химического комбината, что в свою очередь вызывает загрязнение солями территорий, расположенных ниже в рельефе.

Таблица 1 – Антропогенные геологические процессы и их экологические последствия в пределах городской ПТС (микрорайон «Мельников Луг» г. Гомеля)

Процесс	Экологические последствия
Водная эрозия	Нарушение устойчивости фундаментов, разрушение почв
Гравитационные процессы	Повреждение полотна дорог
Подтопление и заболачивание	Деформация оснований и фундаментов сооружений, нарушение функционирования наземных и подземных коммуникаций, ухудшение санитарного состояния помещений
Осушение, понижение грунтовых вод	Снижение водности и эвтрофикация прудов и каналов
Засоление	Накопление токсичных солей в почвогрунтах
Эоловые процессы	Загрязнение воздушного бассейна пылью, рост запыленности воздуха
Суффозия, суффозионные процессы	Повреждение полотна дорог

При оценке геологического риска для ПТС предусматривается:

- изучение природной ситуации (свойства геологической среды, рельеф, климат);
- идентификация геологических опасностей, в том числе инвентаризация экзогенных и эндогенных геологических процессов;
- оценка уровня геологических опасностей;
- идентификация объектов-реципиентов геологического риска (техническая подсистема, ее отдельные компоненты и элементы, процессы функционирования, люди);
- оценка уязвимости объектов-реципиентов геологического риска (уязвимость при нормальном функционировании ПТС, уязвимость при аварийных ситуациях);

- оценка геологического риска, включая анализ и количественную оценку риска;
- обработка геологического риска и прогнозирование ущерба.

### Список использованной литературы

- 1 Рагозин, А.Л. Общие положения оценки и управления риском / А.Л. Рагозин // Геоэкология. – 1999. – № 5. – С. 417–429.
- 2 Дзекцер, Е.С. Геологическая опасность и риск / Е.С. Дзекцер // Инженерная геология. – 1992. – № 6. – С. 3–10.
- 3 Шеко, А.И. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов / А.И. Шеко, В.С. Круподеров // Геоэкология. – 1994. – №3. – С. 11–21.
- 4 Экологические функции литосферы / под ред. В.Т. Трофимова. – М.: МГУ, 2000. – 432 с.
- 5 Опасные экзогенные процессы / под ред. В.И. Осипова. – М.: ГЕОС, 1999. – 290 с.
- 6 Гусев, А.П. Геоэкология: геоэкологические аспекты неблагоприятных и опасных природных и антропогенных процессов и явлений: практическое руководство / А.П. Гусев. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 46 с.
- 7 Котлов, Ф.В. Антропогенные геологические процессы и явления на территории города / Ф.В. Котлов. – М.: Наука, 1977. – 165 с.
- 8 Котлов, Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф.В. Котлов. – М.: Недра, 1978. – 261 с.

*M.S. FEDORSKY, I.A. SHAVRIN*

### **GEOLOGICAL DANGERS AND CONDITION OF NATURAL-TECHNICAL SYSTEMS**

*Geological processes as risk factor of natural-technical systems are considered. Classification of anthropogenous (technogenic) geological processes is given. Examples of geological dangers are resulted. The scheme of an estimation of geological risk for natural-technical systems is offered.*

**УДК 504.064.45: 631.879.42**

**Д.В. ФЕОФАНОВ**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЧВОУЛУЧШИТЕЛЕЙ**

*ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси, Республика Беларусь»,  
г. Минск, Республика Беларусь,  
ecodenfeofanov@gmail.com*

*Складирование и захоронение органических отходов вблизи больших городов и крупных сельскохозяйственных комплексов, как правило, приводит к загрязнению окружающей среды и другим неблагоприятным последствиям. Для обеспечения безопасного захоронения отходов необходимо снизить их загрязняющий потенциал, и одним из нескольких способов обработки отходов является компостирование. Компостирование –*

*это достаточно распространенный процесс. И в результате этого процесса получается стабильный продукт – компост, который, в зависимости от качества (одной из основных составляющих качества компоста является исходный состав отходов) может использоваться как отферментированный навоз и как почвоулучшитель.*

Известно, что любая почва, даже чернозем, со временем теряет свои способности по обеспечению растений полезными веществами, кислородом и влагой. Это объясняется тем, что с каждым годом из плодородной почвы вымывается слой гумуса, это значит, что теряются те самые гуминовые соединения, которые так необходимы для роста и развития растений. Почва засоляется, в результате чего уничтожаются микроорганизмы и, как следствие, ухудшается структура почвы. Все эти факторы, безусловно, сказываются на растениях не лучшим образом: многолетние культуры теряют иммунитет и ослабевают, а однолетники уже не дают полноценный урожай. Сказывается на понижении плодородия почвы и необдуманное внесение минеральных удобрений, которое, порой, приводит к тому, что почва становится непригодной для выращивания многих культур. Для того чтобы решить эти проблемы и восстановить почву, необходимо проводить ряд мероприятий, обеспечивающих повышение плодородия почвы.

Почва – это элемент, составляющий географический ландшафт. Почвоведы утверждают, что первопричиной формирования грунтов стала деятельность живых организмов (в частности, бактерий), жизнь которых протекала в условиях, разрушенных ветрами горных пород. Происхождение почвы и ее основные характеристики определяются условиями окружающей среды. Ее основные физико-химические качества являются своеобразным отображением исторического влияния природных факторов.

Естественный круговорот веществ в почве нарушается интенсивным земледелием. Вынос элементов питания из почвы должен компенсироваться введением удобрений. Химические удобрения вносятся в больших количествах и восполняют убыль таких макроэлементов как фосфор, калий, азот и некоторые другие. Вместе с тем, загрязняя окружающую среду.

На данный момент существует проблема неоптимальной структуры посевных площадей, несбалансированное соотношение зерновых, пропашных культур и трав. Интенсивная механическая обработка почв, возрастающее антропогенное воздействие (загрязнение почв экзогенными химическими веществами, и др.). Все вышеперечисленное приводит к деградации земель, снижению плодородия, как главной природной функции почвы.

За последние 10–15 лет произошло снижение содержания гумуса на пахотных землях более чем в 60 районах Республики. Потребность страны в органических удобрениях составляет свыше 55 млн. т. ежегодно при средней дозе внесения 9,1 т/га [1]. Названные острые проблемы дефицита гумуса в значительной мере, возможно разрешить за счет вовлечения в активный хозяйственный оборот имеющихся огромных запасов органических отходов животноводства и птицеводства, пищевой промышленности и ряда перерабатывающих производств, объемы которых в республике превышают 60 млн. тонн. Организации их комплексной переработки с приготовлением продукции целевого назначения, характеризующейся высоким качеством и эффективностью действия, что необходимо для восстановления и повышения плодородия почв и урожайности возделываемых культур. Безусловно, это выгодно как с экономической, так и с экологической точки зрения [2].

### **Компостирование**

Разложение органического вещества может проходить в аэробных и анаэробных условиях. В данной статье рассматриваются процессы ферментации различных видов органических отходов, проходящих в аэробных условиях.



Компостирование – это биологический процесс разложения органических составляющих отходов под контролируруемыми аэробными условиями. В сравнении с нерегулируемым естественным процессом разложения органических материалов температура в специально подготовленных буртах может подниматься и варьировать от 25–40 °С на мезофильной фазе процесса до 50–70 °С – на термофильной [3, 4].

При разложении органического вещества в аэробных условиях главная роль принадлежит гетеротрофным микроорганизмам, усваивающим углерод из органических соединений. Также многие почвенные животные вносят свой вклад в процесс компостирования, способствуя перемешиванию различных компонентов ферментируемого материала.

Основная часть углерода в ферментируемом материале служит источником энергии для микроорганизмов. Большая часть углерода выделяется в виде углекислоты, другая часть углерода вместе с азотом идет на построение клеток микроорганизмов. При окислении углерода выделяется большое количество энергии в виде тепла, часть из которой используется микроорганизмами в процессе жизнедеятельности, а часть выделяется в окружающую среду.

Компостирование представляет собой динамический процесс, на каждой стадии которого преобладают определенные группы микроорганизмов:

**1. Мезофильная стадия:** начинается сразу после закладки свежих отходов в бурты, на этой стадии начинают развиваться и адаптироваться к типу отходов и условиям обитания мезофильные микроорганизмы, например, такие как *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium sporogenes*. В результате протекания аэробных процессов окисления органического субстрата температура внутри компостируемой смеси начинает повышаться с 10–15 °С до 30–45 °С, при этом наблюдается незначительное подкисление субстрата. При разложении аминокислот, белков азот высвобождается в виде аммиака в результате процесса аммонификации. Изменение pH среды также является результатом химико-микробиологических преобразований. Аммиак, который образуется при окислении органических веществ, довольно быстро окисляется в азотистую, затем в азотную кислоту, происходит процесс нитрификации.

**2. Термофильная стадия:** при достижении температуры 40–45 °С наступает II стадия, благоприятная для развития термофилов. Интенсивность их обмена выше, чем у мезофилов, потому температура возрастает особенно быстро, достигая максимальных значений 60–75 °С. За счет биотермических процессов происходит обеззараживание ферментируемого материала. Погибают личинки насекомых, яйца гельминтов, семена сорных растений и некоторые патогенные микроорганизмы. Благодаря высокой температуре происходит ускоренный распад белков, жиров и сложных углеводов типа целлюлозы и гемицеллюлозы – основных структурных компонентов растений. Более устойчивые субстраты снижают активность термофильных микроорганизмов.

**3. Стадия созревания:** после потребления легкоразлагаемого субстрата скорость окисления начинает падать, после того, как в него вовлекаются более устойчивые субстраты; температура внутри компостируемой массы понижается до уровня окружающей среды, pH остается щелочным, снова преобладает активность мезофильных микроорганизмов. По мере остывания сначала восстанавливаются популяции спорообразующих бактерий и актиномицетов, затем грибов. Развитие актиномицетов сопровождается образованием антибиотиков, которые подавляют многие бактерии, в том числе гнилостные микобактерии, что способствует, наряду с температурным воздействием, обеззараживанию компостного материала.

Дефицит питательных веществ и смена доминирующей микрофлоры приводят к лизису части микробных клеток, появляются почвенные животные. Оставшиеся органические вещества вовлекаются в сложные реакции между остатками растительных полимеров и продуктами разложения, приводящие к образованию гуминовых кислот.

Конечным результатом этапа образования компоста является стабилизация органических веществ.

Компостирование отходов проводилось на открытых специально подготовленных площадках в штабелях (буртах). Как известно, на качество и скорость приготовления готового продукта оказывают влияние такие показатели как влажность, кислотность, температура, поступление кислорода, степень гомогенизации материала. Контроль основных показателей осуществляется в динамике процесса ферментации, также проводятся необходимые агрохимические и биологические анализы для оценки процесса компостирования и качества готовой продукции.

Основные показатели влияющие на процесс компостирования:

**Кислотность.** Кислотность является одним из наиболее важных показателей для процесса компостирования. Как правило, рН бытовых отходов в первой фазе компостирования составляет 5,5–6,0. Уровень рН определяется активностью бактерий, которые разлагают сложные углеродсодержащие субстраты (полисахариды и целлюлозу) до более простых органических кислот. Значения рН поддерживаются также ростом грибов и актиномицетов, способных разлагать лигнин в аэробной среде [5].

Компостирование легко протекает при значениях рН, равных 5,5–9,0, но наиболее эффективно – в диапазоне 6,5–9,0.

**Аэрация.** При нормальных условиях компостирование представляет собой аэробный процесс. Это означает, что для метаболизма и дыхания микробов необходимо присутствие кислорода. В процессе ферментации концентрация кислорода снижается, а углекислого газа – возрастает. Если концентрация кислорода падает ниже 5 %, возникают анаэробные условия. [6].

Потребность в кислороде меняется в течение процесса компостирования: она низка в мезофильной стадии, возрастает до максимума в термофильной стадии и падает до температуры окружающей среды во время стадии созревания.

При естественной аэрации центральные участки ферментируемой массы могут оказаться в условиях анаэробноза, поскольку скорость диффузии кислорода слишком низка для протекающих метаболических процессов. Поэтому организация активного перемешивания позволяет воздуху проникнуть в анаэробные участки, не допуская протекания процессов брожения субстрата.

**Влажность.** Разложение осуществляется гораздо быстрее в тонких жидких пленках, образованных на поверхностях органических частиц. 50–60 % влаги считается оптимальным содержанием для осуществления процесса компостирования. Оптимальная влажность варьирует и зависит от природы и размера частиц. Содержание влаги менее 30 % подавляет бактериальную активность. При влажности менее 30 % от общей массы скорость биологических процессов резко падает, а при влажности 20 % они могут вовсе прекратиться. Влажность более 65 % препятствует диффузии воздуха в штабель, что значительно снижает деградацию и сопровождается неприятным запахом. При слишком большой влажности пустоты в структуре субстрата заполняются водой, которая ограничивает доступ кислорода к микроорганизмам.

**Температура.** Температура служит хорошим показателем процесса компостирования. Температура в компостной куче начинает подниматься через несколько часов с момента закладки субстрата и меняется в зависимости от стадий компостирования.

Подробно температурные режимы по стадиям процесса ферментации расписаны выше. Следует отметить лишь то, что высокая температура часто считается необходимым условием успешного компостирования (Существуют некоторые методы компостирования ТБО, где исходный субстрат искусственно нагревают до необходимых температур). На самом деле при слишком высокой температуре процесс биodeградации подавляется из-за ингибирования роста микроорганизмов, очень немногие виды сохраняют активность при температуре свыше 70 °С. Порогом, после которого наступает

подавление, служит температура около 60 °С, и поэтому чрезмерно высокие температуры в течение длительного периода могут оказать неблагоприятное влияние на сообщество почвенных микроорганизмов. Однако температура порядка 60 градусов Цельсия полезна для борьбы с термочувствительными патогенными микроорганизмами яйцами гельминтов, семенами сорных растений и т. д. Поэтому необходимо поддерживать температурный режим в пределах 45–55 °С.

Гомогенизация компостной массы и принудительная аэрация осуществляется с помощью специализированного ворошителя «*BACHUS*» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ворошитель «*BACHUS*» А 30

В установке новой модели используется регулируемый по высоте, гидравлический реверсируемый ротор, что позволяет производить аэрацию и перекидку от самого основания бурта (рисунок 2).



Рисунок 2 – Ворошитель «*BACHUS*» А 30, ротор

Также для ускорения процесса ферментации и для получения на выходе продукта более высокого качества в субстрат добавляется специально подготовленный бактериальный препарат «Полибакт» (биопрепарат предоставляется институтом микробиологии НАН Беларуси и представляет собой смесь культуральной жидкости штаммов спорообразующих бактерий рода *Bacillus*, штамма бактерий *Pseudomonas brassicacearum*, штамма азотфиксирующих бактерий *Brevibacillus sp.* БИМ В-818 и фосфатмобилизующих бактерий *Bacillus megaterium* БИМ В-445).

Далее на графиках (рисунки 3, 4) представлена часть результатов биологических и агрохимических анализов.

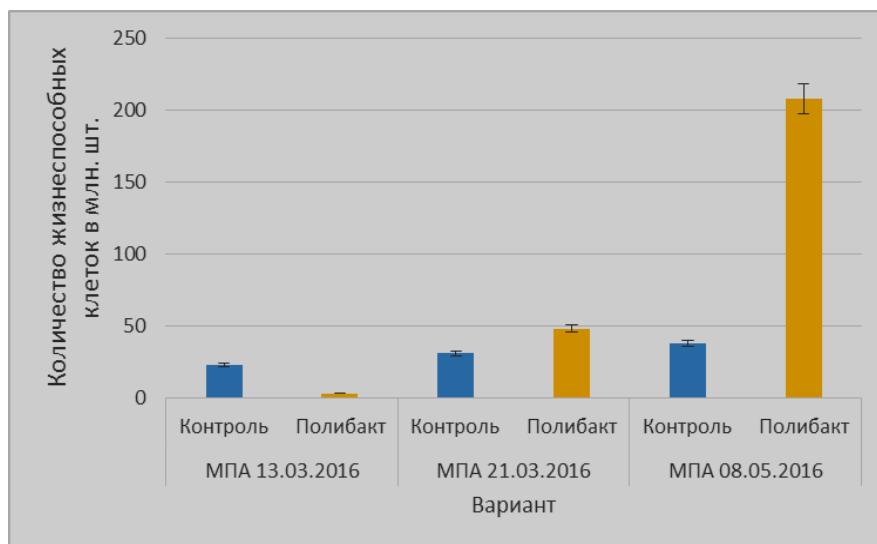


Рисунок 3 – Содержание микроорганизмов, усваивающих органические формы азота (на МПА среде)

На рисунке 3 хорошо прослеживается тенденция к росту микроорганизмов от контрольного варианта к опытному. Количество гетеротрофных микроорганизмов, культивируемых на мясопептонной среде увеличилось более чем в четыре раза. Как известно, для получения хорошего компоста крайне важны группы микроорганизмов, усваивающих органические формы азота, поэтому зависимость, которую мы наблюдаем на графике рисунка 3 можно отметить как вполне положительную.

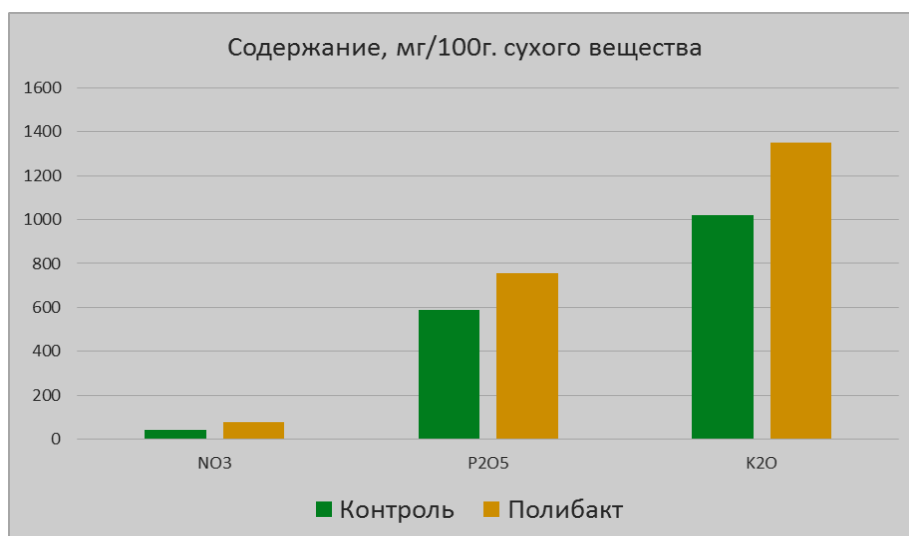


Рисунок 4 – Среднее содержание минерального азота и подвижных фосфора и калия в ферментируемом субстрате

Процессы нитрификации в субстратах с использованием «Полибакта» происходят более активно, о чем можно судить по более высокому содержанию нитратного азота в нем. Также, наблюдаются существенные различия в содержании подвижных форм фосфора и калия.

В содержании валовых форм азота, фосфора и калия прослеживается тенденция на увеличение этих показателей в динамике процесса компостирования, что связано

с концентрированием элементов питания при гумификации ферментируемого материала, с одной стороны, и его минерализацией, с другой, что происходит параллельно (таблица 1).

Таблица – 1 Содержание валовых форм элементов питания по срокам ферментации субстратов

Срок отбора проб	вариант опыта	Содержание, % на сухое вещество		
		$K_2O$	$P_2O_5$	$N$
19.04.2016	Контроль	1,08	1,36	1,80
	Полибакт	1,04	1,87	2,16
27.04.2016	Контроль 2	0,85	1,51	1,94
	Полибакт 2	0,99	1,83	2,40

В вариантах с использованием препарата «Полибакт» указанные различия прослеживаются более рельефно в сравнении с контрольным вариантом, что косвенно свидетельствует о более активном протекании процесса ферментации с его участием.

Предварительно можно сделать вывод, что ферментирование с использованием специального ворошителя «*BACKHUS*» и биопрепарата «Полибакт» сокращает сроки компостирования и увеличивает содержание в готовом продукте микроорганизмов, валовых и подвижных форм азота, фосфора и калия.

### Список использованной литературы

- 1 Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2001-2004) / Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»; ред. И.М. Богдевич. – Минск, 2006. – 287 с.
- 2 Соколов, Г.А. Научные основы использования в сельском хозяйстве торфа, сапропеля и продуктов их переработки / Г.А. Соколов, О.Г. Красноберская, И.В. Симанина, Н.С. Гаврильчик // Природопользование. – 2012. – № 22. – С. 67–82.
- 3 Bidlingmaier W (ed.), Biologische Abfallverwertung. Stuttgart 2000: Ulmer.
- 4 Insam H, Riddech N, Klammer S (eds.), Microbiology of Composting. Berlin / Heidelberg, 2002: Springer.
- 5 Козловская, И.П. Почвоведение с основами геоботаники / И.П. Козловская. – Мн.: Ураджай, 2000. – 190 с.
- 6 Шлегель, Г.Г. Общая микробиология / Г.Г. Шлегель. – М.: Мир, 1987. – 566 с.

*D.V. FEOFANOV*

### **ENVIRONMENTAL USE OF SUCH SECONDARY RAW MATERIALS AND GENERATING NEW ORGANIC SOIL CONDITIONERS**

*Warehousing and burial of organic waste near big cities and large agricultural complexes, as a rule, leads to environmental pollution and other adverse effects. For ensuring safe waste disposal it is necessary to reduce their polluting potential, and one of several ways of processing of waste is composting. Composting is rather widespread process. And as a result of this process the stable product – compost which, depending on quality (one of the main components of quality of compost the initial structure of waste is) can be used as offermentirovanny manure and as a pochvouluchshitel turns out.*

Д.И. ЦВИРКО, Е.А. КУХАРИК

## ПУТИ И ИСТОЧНИКИ ПОСТУПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕКИ И ОЗЕРА ПОЛЕСЬЯ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ

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

*Проведен анализ источников и путей поступления тяжелых металлов в реки и озера Полесья и Центральной Беларуси. Показана роль хозяйственной деятельности и трансграничного переноса в поступлении тяжелых металлов в водные объекты исследуемого региона.*

Одной из актуальных экологических проблем на сегодняшний день является загрязнение тяжелыми металлами водных объектов. Водная среда характеризуется динамичностью, неустойчивостью концентрации и состава химических элементов во времени, что значительно снижает информативность и индикаторную роль в мониторинговых исследованиях. Сравнительный анализ полученных результатов натурных исследований на объектах мониторинга позволил выделить перечень наиболее часто встречающихся тяжелых металлов: *Ni, V, Mn, Cr, Pb, Cu, Zn, Ti* [1]. Эта группа тяжелых металлов может рассматриваться с точки зрения геоэкологического анализа как приоритетная. Повышенное содержание данных элементов в воде, донных отложениях и биоте приводит к снижению продуктивности водных экосистем и к потенциальной опасности для человека [2].

Начиная со второй половины XX в. интенсивная антропогенная деятельность приводит к изменению количественных и качественных характеристик водных ресурсов. Это выражается в загрязнении воды, донных отложений и гидробионтов озер солями тяжелых металлов, поступающих с пылегазовыми выбросами промышленных предприятий, и всеми видами стока; в увеличении сброса неочищенных и недостаточно очищенных вод от локальных промышленных источников загрязнения [2].

Источники поступления тяжелых металлов делятся на природные (выветривание горных пород и минералов, эрозионные процессы, вулканическая деятельность) и техногенные (добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, сельское хозяйство) [3].

В большинстве своем поступление тяжелых металлов в окружающую среду обусловлено деятельностью человека (рисунок 1). Их основные источники – промышленное производство, автотранспорт, котельные, мусоросжигающие установки и сельское хозяйство. К отраслям промышленности, загрязняющим окружающую среду тяжелыми металлами, относятся черная и цветная металлургия, теплоэнергетика, сжигание нефти и продуктов ее переработки, химическая промышленность, добыча твердого и жидкого топлива, горнодобывающая промышленность, стекольное, керамическое, электротехническое производство и др. Транспорт является источником более половины всех выбросов в атмосферу. Котельные, работающие на твердом и жидком топливе, загрязняют окружающую среду не только тяжелыми металлами, но и различными оксидами. Сжигание мусора сопровождается поступлением в биосферу целого ряда тяжелых металлов: кадмия, ртути, свинца, хрома и др. [4].



Важным источником загрязнения тяжелыми металлами водных экосистем являются *сточные воды*. Наибольшее количество сточных вод образуется в результате деятельности предприятий нефтеперерабатывающей, металлургической, химической и целлюлозно-бумажной отраслей [5]. Наибольшее количество отведенных сточных вод в 2015 г. было характерно для гг. Минск (162 млн. м<sup>3</sup>), Гомель (46 млн. м<sup>3</sup>), Гродно (43 млн. м<sup>3</sup>), Могилев (43 млн. м<sup>3</sup>), Брест (27 млн. м<sup>3</sup>) и Бобруйск (19 млн. м<sup>3</sup>). Химическое производство в 2015 г. отвело 47 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов – 29 млн. м<sup>3</sup>; горнодобывающая промышленность – 23 млн. м<sup>3</sup>. При этом в водные объекты Беларуси в 2015 г. было отведено 0,9 % недостаточно очищенных сточных вод от общего объема стоков, подлежащих очистке. Со сточными водами в водные объекты в 2015 г. в Беларуси поступило 10 т меди, хрома и никеля, в 2012 г. – 15 т, в 2010 г. – 14 т [6].

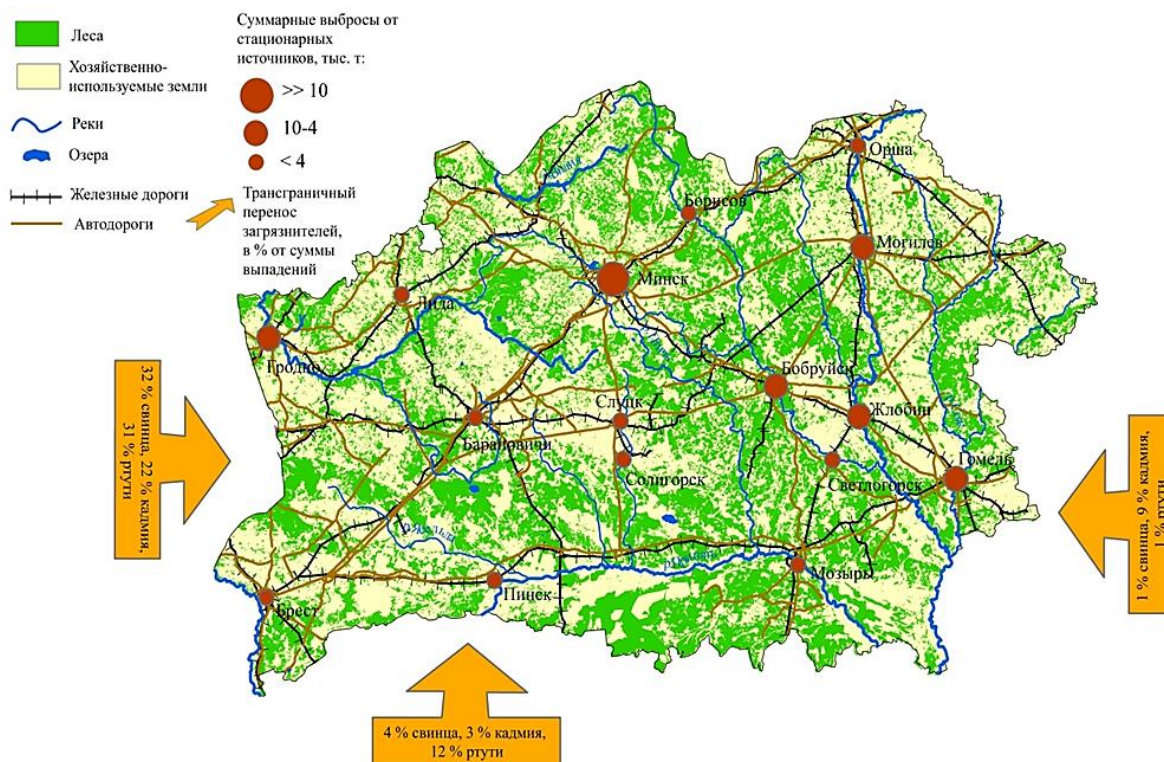


Рисунок 1 – Поступление тяжелых металлов в окружающую среду Полесья и Центральной Беларуси [8]

Значительно большее количество тяжелых металлов поступает в окружающую среду в результате *выбросов в атмосферу*. Наибольшее количество выбросов тяжелых металлов, среди отраслей промышленности, фиксируется в теплоэнергетике, химической промышленности, а также при сжигании нефти и продуктов ее переработки [5].

Так, в поверхностных донных отложениях озер, находящихся в зоне влияния выбросов Лукомльской ГРЭС, отмечено высокое содержание *V* и *Ni*, которое в 1,7–2 раза превышает фоновое значение для донных осадков в данном педогеохимическом районе, что свидетельствует об их антропогенном загрязнении [7]. Причиной загрязнения озер служат пылегазовые выбросы ГРЭС с высоким содержанием ванадия и никеля, образующиеся при сгорании мазута, который являлся основным видом топлива станции до перевода на природный газ [5].

Максимальное загрязнение большинством химических элементов, в том числе тяжелыми металлами, в ходе выбросов в атмосферу промышленными предприятиями, распространяется в радиусе 2 км от источника загрязнения. Загрязнение в 2–3 раза выше (до 10 км) для направлений, совпадающих с преобладающими ветрами, по сравнению

с другими направлениями [5]. Поступление примесей из атмосферы происходит в основном двумя путями: в результате взаимодействия примесей с подстилающей поверхностью (сухое осаждение) и вымыванием их атмосферными осадками [5].

В структуре выбросов загрязняющих веществ, передвижные источники выбрасывают в атмосферу значительно больше веществ, чем стационарные, однако по выбросам тяжелых металлов стационарные источники превосходят мобильные. В 2015 г. в разрезе областей наибольшее количество выбросов мобильными источниками было характерно для Минской области (179,7 тыс. т загрязняющих веществ), г. Минск (126,1 тыс. т) и Брестской области (116,3 тыс. т).

Суммарные выбросы от стационарных источников в 2015 г. в Беларуси составили: производство кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов – 90,4 тыс. т, химическое производство – 14,4 тыс. т, металлургическое производство и производство готовых металлических изделий – 10,4 тыс. т, производство машин и оборудования – 9,1 тыс. т, добыча топливно-энергетических полезных ископаемых – 4,6 тыс. т, охота, сельское и лесное хозяйство – 154,7 тыс. т. От стационарных источников, в исследуемом регионе, наибольшие валовые выбросы в 2015 г. отмечались в городах: Минск (20,3 тыс. т), Гродно (9,7), Жлобин (7,7), Гомель (7,1), Могилев (6,4), Бобруйск (4,3) [6].

Среди тяжелых металлов в Беларуси наиболее существенны объемы выбросов цинка – 83,52 т. При этом 78 % его выбросов пришлось на такую категорию источников, как производство чугуна и стали. Вторым по значимости источником цинка явилось стационарное сжигание топлива в промышленности – 10,96 т, из которых 6,3 % было обусловлено сжиганием топлива при производстве неметаллических минеральных продуктов, 6,8 % – сжиганием топлива в черной металлургии. Около 2,7 % выбросов цинка дала химическая промышленность. Вклад остальных категорий источников в общий объем выбросов в сумме дал 6,2 %.

Вторым по объему выбросов после цинка является никель – 39,50 т, из которых 46,2 % (18,25 т) поступило в атмосферу в результате обращения с нефтепродуктами, 41,2 % (16,35 т) – при стационарном сжигании топлива в промышленности при производстве неметаллических минеральных продуктов. Вклад каждой из остальных категорий источников в общий объем выбросов никеля не превышал 5 %.

Выбросы свинца составили 38,60 т. Наиболее существенный вклад в выбросы данного металла внесли стационарное сжигание топлива в промышленности при производстве неметаллических минеральных продуктов – 58,3 % (22,49 т) и производство чугуна и стали – 35,8 % (13,82 т). Основной вклад в выбросы меди в 2013 г. внесло производство чугуна и стали – 3,48 т или 51,3 % из общего объема выбросов в 6,79 т. Второй по значимости категорией стали передвижные источники, которые обеспечили 17,2 % суммарных выбросов данного ингредиента (1,17 т). Выбросы меди в каждой из остальных категорий источников не превышали 1 т. Производство чугуна и стали явилось основным источником поступления в атмосферу хрома (1,24 т или 38,4 % из общего объема выбросов в 3,23 т) [8].

Источником загрязнения тяжелыми металлами водоемов и водотоков является также *сельскохозяйственное производство*. Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий [9]. Это связано с содержанием в сырье, используемом для производства минеральных удобрений, стронция, урана, цинка, свинца, ванадия, кадмия, лантаноидов и других химических элементов. Их полное извлечение либо не предусматривается вообще, или осложняется технологическими факторами [10]. При внесении минеральных удобрений в дозе 109 кг/га *НПК* в почву поступает примерно 7,87 г меди, 10,25 – цинка, 0,21 – кадмия, 3,36 – свинца, 4,22 – никеля, 4,77 – хрома [10]. Наибольшие площади земель, при обработке которых применялись минеральные удобрения, расположены в Брестской (89,6 %) и Минской (89 %) областях. При этом среднее значение удобрений земель за период 2010–2015 гг. по всем областям выше 80 %.



Мощным фактором формирования качества поверхностных вод агроландшафта является *промышленное животноводство*. По силе воздействия на окружающую среду промышленное животноводство сопоставимо с крупными городами. Так, поступление стоков животноводческого комплекса в оз. Мено по р. Крошенка привело к резкому увеличению содержания в донных отложениях *Cu, Mn, Ti, Zn, Co, V, Pb* по отношению к нижележащим слоям. Максимальные концентрации отмечены в донных осадках верхнего (3 см) слоя для содержания *Cu* (160 мг/кг), *Mn* (1147 мг/кг), *Co* (17 мг/кг) [11].

Поступление химических веществ из рассеянных источников – пахотных земель – происходит с поверхностным и грунтовым стоком в растворенном и взвешенном виде и зависит от площади сельскохозяйственных угодий, гидрологических условий водосбора, поголовья животных, развития процессов водной эрозии почв и т. д. [5].

Важным объектом поступления тяжелых металлов в водоемы и водотоки являются *городские территории*. Так, на примере р. Сож установлено, что донные отложения на участке реки, распложенном ниже г. Гомель по течению, загрязнены тяжелыми металлами в большей степени в сравнении с участком выше города по течению реки, что связано с влиянием поверхностного стока г. Гомель на экосистему р. Сож [12]. Основными источниками загрязнения поверхностного стока городских территорий являются пыль и аэрозоли, промышленные выбросы и частицы несгоревшего топлива, продукты разрушения дорожных покрытий и эрозии почв, строительный мусор [5].

Влияние *автодорог* как источника антропогенного вмешательства в природно-территориальный комплекс проявляется в длительном воздействии невысоких в целом концентраций элементов, образующихся при сгорании топлива или эксплуатации автомобиля, которые оседают по краям дорожного полотна, аккумулируются на поверхности и мигрируют по почвенному профилю. На территориях, прилегающих к автомобильным дорогам, особую опасность представляет загрязнение тяжелыми металлами в результате эмиссии автотранспорта и износа дорожного полотна. Одним из наиболее сильных загрязнителей окружающей среды, связанных с выбросами автотранспорта, является свинец и его соединения [13].

*Железнодорожная сеть* является крупной экогеохимической аномалией [14]. Загрязнение тяжелыми металлами, поступающими в процессе эксплуатации железных дорог, имеет разные источники: разлив или рассыпание при авариях и транспортировке; продукты сгорания топлива тепловозов; применение ядохимикатов для борьбы с растениями [15]. Также поллютанты поступают в прижелезнодорожные территории при истирании ходовой части, рельсов и рельсовых переводов [14].

*Мелиоративная деятельность* оказывает воздействие на водоемы путем привнесения растворенных и взвешенных веществ, в том числе тяжелых металлов, с осушаемых земель в объекты водоприемники.

Значительным источником загрязнения водных систем является *трансграничный перенос загрязняющих веществ*. Техногенные выбросы, поступающие в природную среду в виде аэрозолей, могут переноситься на значительные расстояния и вызывать глобальное (трансграничный перенос воздушных масс) и региональное (локальное) загрязнение тяжелыми металлами. В поступлении на территорию Беларуси тяжелых металлов в результате трансграничного переноса основной вклад принадлежит источникам следующих стран, от общей суммы выпавших соответствующих металлов на территории Беларуси: Польше (32 % свинца, 22 % кадмия, 31 % ртути), Украине (4 % свинца, 3 % кадмия, 12 % ртути), России (9 % кадмия, 1 % свинца и ртути), Германии (2 % свинца, 2 % кадмия, 5 % ртути), Румынии (1% свинца, 2% кадмия и ртути) [8]. Однако основной вклад в выпадение тяжелых металлов принадлежит источникам на территории Беларуси (около 60 % свинца, 62 % кадмия и 49 % ртути).

Соответственно, основными источниками поступления тяжелых металлов в окружающую среду Полесья и Центральной Беларуси являются: металлургия, сжигание топлива (угля, нефти, бензина, древесины), сжигание отходов, химическое производство

(в т. ч. производство удобрений), добыча и переработка нефти, машиностроение и металлообработка, мобильные источники, сельское хозяйство, авто- и железные дороги, городские территории и трансграничный перенос загрязнителей. При этом выбросы тяжелых металлов преобладают над сбросами. Также стационарные источники выбрасывают больше тяжелых металлов в атмосферу в сравнении с передвижными источниками загрязнения атмосферы.

### Список использованной литературы

1 Власов, Б.П. Содержание тяжелых металлов в водных растениях водоемов и водотоков Беларуси по данным мониторинга / Б.П. Власов, Н.Д. Грищенко // Вестник БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2011. – № 3. – С. 117–121.

2 Выявление закономерностей и взаимосвязей накопления тяжелых металлов в донных отложениях и высшей водной растительности рек и озер Беларуси : отчет о НИР (промежуточный) / БГУ; науч. рук. Власов, Б.П. – Минск, 2016 – № ГР 20162806.

3 Анциферова, И.В. Источники поступления наночастиц в окружающую среду / И.В. Анциферова // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – Т. 14, № 2. – С. 54–66.

4 Теплая, Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) / Г.А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 1(23). – С. 182–192.

5 Власов, Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: геоэкологическое состояние, изменения и прогноз / Б.П. Власов. – Минск : БГУ, 2004. – 207 с.

6 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь : статистический сборник / редкол.: И. В. Медведева (пред.) и др.]. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2016. – 248 с.

7 Курзо, Б.В. Характеристика фонового накопления некоторых микроэлементов в сапропелях озер Белоруссии / Б.В. Курзо, О.М. Гордобуцкая, Т.К. Будай // Геохимия. – 2000. – № 9. – С. 1018–1024.

8 Состояние природной среды Беларуси : экологический бюллетень / под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Минсктиппроект, 2015. – 395 с.

9 Пимнева, Л.А. Очистка сточных вод от токсичных тяжелых металлов / Л.А. Пимнева // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 2. – С. 99–101.

10 Безуглов, В.Г. Минеральные удобрения и свойства почвы / В.Г. Безуглов, Г.Д. Гогмачадзе // ВНИИ «АгроЭкоИнформ». – 2009. – № 2. – С. 50–61.

11 Жуховицкая, А.Л. Озерный седиментогенез в голоцене Беларуси. Геохимические и биологические аспекты / А.Л. Жуховицкая, Б.П. Власов, Б.В. Курзо, В.А. Кузнецов. – Минск, 1998. – 277 с.

12 Макаренко, Т.В. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях и воде водоемов и водотоков г. Гомеля / Т.В. Макаренко, Н.М. Силивончик // Экологический вестник. – 2016. – № 1(35). – С. 111–117.

13 Рудь, А.В. Загрязнение тяжелыми металлами почв и растительности придорожных полос автодорог Минской области / А.В. Рудь // Вестник БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2007. – № 1. – С. 111–115.

14 Казанцев, И.В. Железнодорожный транспорт как источник загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами / И.В. Казанцев // Самарский научный вестник. – 2014. – № 2 (7). – С. 41–43.

15 Казанцев, И.В. Влияние подвижного состава на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода железных дорог / И.В. Казанцев, Ю.П. Зарубин, П.П. Пурьгин // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. – 2007. – № 2(52). – С. 172–179.

D.I. TSVIRKO, Ya.A. KUKHARYK

**THE SOURCES OF HEAVY METALS POLLUTION OF LAKES  
AND RIVERS IN POLESIE AND CENTRAL BELARUS**

*Analysis of sources of heavy metals pollution of rivers and lakes of Polesie and Central Belarus was made. The role of economic activity and transboundary transfer of pollutants are presented.*

УДК 66.021+66.048.3

Е.Ю. ЧЕРНЫШ

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИИ НАКОПЛЕНИЯ  
И СКЛАДИРОВАНИЯ ФОСФОГИПСА**

Є.Ю. ЧЕРНИШ

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ  
ВІД МІСЦЬ НАКОПИЧЕННЯ ТА СКЛАДУВАННЯ ФОСФОГІПСУ**

*Сумський державний університет, м. Суми, Україна,  
e.chernish@ssu.edu.ua*

*В статье исследованы факторы влияния на процесс миграции тяжелых металлов с фосфогипсовых отвалов. Был разработан методологический подход, в основу которого положен синергетический эффект совместного влияния различных факторов действия в системе «природные компоненты – массив отвала». Разработанная модель биохимических трансформаций в экосистеме тяжелых металлов, что происходит на пересечении процессов растворения и иммобилизации.*

Фізичні процеси є первинними детермінантами міграції і поведінки важких металів в екосистемі при складуванні і накопиченні у відвалах відходів хімічної промисловості. Ерозія, вилуговування, вертикальна і горизонтальна міграція, акумуляція в рослинах і випаровування з виділенням летких сполук є основними потенційними шляхами виносу компонентів з масиву відвалу в навколишнє середовище. При цьому важкі метали не схильні до хімічної деградації, що має вирішальне значення при розкладанні органічних сполук. Однак біохімічні умови в ґрунті є важливими вторинними детермінантами перенесення важких металів в екосистемі. Важливість взаємодії металів і твердих фаз ґрунтового комплексу, ґрунтової води і повітря всередині і над ґрунтом залежить від ряду хімічних факторів. Абсорбція металів з ґрунтової води в частинки ґрунту є найбільш важливою хімічною детермінантою, яка обмежує мобільність металів в ґрунтах.

Існує чотири загальних класу цих взаємодій: питома адсорбція, спільне осадження, катіонний обмін і органічне комплексообразование. Питома адсорбція включає частково ковалентні зв'язки важкого металу з іонами в решітці на поверхнях частинок ґрунту. Співосадження включає утворення нерозчинних у воді осадів з іонів металів (катіонів) і аніонів, таких як карбонат, сульфід або фосфат. Катіонний обмін є неспецифічною взаємодією металів з негативними поверхневими зарядами на ґрунтових мінералах, таких як глина. Нарешті, ґрунтову органічну речовину (наприклад, гумус) адсорбує метали шляхом утворення хелатних комплексів, причому карбоксильні групи грають

переважну роль в цьому процесі. З огляду на хімічну основу для кожного з чотирьох загальних класів поглинання металів, зрозуміло, що тип ґрунту є фундаментальним визначальним чинником перенесення важких металів і їх акумуляції. При цьому біотична складова (мікробний біом ґрунту) відіграє важливу роль в процесах мінералізації та гуміфікації, що має безпосередній вплив на процеси акумуляції та міграції важких металів та переведення їх з однієї фракції в іншу.

Для Сумської області (Україна) із усіх видів хімічних відходів за рахунок багатонажності найгостріше стоїть питання зберігання та утилізації фосфогіпсу, який утворювався на ПАТ «Сумхімпром» у кількості близько 100 тис. тон щорічно. При цьому на території Сумської області розміщено два відвали фосфогіпсів. Один вже вийшов із експлуатації і містить фосфогіпси із апатитового концентрату, другий – функціонуючий і має в своєму масиві фосфогіпси, що сформовані з різної сировини, зокрема із фосфоритів різного походження. З існуючих відвалів найбільший екодеструктивний вплив здійснює діючий фосфогіпсовий відвал, що був організований на місці природного яру Глибокий Яр глибиною близько 40 м (рисунок 1).



Рисунок 1 – Рекультивовані тераси відвалу фосфогіпсу (західна частина відвалу)

Складений у відвали фосфогіпс містить певну кількість зв'язаної й вільної води. Частина вільної води в процесі гідратації складованого фосфогіпсу йде на хіміко-мінералогічну трансформацію напівгідратів у дигідрати. Частково волога разом з атмосферними опадами, які інфільтруються в нижні шари тіла фосфогіпсу, утворює техногенний водоносний горизонт. При взаємодії з водою фосфогіпси змінюють свій стан і властивості, що впливає на процес акумуляції й міграції сполук, як у самому відвалі, так і в компоненти природного середовища. У водонасичених масивах у міру зростання ущільнюючого навантаження при накопиченні свіжесформованого масиву фосфогіпсу відбувається тривалий процес ущільнення й деформації зі структурним перерозподілом матеріалу, його руйнування й утворення нових структурних зв'язків. Ці фізико-хімічні процеси важливі при організації подальшої переробки фосфогіпсу і розробці відповідних технологічних рішень для зниження рівня техногенного навантаження на навколишнього середовища (НС) від відвалів.

Для визначення основних факторів впливу відвалів фосфогіпсу на стан природних компонентів довкілля було розроблено методологічний підхід, в основу якого покладено синергічний ефект сумісного впливу різних факторів дії НС на масив відвалів. Складові оболонки Землі – атмосфери, літосфери та гідросфери, при взаємодії в рамках природних процесів біохімічного кругообігу речовин створюють умови для вертикальної та горизонтальної міграції компонентів фосфогіпсових відвалів та їх асиміляції у довкіллі. При цьому спостерігаються екосистемні зміни та деградація природньо-антропогенних ландшафтів поблизу відвалів, що пов'язано із процесами, зображеними на рисунку 2.

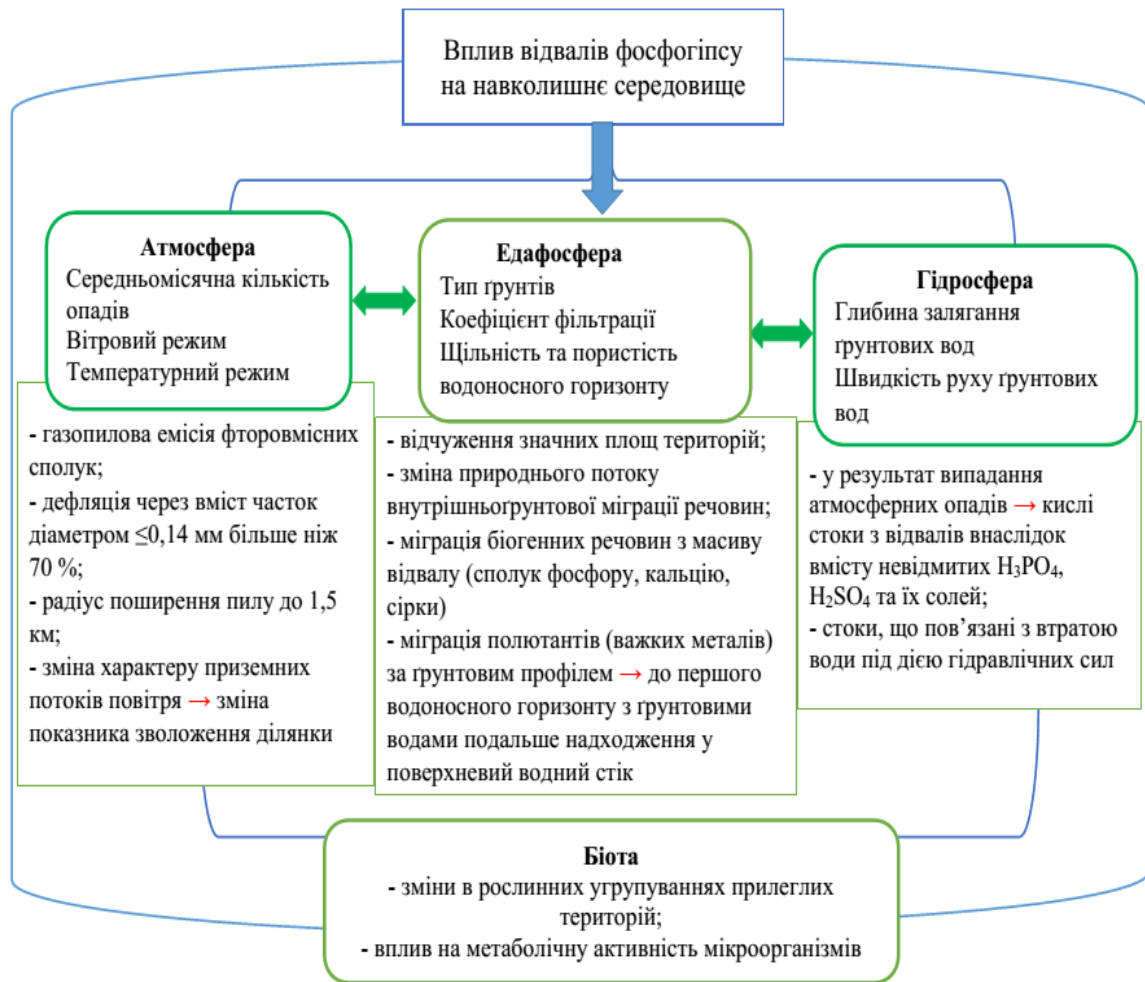


Рисунок 2 – Модель впливу відвалів фосфогіпсу на навколишнє середовище

Так, при заданих критичних умовах, що детерміновані умовами біфуркації [1], відбуваються незначні зміни параметрів стану екосистеми, що призводить до якісної зміни поведінки всієї екосистеми.

Елементарні біфуркації в екосистемі можна описати таким чином:

$$\frac{dx}{dt} = F(x, \mu),$$

где  $x = (x_1, \dots, x_n)^T$  – фазові змінні (концентрація політантів у природних компонентах екосистеми);

$\mu = (\mu_1, \dots, \mu_m)^T$  – параметри (фактори взаємодії НС з фосфогіпсовим відвалом);

$x_0(\mu)$  – стаціонарне рішення:

$$F(x_0(\mu), \mu) = 0$$

«Грубий» випадок:

$$\rho(\mu) = \frac{\partial F}{\partial x} \Big|_{x=x_0(\mu)} \neq 0.$$

При цьому  $\rho$  набуває одне із двох значень, що характеризують стійкість екосистеми при зовнішньому впливі:  $\rho < 0$  – стійкий стан системи та  $\rho > 0$  – нестійкий стан системи.

Стійкість екосистеми є базовою характеристикою її асиміляційного потенціалу і певним чином пов'язана у визначеннях із ним. Так, асиміляційні потенціал є здатністю навколишнього природного середовища (атмосфери, водних джерел, ґрунту) сприймати різні антропогенні чинники (у тому числі дію поллютантів) в певних масштабах без зміни своїх основних властивостей в певній досить тривалій перспективі. Нестійкий стан екосистеми характеризується зниженням власне асиміляційного потенціалу до критичного значення, що може спричинити екологічну катастрофу. Визначити стійкість або стабільність екосистеми можливо, якщо заданими є [2]: зміни, що описують систему й простір її станів; області цього простору та зміни стану, у межах якого ці зміни (або збурення) є несуттєвими; інтервал часу, для якого досліджується стійкість системи; зовнішній фактор або група зовнішніх факторів, відносно до яких аналізується стійкість. При впливі на НС відвалів фосфогіпсу спостерігається зниження рівня стійкості екосистеми, що пов'язано із зниженням ефективності асиміляції речовин, що надходять у компоненти екосистеми з масиву відвалів. Їх акумуляція та трансформація в екосистемі відбувається на перетині двох процесів розчинення та іммобілізації. Розглянемо ці процеси з точки зору біохімічних перетворень важких металів (рисунок 3).

У ряді робіт показано, що сидерофори бактерій роду *Pseudomonas* здатні утворювати комплекси з іонами одно- ( $Hg^+$ ,  $Cu^+$ ,  $Cs^+$ ), дво- ( $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ), трьох- ( $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ) та шестивалентних ( $Mo^{6+}$ ,  $W^{6+}$ ) металів. Отже, існує можливість їх використання не тільки у агробіотехнологічному комплексі [3, 4], а й в технологіях захисту НС для очищення компонентів екосистеми.

Іншим важливим напрямком іммобілізації важких металів у нерозчинні комплекси є їх со-осадження з метаболітами мікроорганізмів (зокрема сульфатредукторів) у складній нерозчинній фракції, що досліджувалось на лабораторній базі Сумського державного університету [5, 6].



Рисунок 3 – Формалізація процесів та напрямків трансформації важких металів у навколишньому середовищі

Використання природних механізмів фіксації важких металів та їх біохімічного вилучення із циклів кругообігу речовин дозволить знизити рівень техногенне навантаження від місць складування та накопичення фосфогіпсу, забезпечить якісно новий рівень екологічної безпеки в регіоні внаслідок підвищення стійкості екосистеми.

### Список літератури

- 1 Добронравова, И.С. Синергетика: становление нелинейного мышления / И. С. Добронравова. – К. : Лыбидь, 1990. – 152 с.
- 2 Івахно, А.Ю. Екологічна місткість території як фактор економічної безпеки / А. Ю. Івахно // Економічні науки/12 економіка сільського господарства. – Режим доступу: [http://www.rusnauka.com/14\\_ENXXI\\_2009/Economics/44501.doc.htm](http://www.rusnauka.com/14_ENXXI_2009/Economics/44501.doc.htm)
- 3 *Siderophores in environmental research: roles and applications* / Ahmed E., Holmstrom S. J. M. // *Microbial Biotechnology*. – 2014. – V. 7. – P. 196–208.
- 4 Продукція сидерофорів бактеріями роду *Pseudomonas* / М.Ю. Русакова, Б.М. Галкін, Т.О. Філіпова, В.В. Івах, О.О. Тітлянов // *Мікробіологія та біотехнологія*. – 2014. – № 4. – С. 88–95.
- 5 Фосфогипсовые отходы в технологиях защиты окружающей среды / Л.Д. Пляцук, Е.Ю. Черныш, Е.Н. Яхненко // *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. – 2015. – Випуск 3(92). – С. 157–164.
- 6 Самозаростання відвалів фосфогіпсу як показник рівня техногенного навантаження на довкілля / О.М. Яхненко, Є.Ю. Черниш, Л.Д. Пляцук, І.О. Трунова // *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. – 2016. – №1 (13). – С. 110–119.

YE.YU. CHERNYSH

#### **METHODOLOGICAL BASIS OF ESTIMATION OF TECHNOGENIC LOADING FROM PLACES OF PHOSPHOGYPSUM ACCUMULATION AND DEPOSITION**

*The paper was focused on investigation of factors influencing the process of heavy metals migration from phosphogypsum dumps. A methodological approach was developed, based on the synergistic effect of the combined of various factors in the system of "natural components – an array of dumps". The model of biochemical transformations in the ecosystem of heavy metals, which takes place at the intersection of processes of dissolution and immobilization, was developed.*

УДК 504.574.616

В.Ю. ЧЕРНОМОРЕЦ, И.Ю. ЯРОШЕНКО

#### **КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗАВИСИМОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНАХ СТАРОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ**

*Уманский национальный университет садоводства,  
г. Умань, Украина.  
viktoriayurivna@gmail.com, ira-yaroshenko@ukr.net*

*В статье проанализированы условия возникновения и сущность заболеваемости населения в результате сельскохозяйственной деятельности. Прослежено ее влияние на формирование и развитие экологически зависимых болезней человека и общие условия для создания конструктивно-географических подходов к их анализу.*

В Украине сложилась угрожающая экологическая ситуация, которая очень часто является причиной роста заболеваемости населения. Анализ заболеваемости свидетельствует о том, что возникновение отдельных патологий зависит от места проживания и состояния среды.

Выделяются специфические состояния человека, сформировавшиеся под влиянием комплекса неблагоприятных факторов среды, которые называются антропоэкологические напряжения и предшествуют развитию патологии [5]. Считается, что на основе стресса развиваются около 10 000 заболеваний и более 100 000 болезненных симптомов [4]. Стресс ускоряет процесс старения организма.

Например, «отклик организма» на уровень атмосферного и почвенного загрязнения среды в порядке убывания образует ряд:

- 1) иммунологическая реактивность;
- 2) острые заболевания органов дыхания аллергического характера;
- 3) отклонение от нормы функциональных и физиологических показателей – нарушение гармонического физического развития, анемия, снижение вентиляционной функции легких и т. д.;
- 4) число хронических заболеваний;
- 5) увеличение частоты врожденных аномалий, новообразований, болезней крови, системы кровообращения, реагирующих на качество среды обитания [1].

Исследованиями установлено, что наиболее чувствительными к воздействиям факторов среды является кроветворная, сердечнососудистая, дыхательная, центральная нервная и мочеполовая системы.

В современном обществе с высокой степенью химизации сельского хозяйства и антропогенной трансформации среды проблема здоровья людей рассматривается как важный компонент качества жизни. При изучении взаимосвязи здоровья населения с факторами окружающей среды естественным образом возникает вопрос об экологически обусловленных заболеваниях. Под такими патологиями понимается наблюдаемая среди населения конкретной территории заболеваемость, доказательно связанная с действием вредного фактора среды обитания и такая, которая оказывается характерными для действия этого причинного фактора симптомами и синдромами. Данная ситуация требует углубленного изучения причин возникновения и обоснование путей решения поставленной проблемы на основании конструктивно-географических исследований [2].

**Актуальность темы исследования.** Сохранение здоровья людей, снижение уровня заболеваемости, увеличение продолжительности жизни населения являются стратегическими социальными ориентирами государства, без достижения которых невозможно дальнейшее его развитие. Учитывая негативные социально-демографические тенденции, развитие процессов депопуляции населения многих регионов Украины, исследования состояния здоровья, в частности, особенностей заболеваемости в зависимости от различных негативных факторов, является приоритетной задачей многих наук.

Исследование заболеваемости, как правило, связано с обследованием значительных контингентов населения, неизбежно включает в объект исследования территории, на которых взаимодействуют различные компоненты географической среды – от природных до социальных, связанных с определенными пространственными закономерностями [1, 3].

Заболеваемость населения возникает на основе сложного взаимодействия человека с элементами окружающей среды, где происходит его жизнедеятельность. К середине XX века ученых интересовали вопросы влияния преимущественно природных компонентов окружающей среды, которые являются объектами исследования естественно-географических наук. С осознанием роли социально-техногенных факторов в формировании состояния окружающей среды в исследованиях заболеваемости населения акценты постепенно смещаются на влияние социальных и хозяйственных компонентов социогосистем и более приоритетными и эффективными становятся общественно-географические подходы и методология.



С чисто методологических позиций большой вклад в исследование экопатологии принадлежит В. И. Вернадскому. В частности, благодаря наработкам биогеохимической лаборатории, созданной В.И. Вернадским в 30-х годах XX века при Институте Геологии АН СССР была разработана одна из самых известных методик исследования заболеваемости по ландшафтно-геохимическими показателями, развитая в дальнейшем на географическом факультете МГУ А.И. Перельманом и М.А. Глазовской. Согласно ей загрязнение окружающей среды способствует распространению естественных очаговых инфекций, аллергических заболеваний и иммунодефицитных состояний особенно на территориях давнего сельскохозяйственного освоения [3, 4].

Наряду с естественно очаговыми болезнями можно говорить об относительно новом, и мало исследованом явлении – очаговости проявления экологической патологии человека. Выделяют эпицентр, где расположены основные источники постоянного загрязнения окружающей среды. Далее, вокруг эпицентра, располагаются несколько зон (как минимум, две). В следующих за эпицентром зонах вредное влияние является косвенным, более отсроченным и трансформированным. С учетом возникновения и распространенности в той или иной зоне очага экологического напряжения выделяется следующая классификация экологически зависимых заболеваний:

1) индикаторная экологическая патология – отражает высокую степень зависимости состояния здоровья от загрязнения окружающей среды (профессиональные болезни онкозаболевания, перинатальная смертность, врожденная патология, генетические дефекты, аллергические заболевания и реакции, токсикологические поражения);

2) экологически зависимая патология – отражает среднюю степень зависимости от загрязнения окружающей среды (вторичные иммунодефициты, хронический бронхит и пневмонии у детей, хронические паренхиматозные поражения печени и желчевыводящих путей);

3) экологически обусловленная патология – отражает умеренную зависимость от состояния окружающей среды (спонтанные выкидыши, патология беременности, хронический бронхит и пневмонии у взрослых, увеличение донозологических показателей степени риска ведущих общих заболеваний) [4, 5].

К сожалению, химизация сельского хозяйства является «палкой о двух концах» – с одной стороны она способствует увеличению урожайности и снижению стоимости сельскохозяйственной продукции, а с другой способствует экологическому загрязнению окружающей среды и несет в себе изменения в санитарно-бытовой жизни населения, в том числе она отражается и на здоровье работников сельского хозяйства Украины. Однако этот аспект процесса химизации ранее замалчивался, или же раскрывался довольно поверхностно.

За последние годы значительно изменился ассортимент и формы применения пестицидов, используемых в сельском хозяйстве, во многих районах сохраняется риск их негативного влияния на здоровье населения. Это связано с большим количеством накопленных в сельхозпредприятиях непригодных и запрещенных к использованию ядохимикатов, и минеральных удобрений [3, 6].

Современное развитие географической науки характеризуется повышенным вниманием к получению непосредственных практических результатов в условиях изменений общей парадигмы хозяйственной деятельности.

Из этого вытекает интерес к активизации исследований в таком направлении, как конструктивно-географический [7].

С начала одним из приоритетных направлений конструктивно-географических исследований было определено различные методы районирования. При этом районирования рассматривался не только как метод и способ изучения окружающей среды, но и как метод целенаправленного воздействия на эту среду, а также преобразований в нем, что определялось термином «конструирования» [8].

Назначение конструктивной географии заключается в согласовании и обобщении данных, полученных исследователями, в разработке предложений, постановке цели, определении задач и приоритетов исследований.

Конструктивно-географический подход, имея комплексный характер, ориентирует не только на ведение общих направлений исследований, но и на работу на конкретных территориях с использованием спектра средств исследований. Сочетание всех этих методов дает положительные результаты [7, 8].

Исследование внутренне региональных особенностей заболеваемости населения требует четкого понимания фундаментальных концептуальных положений, определяющих пространственные различия заболеваемости. К таким концептуальным положениям относятся: классификация болезней (по различным признакам), методологические особенности географии заболеваемости (в частности, задачи и предметная область медицинской, общественной, конструктивной географии), практическая направленность географических исследований заболеваемости и т.д. [9].

Наиболее распространенная сегодня эколого-географическая концепция сочетает два научных подхода – географический (конструктивно-географический) и антропо-экологический. Вследствие синтеза этих подходов углублено новое направление конструктивной географии – медико-экологическая география, которая имеет свой предмет исследования (медико-экологический потенциал геосистемы человек – природная среда) [10].

Широкое развитие медицинской картографии, а также применение конструктивно-географических подходов, в частности компьютерного моделирования на основе анализа банков медико-географических данных, позволили значительно расширить представление о роли факторов среды в распространении известных, а также ставших массовыми, неинфекционных заболеваний – онкологических, сердечнососудистых и некоторых специфических патологий, например микроэлементозы, связанных с дисбалансом микроэлементов в окружающей среде. Учитывая именно эти новые подходы, в процессе исследования необходимо сформулировать представления об экологически зависимых заболеваниях и явлении синергизма, которое их сопровождает. Так, «накладываясь» на традиционные, экологически обусловленные болезни производят дополнительный синергический эффект [5, 9].

В связи с изложенным выше, используются и другие подходы к районированию заболеваемости населения, отличие которых от традиционных конструктивно-географических подходов обусловлено:

- охватом территории, на которой проводится районирование, а, следовательно, размером первичных пространственных единиц для такого районирования и, соответственно, масштабом выходных картографических материалов для его проведения;
- особенностью распространения экологически зависимых болезней, или тех, которые являются следствием вредного антропогенного воздействия на окружающую среду и очаги, возникновения которых позиционируются в географическом пространстве в соответствии с известными закономерностями «заполнения» этого пространства от центра к периферии [11].

Вышесказанное дает основания для определенной модификации понятия медико-географического района и позиционирования проблемы заболеваемости населения в более узком (по охвату территории) и одновременно более широком (по предметной области) контексте.

Итак, главными методологическими и методическими подходами в конструктивно-географических исследованиях к решению проблемы заболеваемости населения при этом могут быть:

- на территории сельскохозяйственных предприятий при анализе причин возникновения болезней нужно прежде всего учитывать большую интенсивность поступления

патогенных веществ, которые обычно «принимает» почва, как среда такого переноса, по сравнению с поступлением их через атмосферу или поверхностные воды [5];

– поллютанты, перенесенные почвами, способствуют возникновению экологически зависимых болезней быстрее и «эффективнее» чем другими средами;

– патогены эндогенной действия, которые осуществляют свое долговременное влияние через почву и водную среду влияют на заболеваемость постепенно и реализуются в соответствующих «индикаторных» болезнях, например, проявление, как производного последствия от накопления свинца и кадмия в почвах [12].

Итак, с осознанием разрушительного сельскохозяйственного воздействия в формировании состояния окружающей среды в исследованиях заболеваемости населения акценты постепенно смещаются на воздействие химических и хозяйственных компонентов геосистем и более приоритетными и эффективными становятся конструктивно-географические подходы и методология. В современном агропромышленном производстве с высокой степенью химизации и антропогенной трансформации среды проблема здоровья людей, как важный компонент качества жизни, требует более пристального внимания и со стороны конструктивной географии.

### Список использованной литературы

- 1 Адо, В.А. Экология и аллергия / В.А. Адо [и др.] – Воронеж : Изд. ВГУ, 2012. – 112 с.
- 2 Сосько, С.П. Суспільно-географічне дослідження захворюваності населення в старопромислових регіонах (на прикладі Кривбасу). / С.П. Сосько, Д.В. Шиян // Наукове видання. Вісник Донецького інституту соціальної освіти. Серія Географія. Т. VIII. 8/2012., 126 с. – Донецьк, ПВНЗ «Донецький інститут соціальної освіти». – С.89–93.
- 3 Геохимия окружающей среды. / Ю.Е. Свет, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
- 4 Горшков, В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни / В.Г. Горшков. – М. : ВИНТИ, 2005. – 470 с.
- 5 Энвйронментальная эпидемиология и медицинская география / под ред. МЯ. Студеникина, А.А. Ефимовой. – М.: Медицина, 2008. – 384 с.
- 6 Маймулов, В.Г. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях / В.Г. Маймулов, С.В. Нагорный, А.В. Шабров – СПб.: СПб ГМА им. И.И. Мечникова, 2000. – 342 с.
- 7 Олійник Я.Б., Степаненко А.М. Географічні основи взаємодії суспільства й природи: гуманітарно-географічний аспект. / Часопис соціально-економічної географії випуск 6(1). – Харків, ХНУ– 2009. – С. 6–20.
- 8 Герасимов, И.П. Конструктивная география: цели, методы, результаты / И.П. Герасимов // Изв. ВГО. – 2006. – Т. 98. – Вып. 5.
- 9 Шевченко, В.А. Медико-географическое картографирование территории Украины / В.А. Шевченко. – К., 1994. – 20 с.
- 10 Шиян, Д.В. Дослідження захворюваності населення старопромислового регіону за допомогою ГІС (на прикладі Кривбасу) / Д.В. Шиян // Географія та туризм: Наук. зб. / Ред .кол.: Я.Б. Олійник (відп. ред.) та ін. – К.: Альтерпрес, 2011. – Вип. 16. – 318 с. – С. 207–230.
- 11 Унифицированные методы сбора данных, анализа оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды (метод. рекомендации). / Г.Г. Ястребов, Р.С. Гильденскиольд, И.Л. Винокур и др. – М.: ГКСЭН РФ, 2006. – 35 с.
- 12 Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска / под ред. А.П. Щербо. – СПб.: СПбМАПО, 2002. – 376 с.

**CONSTRUCTIVE-GEOGRAPHICAL APPROACH TO ESTIMATION  
OF ECOLOGICALLY DEPENDENT MORBIDITY OF THE POPULATION  
IN THE OLD REGIONS OF THE AGRICULTURAL ACTIVITY**

*The article analyzes the conditions of occurrence and the essence of the morbidity of the population as a result of agricultural activities. Its influence on the formation and development of environmentally dependent human diseases and the general conditions for the creation of constructive-geographical approaches to their analysis are traced.*

УДК 911.2:556.5

К.И. ШИРОКУН

**ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ  
КАК МАРКЕРЫ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ВОДОЕМОВ**

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,  
г. Киев, Украина  
k.shyrokun@gmail.com*

*В данной статье рассмотрены самые распространенные химические соединения-загрязнители природных бессточных водоемов (озера и пруды). Проанализированы основные источники и пути попадания в поверхностные воды. Также предложен оптимальный органический метод очистки прудов и озер от большинства рассмотренных химических соединений.*

На сегодняшний день полный список веществ-загрязнителей природных водоемов очень широкий, но преобладающее большинство вредоносных соединений, преимущественно антропогенного происхождения, во многих озерах и прудах повторяется. Определив преобладающие вещества, можно с большой долей вероятности определить их происхождение. Полевые исследования и дополнительные заборы проб в других местах помогут уточнить результаты.

**Соединения азота**

Азот в воде находится в составе как органических, так и неорганических соединений. Органический азот представлен продуктами разложения животных белков: низших пептидов, аминокислот и т. п. Сюда же относится азот, входит в состав микроорганизмов, низших растений и нерасщепленных остатков высших растений. В сумме они представляют так называемый белковый азот.

Неорганические соединения азота в природной воде – ионы аммония, азотистой и азотной кислот – появляются, главным образом, в результате распада веществ белкового происхождения. Сначала образуется аммиак. Затем аммиак окисляется до азотистой кислоты, которую ферменты окисляют до азотной. Скорость перехода азота из одного соединения в другое может быть разной. Самым недолговечным является ион азотистой кислоты (нитрит-ион). Более устойчивый ион аммония (Аммиак), однако и он довольно быстро переходит в наиболее стабильный ион азотной кислоты (нитрат-ион).

Этим и объясняется различие содержания неорганических соединений азота в природных водах в зависимости от времени с момента их загрязнения продуктами белковой природы: чем оно дольше, тем меньше в воде остается аммония и больше – нитрат-иона. Важно иметь в виду, что параллельно идет процесс изменения микрофлоры воды – отмирание патогенных форм и микробов-показателей ее фекального загрязнения. Эта взаимозависимость является основанием для использования азотсодержащих веществ в качестве показателей возможного загрязнения воды патогенными микроорганизмами [1].

Белковый азот мог бы служить наиболее ярким индикатором загрязнения воды органическими веществами белковой природы, однако его определение в воде ограничено сложной методикой, трудностями дифференцировки азота животного и растительного происхождения и, самое главное, низкой информативностью.

Дело в том, что белковый азот оказывается только в водах, очень сильно загрязненных хозяйственно-фекальными или промышленными стоками предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, в результате чего его определяют при контроле за сбросом данных стоков и самоочищения водоемов.

Нитриты (ионы азотистой кислоты) могут оказать большую помощь в выяснении природы аммиачных соединений в исследуемой воде. Присутствие незначительных количеств аммиачных соединений само по себе не считается особенно плохим признаком. Но дело существенно меняется, если одновременно с аммиачными соединениями вода содержит также азотистые соединения, которые считаются показателем несомненного загрязнения воды подозрительными азотистыми органическими соединениями [2].

К таким соединениям относятся, прежде всего, ионы азотистой кислоты, так как присутствие в воде даже одной азотистой кислоты уже в высокой степени делает исследуемую воду подозрительной с точки зрения ее загрязнения, и требует внимательного обследования источника.

Причинная связь между загрязнением воды подозрительными органическими веществами (животного происхождения) и наличием в ней, наряду с аммиаком, ионов азотистой кислоты объясняется различием скоростей распада органических веществ растительного и животного происхождения. Последние, как известно, распадаются быстрее. В результате в водах, загрязненных продуктами животного происхождения, в каждый данный момент образуется такое количество ионов азотистой кислоты, которое можно обнаружить существующими методами.

И наоборот, минерализация в воде органических веществ растительного происхождения замедленная настолько, что практически в ней могут определяться только начальные и конечные устойчивые вещества, такие как ионы аммиака и азотной кислоты.

Что касается промежуточного вещества – иона азотистой кислоты, то в результате крайней неустойчивости его чаще всего обнаружить не удастся. Таким образом, наиболее вероятным условием выявления нитрит-иона в воде является интенсивный распад нестойких органических веществ животного происхождения, сопровождающийся активным процессом нитрификации.

Присутствие в природных водах нитратов (ионов азотной кислоты) связано с нитрификации аммонийных ионов, поступлением промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, стоком с сельскохозяйственных угодий, на которых применяются азотные удобрения. Возможно также поступление нитратов в открытые водоемы и с атмосферными водами. При электрических разрядах в атмосфере кислород ионизируется и окисляет азот воздуха в окись азота ( $NO$ ), которая быстро переходит в двуокись азота ( $NO_2$ ).

Последняя, соединяясь с атмосферной водой, образует азотную и азотную кислоты. Следовательно, выявление после грозы ионов этих кислот в атмосферной воде и воде

открытых водоемов не всегда свидетельствует об их загрязнении органическими веществами животного происхождения.

Нитрат-ион как показатель загрязнения воды имеет меньшее значение. Выявление его при отсутствии аммиака и нитритов указывает на загрязнение воды в прошлом, а в грунтовых водах – на загрязнение почвы, по которой они проходили. Контроль содержания нитратов, особенно в водоемах обусловлен, главным образом, их возможным токсическим действием на организм человека.

### **Соединения фосфора**

Фосфор в природных водах находится в виде неорганических соединений и органических комплексов различной степени сложности. Подземные воды содержат крайне незначительное количество фосфатов (не более 100 мкг / дм<sup>3</sup>); исключение составляют воды в районах залегания фосфорсодержащих пород (апатиты и фосфориты).

В поверхностные водные источники фосфор может поступать в результате растворения фосфорных соединений, содержащихся в земной коре, или распада органических веществ белковой природы. Значительное количество фосфора поступает с хозяйственно-бытовыми сточными водами и в результате смыва минеральных удобрений с полей. Так, с одного гектара орошаемых земель выносится 0,4–0,6 кг фосфора со стоками ферм поступает 0,01–0,05 кг / сутки на одно животное.

Сброс неочищенных или недостаточно очищенных канализационных сточных вод обеспечивает поступление в водоемы 0,003–0,006 кг фосфора от одного жителя в сутки. Необходимо отметить, что фосфор (как и азот) относится к истинным биогенным элементам, накопление которых в поверхностных водоемах ведет к неконтролируемому росту растительной биомассы.

Во время этого происходит изменение трофического статуса водоема: в нем преобладают гнилостные процессы вследствие недостатка кислорода, интенсивно поглощаются растущими водорослями. В целом, накопления фосфора в водоемах приводит к ухудшению гидробиологического режима и опасности их загнивания [3].

### **Хлориды**

Хлориды, то есть собственно анионы хлора, соединенные с одним из катионов, чаще всего с натрием, широко распространены и встречаются во всех природных водах. Содержание их подвержено очень большим колебаниям – от долей миллиграмма до нескольких десятков граммов на 1 дм<sup>3</sup> воды. В воду хлориды попадают из почвы (особенно загрязненной), из осадочных и магматических пород в результате их выветривания, а также с хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками [1].

В связи с этим значение хлоридов для оценки качества воды двоякое. С одной стороны они влияют на вкусовые свойства воды, с другой – могут служить показателем возможного ее загрязнения.

Санитарно-показательное значение хлоридов заключается в том, что они постоянно присутствуют в составе хозяйственно-бытовых стоков. Несмотря на то, что установить источник их происхождения в природных водах нередко очень трудно, тем не менее, в сумме других данных они могут иметь известное значение, особенно для оценки воды подземных источников.

В современной практике применяется большое количество различных методов биологического удаления фосфора, хлора, их особенностью является комбинирование трех рабочих зон: аэробной, анаэробной и аноксидных. В этих зонах культивируются специальные виды бактерий, которые способны извлекать соединения фосфора и азота для построения собственных клеток. Но основным недостатком биологических методов очистки вод является необходимость большого количества сооружений и невозможность обеспечения высокой эффективности очистки от фосфора [4].

### **Реакция воды (*pH*)**

Величина *pH* природных вод зависит, главным образом, от диссоциации растворенных в ней угольной кислоты и ее солей и в норме колеблется от 6,5 до 8,5. Увеличение количества растворенной угольной кислоты приводит к снижению *pH*. Однако это увеличение нередко вызывает повышение содержания солей кальция, магния и других щелочноземельных и щелочных металлов, действующих в обратном направлении, то есть повышают *pH*, снижая концентрацию водородных ионов в результате реакции гидролиза [2].

На величину *pH* вод лесисто-болотистого происхождения большое влияние оказывает диссоциация органических кислот, содержащихся в гумусовых веществах. Некоторые из них, например, фульвиокислоты, могут быть весьма сильно диссоциированы и значительно снижать *pH* воды (иногда до 4 и ниже). Значительные отклонения *pH* от обычных величин (особенно резкие их колебания) могут происходить в результате попадания в воду промышленных и бытовых стоков, а в военное время – разного рода ядовитых веществ.

Установление прямым путем факта загрязнения воды патогенными микроорганизмами характеризуется сложностью и длительностью, а также недостаточной достоверностью результатов в случаях, если они окажутся отрицательными.

В этой ситуации вывод об отсутствии или наличии патогенных микробов делается на основании данных, полученных косвенными путями, в том числе посредством определения охарактеризованных выше химических соединений и показателей.

Собственные исследования озер и прудов города Киева и работы европейских ученых показывают, что точное определение основных загрязняющих веществ с помощью тест-систем, или других методов позволяет очень точно определить их происхождение, чтобы предотвратить дальнейшее отрицательное влияние на водоемы в будущем.

### **Список использованной литературы**

1 Афанасьев, С.А. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты / С.А. Афанасьев, М.Д. Гродзинский. – IDRC при поддержке UNDP-GEF. – К.: Ай-Би, 2004. – 59 с.

2 Коваленко, А.Н. Усовершенствование методов удаления фосфора и азота из различных вод // КП КХ «Харківкомуночиствод», Харківська національна академія міського господарства. – Харків. – 2013. – 95 с.

3 Кравець, М.О. Аналіз та моделювання радіоекологічних процесів у каскаді Голосіївських ставків / М.О. Кравець, Ю.О. Кутлахмедов // Наукоємні технології / Збірник науково-технічних праць. – Київ. – 2014. – № 3 (23). – С. 359–367.

4 Мостепан, О.В. Дослідження внеску зливових вод з автомобільних доріг у забруднення водних об'єктів / О.В. Мостепан // Вестник Харьковського національного автомобільно-дорожного університета. Сборник научных трудов. – 2010. – № 48. – С. 57–61.

*K. I. SHYROKUN*

### ***CHEMICAL COMPOUNDS, AS MARKERS OF URBANIZED WATER OBJECTS' POLLUTION SOURCES***

*This article examines the most common chemical compounds-pollutants of natural drainage reservoirs (lakes and ponds). Main sources and ways of getting into surface waters are analyzed. Also, an optimal organic method for cleaning ponds and lakes from most of the examined chemical compounds is proposed.*

Н.С. ШПИЛЕВСКАЯ, О.Я. ПАСКАННАЯ

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА  
ВБЛИЗИ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК  
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА СВЕТЛОГОРСКА)**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
t\_asha@mail.ru  
olka-kote@mail.ru*

*В статье проведена оценка растительного покрова на свалках, анализ состояния почвенного покрова на территориях подверженных антропогенному загрязнению, инструмент исследования – фитоиндикация.*

Рудеральные растения – растения, поселяющиеся на необрабатываемых местах, где по тем или иным причинам естественный растительный покров изрежен или чаще полностью уничтожен. К ним относятся также растения, которые произрастают на свалках [1].

Многолетнее и резко усиливающееся в последние годы влияние человека на природу приводит к замене коренной растительности на производную. На большой территории РБ естественная растительность заменена сообществами культурных и сорных растений. Большие площади занимают связанные с хозяйственной деятельностью человека рудеральные сообщества, распространенные на пустырях, промышленных площадках, свалках и т. д. Среди растений, входящих в состав рудеральных сообществ могут быть и виды, которые способствуют развитию поллинозов у человека (например, виды рода *Ambrosia*, пыльца которых обладает аллергенным действием) [2].

Тема о том, какие факторы способствуют возникновению рудеральной растительности, остается актуальной. Так как на данный этап времени возрастает значимость антропогенной нагрузки на растительный покров территорий нашей страны.

Цель исследований – изучить состояние растительного покрова вблизи несанкционированных свалок. Объект исследований – растительный покров несанкционированных свалок.

Исследования проводились в г. Светлогорск, на 2 выбранных экотопах: участки вблизи жилой застройки и участки под лесной растительностью.

Изучение растительного покрова проводилось методом пробных площадок [3, 4]. Размер используемых пробных площадок – 10 м<sup>2</sup>. В пределах пробной площадки регистрировался видовой состав, определялось общее проективное покрытие и средняя высота травостоя. Для каждого вида определялось проективное покрытие, встречаемость, средняя высота, жизненность, фенофаза.

Для изучения экологических условий использовались индикационные шкалы Д.Н. Цыганова. Шкалы Д.Н. Цыганова, составленные для лесной зоны умеренного пояса Евразии, включают 2,3 тысячи видов и позволяют оценивать большой набор экологических факторов.

Шкалы Цыганова: *Tm* – термоклиматическая; *Kn* – континентальности климата; *Om* – аридности/гумидности климата; *Cr* – криоклиматическая; *Hd* – увлажнения почв; *Tr* – трофности почв (содержание солей); *Nt* – богатства почв азотом; *Rc* – кислотности почв; *Lc* – освещенности/затененности; *fH* – переменности увлажнения. Число классов



в них колеблется от 9 до 23 [5]. Итоговая балловая оценка по тому или иному фактору вычислялась как среднее значение из балловых оценок по этому фактору всех видов, входящих в описание. Балловые оценки рассчитывались для каждого геоботанического описания.

Определение видовой принадлежности осуществлялось либо непосредственно в полевых условиях, либо путем составления гербария и камеральной обработки. Для определения видовой принадлежности растений использовались известные определители [6, 7].

При изучении флоры на исследуемой территории на участках, которые располагались вблизи населенного пункта, было выявлено 11 семейств, 22 рода, 23 вида. Доминантными семействами являются астровые (26 %) и злаковые (22 %). Наименьший процент занимают такие семейства как капустные, хвощовые, тыквенные, зонтичные, кипрейные и маковые. Построим цепочку родов в процентном соотношении «от большего к меньшему»: *Berteroa* DC., *Poa* L., *Calamagrostis* Adans., *Achillea* L., *Elytrigia* Desv., *Daucus* L., *Leucanthemum* Mill., *Alopecurus* L., *Equisetum* L., *Bromus* L., *Vicia* L., *Sonchus* L., *Taraxacum* F.H.Wigg., *Chelidonium* L., *Oenothera* L., *Trifolium* L., *Melandrium* Roehl., *Echinocystis* Torr. & A.Gray., *Artemisia* L., *Robinia* L., *Dianthus* L., *Rumex* L. Доминантными рудеральными видами являются *Berteroa incana* (L.) DC. – 11 % и *Poa pratensis* L. – 10 %. Следом за ними идут *Calamagrostis epigeios* L. Roth – 9 % и *Achillea millefolium* L. – 9 %. В наименьшем количестве (менее 1 %) присутствуют *Robinia pseudoacacia* L., *Artemisia absinthium* L., *Artemisia vulgaris* L., *Dianthus deltoides* L. и *Rumex confertus* Willd.

На участках вблизи населенного пункта проективное покрытие для всего травостоя составляет в среднем 60 %. Преобладающим видом является *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Выражено 3 яруса: ярус верховых злаков, ярус низовых злаков, ярус низкого разнотравья, напочвенный моховой ярус отсутствует. Мертвый покров 8 %.

На участке под лесной растительностью было обнаружено 11 семейств, 12 родов, 12 видов. Преобладает семейство *Rosaceae* Juss. – 17% от общего числа видов. Оставшиеся семейства составляют по 8 %: *Poa* L., *Pinaceae* Lindl., *Cyperaceae* Juss., *Rhamnaceae* Juss., *Fagaceae* Dumort., *Ericaceae* Juss., *Dennstaedtiaceae* Lotsy, *Asteraceae* Bercht. & J.Presl, *Asparagaceae* Juss., *Hylocomiaceae*.

В данном экотопе преобладают такие рода растений как *Vaccinium* L. (70 %) и *Pteridium* Gled. ex Scop. (13 %). Наименее представлены (1 % и менее) – *Sorbus* L., *Frangula* Mill., *Quercus* L., *Artemisia* L., *Convallaria* L. и *Sphagnum* L. Построим цепочку родов в процентном соотношении «от большего к меньшему»: *Vaccinium* L., *Pteridium* Gled. ex Scop., *Calamagrostis* Adans., *Pinus* L., *Carex* L., *Fragaria* L., *Sorbus* L., *Frangula* Mill., *Quercus* L., *Artemisia* L., *Convallaria* L., *Sphagnum* L.

Преобладающим видом являются *Vaccinium myrtillus* L. – 70 %. Следом за ним по преобладанию идет *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. – он занимает 13 % площади от общего числа видов. В наименьшем количестве (менее 1 %) присутствуют *Sorbus aucuparia* L., *Frangula alnus* Mill., *Quercus robur* L., *Artemisia vulgaris* L., *Convallaria majalis* L. и *Pleurozium* Mitt.

Характеристика древостоя. Степень сомкнутости крон равна 70 %. Преобладающая порода – *Pinus sylvestris*. Количество деревьев на исследуемом участке – 19 штук. Средний диаметр стволов деревьев 15 см. Высота от 20 до 35 м. Диаметр крон с запада на восток равен 2,5 м, а с юга на север – 2,2 м. На данном участке территории наблюдаются как молодые всходы *Pinus sylvestris* так и подрост. Подлесок выражен хорошо.

Травяно-кустарничковый покров. Общее проективное покрытие составляет почти 90 %. Выделяют 2 яруса: 1 ярус – 7–13 см, 2 ярус – 20–45 см. Обилие видов: *Carex hirta* L. встречается рассеяно, *Pteridium aquilinum* L. – обильно, *Vaccinium myrtillus* L. – очень обильно. У всех видов отмечается хорошая жизненность. Также наблюдается *Pleurozium schreberi* L., его проективное покрытие равно 50 %.

Можно сделать вывод, что на участке вблизи населенного пункта доминантными видами являются *Berteroa incana* (L.) DC и *Poa pratensis* L., а на участке под лесной растительностью – *Vaccinium myrtillus* L.. Семейство Asteráceae преобладает на первом участке, семейство Rosáceae – на втором.

С помощью фитоиндикационных шкал Д.Н. Цыганова были изучены изменения микроклимата и эдафических условий исследуемых участков (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика растительности исследуемых участков по шкалам Д.Н. Цыганова

Участок	Шкалы Д.Н. Цыганова									
	<i>Tm</i>	<i>Kn</i>	<i>Om</i>	<i>Cr</i>	<i>Hd</i>	<i>Fh</i>	<i>Tr</i>	<i>Nt</i>	<i>Rc</i>	<i>Lc</i>
Участок вблизи населенного пункта	8,3	8,9	7,8	7,4	10,9	6,7	8,4	6,5	6,9	2,8
Участок под лесной растительностью	8,3	8,5	8,4	7,8	12,8	5,0	5,7	5,6	5,7	4,3

Наблюдались следующие значения: по термоклиматической шкале (*Tm*) данные два экотопа занимают промежуточное место между суббореальным и неморальным типом режима; по континентальности климата (*Kn*) – промежуточный тип между субматериковым и материковым; по омброклиматической шкале (*Om*) – субаридный (участок вблизи населенного пункта) и промежуточный между субаридным и субгумидным (участок под лесной растительностью); по криоклиматической шкале (*Cr*) – тип умеренных зим; по шкале увлажнения почв (*Hd*) – промежуточный между лугово-степной и сухолесолуговой (участок вблизи населенного пункта) и промежуточный между сухолесолуговой и влажно-лесолуговой (участок под лесной растительностью); по солевому режиму почв (*Fh*) – довольно богатые почвы (участок вблизи населенного пункта) и небогатые почвы (участок под лесной растительностью); по кислотности почв (*Tr*) – промежуточный между слабокислыми и нейтральными почвами (участок вблизи населенного пункта) и кислые почвы (участок под лесной растительностью); по богатству азота в почвах (*Nt*) – промежуточный тип между бедными и достаточно обеспеченными азотом почвы (участок вблизи населенного пункта) и бедные азотом почвы (участок под лесной растительностью); по шкале переменности увлажнения почв (*Rc*) – промежуточный тип между слабо и умереннопеременно-увлажненными почвами (участок вблизи населенного пункта) и слабопеременно-увлажненные почвы (участок под лесной растительностью); по шкале освещенности-затенения (*Lc*) – промежуточный тип между открытыми и полукрытыми пространствами (участок вблизи населенного пункта) и промежуточный между полукрытыми пространствами и светлых лесов (участок под лесной растительностью). Таким образом, исследуемый участок вблизи населенного пункта по сравнению с участком под лесной растительностью имеет следующие тенденции изменения микроклимата и эдафических условий: континентальность климата, термоклиматические и криоклиматические условия имеют приблизительно одинаковые значения; показатели омброклиматической шкалы (в 1,1 раза), шкалы увлажнения почв (в 1,2 раза) и освещения-затенения (в 1,5 раза) уменьшаются; эдафические показатели, такие как, солевой режим почв (в 1,3 раза), кислотность почв (в 1,5 раза), азотное богатство (в 1,2 раза) и переменность увлажнения почв (в 1,2 раза), увеличиваются. Наличие несанкционированных свалок в зоне жилой застройки провоцирует увеличение солевого и азотного богатства почв, уменьшение кислотности и увлажнения почв.

Эколого-ценотическая принадлежность растительности несанкционированных свалок г. Светлогорска оценивалась с помощью выделения эколого-ценотических групп.

На участке вблизи населенного пункта большое количество видов относится к лугово-степной эколого-ценотической группе (74 %). Это такие виды как *Agropyrum repens* L., *Artemisia absinthium* L., *Leucanthemum vulgare* Lam. Такие виды, как *Equisetum arvense* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Artemisia vulgaris* L. и *Oenothera biennis* L. относятся к боровой эколого-ценотической группе (22 %). Также встретился один вид неморальной группы – *Chelidonium majus* L. (4 %) (рисунок 1).

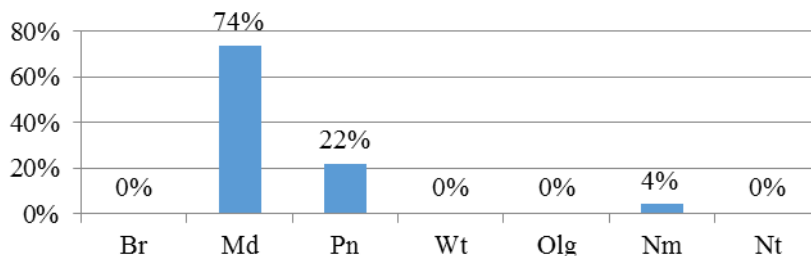


Рисунок 1 – Спектр эколого-ценотических групп на участке вблизи населенного пункта

На участке под лесной растительностью большое количество видов относится к боровой эколого-ценотической группе (36 %). Это такие виды как *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Pinus sylvestris* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Artemisia vulgaris* L.. Такие виды как, *Frangula alnus* Mill., *Sorbus aucuparia* L. и *Vaccinium myrtillus* L. относятся к бореальной эколого-ценотической группе (28 %). Представители лугово-степной группы (18%) – *Carex hirta* L. и *Fragaria vesca* L. К неморальной группе относятся 2 вида (18 %) – *Quercus robur* L. и *Convallaria majalis* L. (рисунок 2).

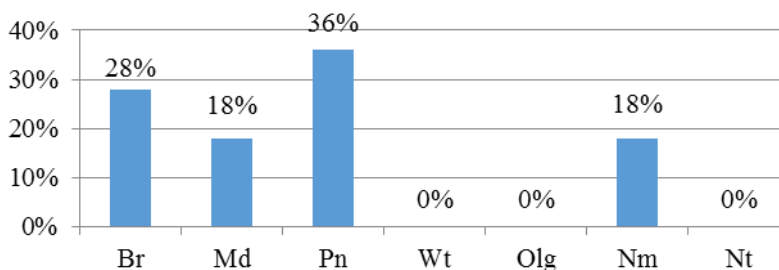


Рисунок 2 – Спектр эколого-ценотических групп на участке под лесной растительностью

Таким образом, на участке вблизи населенного пункта наибольшее число видов относится к лугово-степной эколого-ценотической группе, в наименьшей степени представлены виды неморальной эколого-ценотической группы. На участке под лесной растительностью преобладают виды боровой эколого-ценотической группы, минимальное значение у видов лугово-степной и неморальной эколого-ценотических групп.

Жизненные формы экотопа вблизи населенного пункта достаточно разнообразны (рисунок 3).

Преобладающей жизненной формой среди видов является гемикриптофиты. Они составляют 65,2 % от общего количества видов. Были обнаружены криптофиты (17 %) и хамефиты (9 %). В наименьшей степени присутствуют фанерофиты (4 %) и терофиты (4 %).

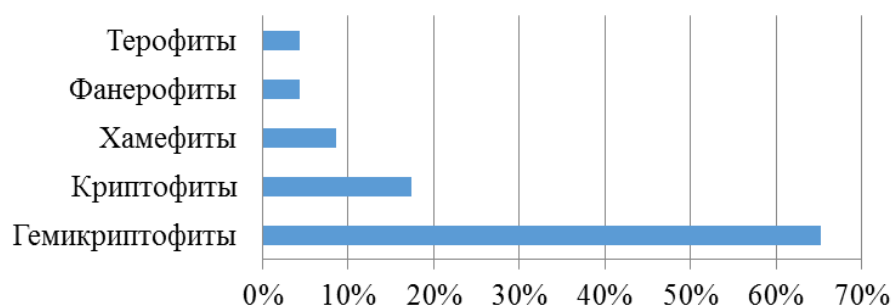


Рисунок 3 – Спектр жизненных форм на участке вблизи населенного пункта

Преобладающими жизненными формами на участке под лесной растительностью среди видов являются криптофиты (33 %) и хамефиты (33 %). В наименьшей степени присутствуют гемикриптофиты (25 %) и фанерофиты (8 %) (рисунок 4).

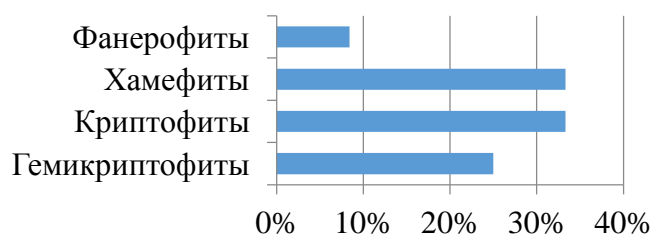


Рисунок 4 – Спектр жизненных форм на участке под лесной растительностью

Таким образом, спектры жизненных форм на обоих участках отличаются преобладающей группой видов: на участке с жилой застройкой – гемикриптофиты, а на участке под лесной растительностью – криптофиты и хамефиты. В наименьшей степени представлены фанерофиты. На участке под лесной растительностью отсутствуют виды группы терофитов.

На исследованных участках изменение видового состава растений происходит по-разному, такие изменения являются следствием антропогенного воздействия и систематичности этого воздействия (на участке вблизи населенного пункта систематическое антропогенное воздействие, на участке под лесной растительностью – разовые воздействия).

### Список использованной литературы

- 1 Коровкин, О.А. Анатомия и морфология высших растений. Словарь терминов / О.А. Коровкин. – М. : Дрофа, 2007. – 142 с.
- 2 Миркин, Б.М. О некоторых вопросах изучения рудеральной растительности городов / Б.М. Миркин, М.Т. Сахапов // Экология. – 1990. – № 5. – С. 18–27.
- 3 Ярошенко, П.Д. Геоботаника : пособие для студ. пед. ин- тов / П.Д. Ярошенко. – М. : Просвещение, 1969. – 200 с.
- 4 Воронов, А.Г. Геоботаника: учебное пособие для биол. и геогр. специальностей ун-тов и пед. ин-тов / А.Г. Воронов. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высшая школа, 1973. – 384 с.
- 5 Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М. : Наука, 1983. – 198 с.

6 Определитель растений Белоруссии : учеб. пособие для ф-тов естеств. профиля вузов / под ред. Б.К. Шишкина, М.П. Томина, М.Н. Гончарика. – Мн. : Вышэйшая школа, 1967. – 872 с.

7 Определитель высших растений Беларуси: учеб. пособие для студентов биолог. спец. вузов / под ред. В.И. Парфенова. – Мн. : Дизайн-Про, 1999. – 472 с.

*N.S. SHPILEVSKAYA, O.Y. PASKANNAYA*

***EVALUATION OF THE STATUS OF THE PLANT COVER  
NEAR UNAUTHORIZED DUMPS  
(ON THE EXAMPLE OF SVETLOGORSK)***

*The article analyzes the plant cover in landfills, analyzes the state of the soil cover in areas subject to anthropogenic pollution, and the research instrument is phytoindication.*

Электронное научное издание

**ВОПРОСЫ НАУК О ЗЕМЛЕ  
В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ  
БЕЛАРУСИ**

Сборник научных статей

В 2 частях

Часть 1

Подписано к опубликованию 09.11.2017

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.

