

Министерство  
образования  
Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Брестский  
государственный  
технический  
университет»



Министерство  
образования  
Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Брестский  
государственный  
университет  
имени А.С. Пушкина»



БРЕСТСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
«БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ  
ОБЩЕСТВО»

# Устойчивое развитие: региональные аспекты

Сборник материалов  
XI Международной научно-практической конференции  
молодых ученых

Брест, 24-26 апреля 2019 года

УДК 911.2; 379.85

Рецензенты:

**Бусько Е. И.**, доктор биологических наук, доцент, Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова Белорусского государственного университета (г. Минск, Беларусь)

**Шведовский П. В.**, кандидат технических наук, профессор, БрГТУ (г. Брест, Беларусь)

**Редакционная коллегия:**

Председатель:

**Волчек А. А.** – д.г.н., профессор, декан факультета инженерных систем и экологии БрГТУ.

Зам. председателя:

**Мешик О. П.** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой природообустройства БрГТУ.

Члены редакционной коллегии:

**Шешко Н. Н.** – к.т.н., доцент, начальник НИЧ, доцент кафедры природообустройства БрГТУ;

**Винник Н. С.** – старший преподаватель кафедры начертательной геометрии и инженерной графики БрГТУ;

**Борушко М. В.** – старший преподаватель кафедры иностранных языков по техническим специальностям;

**Волчек Ан. А.** – к.т.н., доцент, доцент кафедры природообустройства БрГТУ;

**Новосельцев В. Г.** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции БрГТУ;

**Тур Э. А.** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и химии БрГТУ;

**Шпендик Н. Н.** – к.г.н., доцент, доцент кафедры природообустройства БрГТУ;

**Шпока И. Н.** – к.г.н., доцент, доцент кафедры природообустройства БрГТУ.

Устойчивое развитие: региональные аспекты: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции молодых ученых, Брест, 24–26 апреля 2019 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; под ред. А.А. Волчека и [др.]. – Брест : БрГТУ, 2019. – 472 с. – Рус. – Деп. в ГУ «БелИСА» \_\_\_\_\_.2019 № \_\_\_\_

Сборник включает материалы докладов XI Международной научно-практической конференции молодых ученых «Устойчивое развитие: региональные аспекты», которая проводилась 24–26 апреля 2019 года на базе Брестского государственного технического университета. Представленные материалы сгруппированы по разделам: экология и состояние окружающей среды; природообустройство и водопользование; геологические и географические аспекты изучения природно-ресурсного потенциала; энерго- и ресурсосбережение; проблемы демографической и социально-экономической устойчивости регионов; проблемы сохранения биоразнообразия, развития систем особо охраняемых природных территорий; туризм в устойчивом развитии.

Материалы конференции рассчитаны на специалистов в области экологии и смежных наук, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

**УДК 911.2; 379.85**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Секция 1. Экология и состояние окружающей среды</b> .....	17
MODERN METHODS FOR PURIFYING PHENOL FROM WASTE WATER .....	17
<b>Hajiyeva S. R., Gadirova E. M.</b>	
ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СПЛОШНЫХ САНИТАРНЫХ РУБОК В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЧЕЧЕРСКОГО СПЕЦЛЕСХОЗА.....	22
<b>Авдеев В. В.</b>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ГОРОДЕ ПИНСКЕ.....	25
<b>Андрейцева О. В.</b>	
ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНХИОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ <i>HELIX POMATIA</i> ИЗ ДВУХ ПОПУЛЯЦИЙ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА .....	28
<b>Андрейчук И. Л.</b>	
АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА <i>RHODODENDRON MAXIMUM</i> L. И <i>RHODODENDRON SMIRNOVII</i> (TRAUTV.) ....	31
<b>Багнюк М. В.</b>	
ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОСИСТЕМЫ Р. ЕРТИС (ИРТЫШ) .....	33
<b>Баспакова Г. Р., Загидуллина А. Р., Сапарова А. А.*</b>	
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДОВ .....	36
<b>Башкиров А. С.</b>	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ, А ТАКЖЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ.....	39
<b>Богдан Я. В.</b>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОСИТЕЛЯ БИОМАССЫ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ АЭРОТЕНКОВ .....	42
<b>Бочкунова Д. Г.</b>	
СОХРАНЕНИЕ ПОДРОСТА ПРИ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБКАХ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ .....	44
<b>Волков А. С.</b>	
РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ОРНИТОФАУНЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО ЛАНДШАФТА .....	47
<b>Горошко Е. С., Свиридчук Е. Н.</b>	
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗНЫХ ТИПОВ (НА ПРИМЕРЕ ВОДОЁМОВ ВОЛКОВЫССКОГО И СВИСЛОЧСКОГО РАЙОНОВ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ) .....	50
<b>Данилович Е. И.</b>	

ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СФАГНОВЫХ МХОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. МАЛОРИТЫ.....	52
<b>Добыш М. В.</b>	
ЭКОЛОГИЗАЦИЯ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА .....	54
<b>Дудар Л. Н., Михалюк М. О.</b>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДОБЫЧИ ОЗЕРНОГО САПРОПЕЛЯ.....	57
<b>Железняк И. А.</b>	
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА Г. БРЕСТА НА СОЗРЕВАНИЕ ВИНОГРАДА.....	59
<b>Женарь А. В.</b>	
ОЦЕНКА СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	62
<b>Жук И. Ю.</b>	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА .....	65
<b>Зубрицкая И. В.</b>	
ФОТОЛИЗ 5 Г/Л ФЕНОЛЬНОГО РАСТВОРА В ПРИСУТСТВИИ НАНОЧАСТИЦ $TiO_2$ .....	68
<b>Кадырова Э. М.</b>	
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЁМОВ Г. БРЕСТА.....	73
<b>Кириченко Л. А.</b>	
О ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РИСКАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА КЛЕТОЧНОМ УРОВНЕ .....	76
<b>Колб В. С.</b>	
ПРИРОДООХРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» И ЗАКАЗНИКА «ЗВАНЕЦ») .....	78
<b>Концевич А. В.</b>	
ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИОНАМИ МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВОДОЁМОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	81
<b>Корецкая Е. Б.</b>	
ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАНТА ЭРИДГРОУ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ .....	84
<b>Крижановская Е. И., Борцов В. А.</b>	
АНАЛИЗ И ДИНАМИКА ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....	86
<b>Кутай А. С.</b>	

ЭРИКОИДНЫЕ ГРИБЫ БОЛОТНЫХ РАСТЕНИЙ.....	88
<b>Лесько О. В.</b>	
ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. БРЕСТА С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ .....	91
<b>Ликович М. В.</b>	
РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИОННЫХ РАСТЕНИЙ В Г. БРЕСТЕ .....	93
<b>Лицук А. В.</b>	
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ РЕК БАССЕЙНА РЕКИ ПРИПЯТЬ.....	96
<b>Лугин В. И.</b>	
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СИСТЕМАТИЗАЦИИ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	98
<b>Маевская А. Н.</b>	
ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ АРБУСКУЛЯРНЫМИ МИКОРИЗНЫМИ ГРИБАМИ И ПИГМЕНТАМИ ФОТОСИНТЕЗА РАСТЕНИЙ <i>TRIFOLIUM PRATENSE</i> L. ПРИ ДЕМУТАЦИИ.....	101
<b>Мазурек Б. Г.</b>	
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА БРЕСТА .....	104
<b>Мартысюк А. С.</b>	
ДИНАМИКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ» .....	107
<b>Матвиива А. А.</b>	
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ .....	109
<b>Мисюля Д. И.</b>	
СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ .....	112
<b>Михальчук О. В., Дашкевич М. М.*</b>	
ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ .....	115
<b>Можвило Т. И.</b>	
ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	118
<b>Остапук О. Н.</b>	
ЛЕСИСТОСТЬ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕЛАРУСИ .....	120
<b>Пахунова И. Н.</b>	

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ И РАЙОНИРОВАНИЕ ЕЁ ТЕРРИТОРИИ .....	123
<b>Перепечаева И. В., Дедкова Н. В.</b>	
ОБОСНОВАНИЕ МАССОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ (CARRIER) ..	126
<b>Пищик А. В.</b>	
ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	128
<b>Розумец И. Н.</b>	
ПИЩЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ЗЕЛЕННЫХ ЛЯГУШЕК В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО ЛАНДШАФТА .....	131
<b>Румянцев Р. А.</b>	
ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ В ПРЕДЕЛАХ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	133
<b>Рыжко К. В.</b>	
ВИДОВОЙ СОСТАВ ПТИЦ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН ГОРОДА ГРОДНО В ЗИМНИЙ ПЕРИОД .....	135
<b>Свиридчук Е. Н., Горошко Е. С.</b>	
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА ВЫРАЩИВАНИЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ.....	138
<b>Селедчик Ю. Ф.</b>	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОПУЩЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТОВ .....	141
<b>Сидак С. В.</b>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	143
<b>Слиж Т. В., Шевцова А. Л.*</b>	
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭХИНОЦИСТИСА ЛОПАСТНОГО (ECHINOCYSTIS LOVATA) В ПОЙМЕ РЕКИ ДНЕПР РОГАЧЕВСКОГО РАЙОНА .....	146
<b>Слюнькова С. А.</b>	
СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ГОРОДЕ БРЕСТЕ <b>Солоп Е. Н.</b> .....	148
ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ НИТРАТАМИ В ГОРОДЕ ЩУЧИН И ЩУЧИНСКОМ РАЙОНЕ .....	150
<b>Сосна О. В.</b>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ) .....	152
<b>Тарасенко Л. Н.</b>	

ПЛАСТИКОВАЯ УПАКОВКА И ЕЁ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА .....	155
<b>Ткачик И. Б.</b>	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОГО РАЗМЕТОЧНОГО ПРОТИВОСКОЛЬЗЯЩЕГО МАТЕРИАЛА КАК УЛУЧШЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	158
<b>Тричик В. В.</b>	
АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА OLEACEAE L.....	161
<b>Тропец С. А.</b>	
БИОФЛАВОНОИДЫ ЧЕРЕШНИ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ.....	163
<b>Троянчук В. А.</b>	
ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ <sup>137</sup> CS РЫБ ВИДА КАРАСЬ СЕРЕБРЯНЫЙ В ВОДОЁМАХ ЛУНИНЕЦКОГО РАЙОНА.....	166
<b>Хартонович Е. А.</b>	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР .....	169
<b>Ховренкова А. В.</b>	
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ .....	171
<b>Шикасюк Е. И., Шикасюк А. И.</b>	
СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ШУМОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СВАЙНЫХ РАБОТ .....	174
<b>Шляхова Е. И.</b>	
ВЫСОКИЕ И НИЗКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В Г. БРЕСТЕ КАК ОПАСНОЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ .....	177
<b>Шутович Е. В.</b>	
ДОСТИЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ, ЗАКРЕПЛЕННЫХ В СТРАТЕГИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОНВЕНЦИИ ООН ПО БОРЬБЕ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ: СРАВНИТЕЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ .....	179
<b>Юхнюк П. П.</b>	
<b>Секция 2. Природообустройство и водопользование .....</b>	<b>183</b>
SOIL MOISTURE DYNAMIC AT THE RECULTIVATED PLÉGIAI LANDFILL AT LITHUANIA .....	183
<b>Vilda Grybauskiene, Vaidotas Ščiučka</b>	
СОСТОЯНИЕ ПИТЬЕВЫХ ВОД РОДНИКОВ В Г. ГРОДНО .....	185
<b>Аверченкова В. П.</b>	

ДОПУСТИМЫЕ ПОЛИВНЫЕ НОРМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ДОЖДЕВАНИЯ .....	188
<b>Алейник А. Г.</b>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПОЛИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ДОЖДЕВАНИИ.....	191
<b>Алейник А. Г.</b>	
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ МИКРОГЭС ....	193
<b>Байболов А. Е., Тунгатар Д. С.</b>	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВОБОДНОПЛАВАЮЩИХ ГИДРОФИТОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ.....	196
<b>Бардюкова А. В.</b>	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НИТРАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКИМ ПЛАНИРОВАНИЕМ .....	199
<b>Бегеза А. С.</b>	
ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ОСВЕЩЕННОСТЬ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ) .....	202
<b>Борушко М. В.</b>	
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРОВИНЦИИ ГУЙЧЖОУ, (КИТАЙ) .....	205
<b>Ван Хао</b>	
ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ РЕАГЕНТОВ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД .....	208
<b>Василевская М. В., Грушевская А. А.*</b>	
АНАЛИЗ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЛОЖНОГО СОСТАВА.....	211
<b>Велюго Е. С.</b>	
ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МИНИМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ .....	213
<b>Веремчук А. Г., Протасевич А. С.</b>	
ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ УП «ВИТЕБСКВОДОКАНАЛ» .....	216
<b>Галузо А. В.</b>	
СРАВНЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К НОРМИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА СБРОСЕ В СЕТИ КОММУНАЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ .....	219
<b>Голод Ю. В. Захарко П. Н.</b>	
ДИНАМИКА УРОВЕННОГО РЕЖИМА РЕКИ КОПАЮВКА – С. ЧЕРСК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА .....	221
<b>Дашкевич Д. Н.</b>	



ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЙ СТАНЦИЙ МОНИТОРИНГА НА КАЧЕСТВО ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА.....	225
<b>Жолох А. А.</b>	
СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	228
<b>Жук А. Л., Куцко К. Э.</b>	
СТРУКТУРА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	231
<b>Захарко П. Н.</b>	
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ ПО ВИДАМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	234
<b>Зубрицкая Т. Е.</b>	
ВОДООХРАННЫЕ ЗОНЫ И ПРИБРЕЖНЫЕ ПОЛОСЫ ГОРОДА БРЕСТА ....	237
<b>Ильющенко О. В.</b>	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	238
<b>Коваленко В. Н.</b>	
ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 1988–2017 ГГ.....	241
<b>Ковальчук Т. А.</b>	
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОПУЩЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ.....	244
<b>Кухаревич М. Ф.</b>	
ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	247
<b>Максимчук М. В.</b>	
ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	249
<b>Мешик К. О.</b>	
ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МАКСИМАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ ВОДЫ В СНЕГЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ .....	252
<b>Морозова В. А.</b>	
СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АКТИВНОГО ИЛА ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ АЭРАЦИИ АЭРОТЕНКА .....	256
<b>Мурина Д. А.</b>	
ЭВЕНТУАЛЬНОСТЬ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ИЗНОСА СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ИХ РЕКОНСТРУКЦИЕЙ .....	258
<b>Новик А. Н.</b>	

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОИСКЕ, ОЦЕНКЕ И РАЗВЕДКЕ ЗОЛОТОНОСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАССЕЙНА Р. НАЛИМЬЯ).....	260
<b>Орлова О. С.</b>	
МОДИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО УДАЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА.....	262
<b>Пропольский Д. Э.</b>	
РОЛЬ ФОНТАНА В ГОРОДСКОМ ЗВУКОВОМ ЛАНДШАФТЕ ГОРОДА.....	264
<b>Пульянова А. А.</b>	
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО СТОКА В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО СЕЗОНА НА СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ....	266
<b>Романов И. А.</b>	
ОРОШЕНИЕ СОПУТСТВУЮЩИХ КУЛЬТУР РИСОВОГО СЕВООБОРОТА НА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЛЯХ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....	269
<b>Рычко Д. М.</b>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЭЛЕВАТОРОВ С ЗАКРУТКОЙ ВСАСЫВАЕМОГО ПОТОКА ПРИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ И МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	271
<b>Сейтасанов И. С., Альжанова К. А., Абдрешов Ш. А.</b>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКОПА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ .....	274
<b>Синькевич В. О.</b>	
ПРИМЕНЕНИЕ ДОННИКА БЕЛОГО В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОПАШНОЙ КУЛЬТУРЫ.....	276
<b>Талашова А. В.</b>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЛЕВОГО СОСТАВА РЕКИ МУХАВЕЦ .....	279
<b>Таратенкова М. А.</b>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С ЦЕЛЬЮ УДАЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	281
<b>Черненко Д. И.</b>	
ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ МУХАВЕЦ.....	283
<b>Чехович М. А.</b>	
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОДЫ ГЛУБОКОВОДНОГО КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	286
<b>Шлемберг Д. М., Пякшина И. И., Екимов Г. Д.</b>	
ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЙ МИНИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕКИ ЛАНЬ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА .....	289
<b>Шпока Д. А.</b>	

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЪЕМА ВОДЫ ИЗ ВОДОТОКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ГИДРОТАРАННОГО НАСОСНОГО УСТРОЙСТВА.....	292
<b>Юсупов Ж. Е., Яковлев А. А., Саркынов Е. С., Зулпыхаров Б. А., Аманов Н. А.</b>	
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬХОЗФОРМИРОВАНИЙ АПК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ .....	295
<b>Яковлев А. А., Дощанов С. С.</b>	
<b>Секция 3. Энерго- и ресурсосбережение.....</b>	<b>298</b>
НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ НДТМ ДЛЯ ТОПЛИВОСЖИГАЮЩИХ УСТАНОВОК ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	298
<b>Адиканко И. И.</b>	
ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСНЫХ ТОРОИДАЛЬНЫХ ВИХРЕЙ.....	301
<b>Бойко С. В., Киселев А. В., Матлашук Д. В.</b>	
К ВОПРОСУ ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДОВ .....	303
<b>Борушко В. В.</b>	
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ .....	305
<b>Дедович Ю. А.</b>	
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЯ .....	308
<b>Железняков П. А.</b>	
АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА .....	310
<b>Зеленковская Я. С.</b>	
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНЫХ КОНДИЦИОНЕРАХ ДЛЯ ТЕПЛОГО И ХОЛОДНОГО ПЕРИОДОВ ГОДА .....	313
<b>Иванюк Д. В.</b>	
ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	317
<b>Ковалёва А. А., Чепрасова В. И.</b>	
СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГЕЛИОУСТАНОВОК В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ.....	319
<b>Коновалова Д. В., Кирьянова И. О.</b>	
ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННОГО ХЛОРИДНО-АММОНИЙНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА С ПОЛУЧЕНИЕМ БЕЛОГО ПИГМЕНТА.....	322
<b>Кузьменкова О. Ю., Чепрасова В. И.</b>	

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД .....	325
<b>Лутченко П. А.</b>	
ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ .....	327
<b>Мешик К. О.</b>	
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ОСНОВЕ ПОГОДОЗАВИСИМОЙ АВТОМАТИКИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ .....	330
<b>Мешик К. О.</b>	
СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	333
<b>Панфёрова В. Г.</b>	
ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДА ЦИНКА ИЗ ОТХОДОВ .....	335
<b>Пашкевич О. Д., Санкевич Н. Л.</b>	
ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ БЕЛАРУСИ .....	338
<b>Плиско Е. В., Кожанов Ю. Д.</b>	
РАСЧЕТ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕПЛОФИКАЦИИ ЗДАНИЯ В ВЕСЕННЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД.....	341
<b>Пронский В. В.</b>	
ОЦЕНКА НЕУЧТЕННЫХ РАСХОДОВ И ПОТЕРЬ ВОДЫ В СИСТЕМАХ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ .....	343
<b>Столярчук А. А.</b>	
<b>Секция 4. Геологические и географические аспекты изучения природно-ресурсного потенциала.....</b>	<b>347</b>
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ .....	347
<b>Баймырадов Б. Б.</b>	
ДИНАМИКА ВЫПАДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ГОРОДЕ БРЕСТЕ В 1946-2017 ГГ.....	350
<b>Боханкевич А. А., Артихович Н. С.</b>	
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЫРАЩИВАНИЯ ХМЕЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	352
<b>Волосюк А. С.</b>	
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ.....	355
<b>Громадская Е. И., Русина А. О.</b>	
ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЖАБИНКОВСКОГО РАЙОНА ..	358
<b>Дудар М. Н.</b>	

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ НА ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ.....	361
<b>Ершова А. В.</b>	
СОЗДАНИЕ БАЗЫ ГЕОДАННЫХ ОЗЕР КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ .....	363
<b>Искалиева Г. М., Баспакова Г. Р., Танбаева А. А.</b>	
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ ПО ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ .....	366
<b>Караваева К. А.</b>	
ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА КАМЕНЕЦКОГО РАЙОНА .....	369
<b>Климчук Ю. А.</b>	
МИНЕРАГЕНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ПОДЛЯССКО-БРЕСТСКОЙ ВПАДИНЫ.....	372
<b>Кожанов Ю. Д., Кухарик Е. А.*</b>	
ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ НА ТЕРРИТОРИИ БАЛАХТИНСКОГО РАЙОНА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ) .....	376
<b>Мозговая Ю. А.</b>	
ИЗУЧЕНИЕ НАЗВАНИЙ УРОЧИЩ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ БОЛЬШИЕ ДВОРЦЫ ПИНСКОГО РАЙОНА .....	378
<b>Полюхович А. Н.</b>	
МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗА МОЩНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ СТРУКТУР НАД ТЕРРИТОРИЕЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....	380
<b>Прохареня М. И.</b>	
СТРОИТЕЛЬСТВО МИНИ-ТЭЦ НА ТЕРРИТОРИИ КОТЕЛЬНОЙ В Г.КАЛИНКОВИЧИ .....	383
<b>Федорский М. С.</b>	
ООПТ КРАСНОЯРСКОЙ КОТЛОВИНЫ И ЕЕ ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ.....	385
<b>Чернов В. И.</b>	
<b>Секция 5. Проблемы демографической и социально-экономической устойчивости регионов .....</b>	<b>389</b>
ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ БРЕСТА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ГИС-АНАЛИЗА (НА ПРИМЕРЕ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА МИКРОРАЙОНА «ЦЕНТР») .....	389
<b>Белюк А. О.</b>	

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛОВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....	392
<b>Демченко Т. В.</b>	
ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ТАРИФНОЙ СИСТЕМЫ ОПЛАТЫ ТРУДА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	395
<b>Острейко Н. А., Чех Е. В.</b>	
РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АНОМАЛЬНЫХ КАРИОТИПОВ.....	397
<b>Петровская Е. С.</b>	
РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПЛАНЫ МОЛОДЕЖИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКА И НОВОСИБИРСКА).....	400
<b>Середа А. В.</b>	
ПОВЫШЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ ЙОГУРТОВ .....	403
<b>Сиридина А. В.</b>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ И РОССИИ .....	405
<b>Толстоногова А. К.</b>	
ГИС-АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА БРЕСТА .....	407
<b>Чмель Е. И.</b>	
<b>Секция 6. Проблемы сохранения биоразнообразия, развития систем ООПТ .....</b>	<b>411</b>
ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА <i>CATALPA</i> <i>SCOP.</i> , ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В УСЛОВИЯХ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ...	411
<b>Голуб С. Н., Голуб В. А.</b>	
ОСОБЕННОСТИ, СПЕЦИФИКА И ПРАКТИКА РАБОТЫ МАУ «ПАРК «РОЕВ РУЧЕЙ» В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ.....	414
<b>Горбань А. В., Чипура С. В., Должникова Я. С.</b>	
СОВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ .....	416
<b>Денисюк О. А.</b>	
АРБУСКУЛЯРНЫЕ МИКОРИЗНЫЕ ГРИБЫ НА КОРНЯХ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО ( <i>CHAMERION AGUSTIFOLIUM</i> (L.) HOLUB) .....	419
<b>Кекшук Е. В.</b>	
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ В МАЛОРИТСКОМ РАЙОНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ .....	422
<b>Масюк Е. В*</b>	

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ <i>LENTINUS EDODES</i> НА ПРИРОДНЫХ СУБСТРАТАХ .....	424
<b>Пушкарская О. В.</b>	
ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЭКСПОЗИЦИЙ ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ БРГУ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА .....	427
<b>Сельвисюк М. А.</b>	
РАЗРАБОТКА ЭТАПА МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ В ИНТРОДУКЦИИ СМОРОДИНЫ КРОВАВО-КРАСНОЙ .....	429
<b>Сидоревич М. С.</b>	
ДУБОВЫЕ ЛЕСА В ГЛХУ «КОРЕНЕВСКАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛЕСНАЯ БАЗА ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ» .....	431
<b>Сковпнева Т. А.</b>	
МЕТОДОЛОГИЯ ИЗУЧЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС .....	434
<b>Степанов К. А.</b>	
<b>Секция 7. Туризм в устойчивом развитии .....</b>	<b>437</b>
РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА В БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ ДЕРЕВНИ БУЙНИЧИ МОГИЛЕВСКОГО РАЙОНА) .....	437
<b>Баранова А. В., Давыдик Ю. А.</b>	
ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ «ТРОПЫ ИСПЫТАНИЙ» В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ .....	439
<b>Вокина А. В.</b>	
АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ УСТОЙЧИВОГО ТУРИЗМА В ГОРОДЕ КОБРИНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ .....	442
<b>Голикова М. С.</b>	
АГРОТУРИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «КОРОБЧИЦЫ» КАК ОБЪЕКТ СЕЛЬСКОГО ТУРИЗМА .....	444
<b>Давыдик Ю. А., Баранова А. В.</b>	
РАЗВИТИЕ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ .....	446
<b>Кирильчук С. И.</b>	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАРАВАНИНГА КАК ВИДА ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	448
<b>Кондратюк А. И.</b>	

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ АГРОТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ .....	450
<b>Кудласевич В. В.</b>	
КЛАССИФИКАЦИЯ, ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА В ПРОБАХ ВОДЫ .....	453
<b>Куцко К. Э., Жук А. Л.</b>	
ЭКСКУРСИЯ ПО ЦЕРКВЯМ ЖАБИНКОВСКОГО РАЙОНА.....	455
<b>Лукашевич О. В.</b>	
НАГРУЗКИ НА СРЕДУ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ТУРИСТСКО- РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БИОСФЕРНОМ РЕЗЕРВАТЕ «ЗАПАДНОЕ ПОЛЕСЬЕ» (БЕЛОРУССКИЙ СЕКТОР).....	458
<b>Мойсейчук Н. В.</b>	
ЭКСКУРСИЯ ПО УСАДЬБАМ КАМЕНЕТЧИНЫ.....	460
<b>Новак И. В.</b>	
СОЗДАНИЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ ARCGIS ONLINE ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ФИРМЫ .....	463
<b>Посенюк К. А.</b>	
КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТА ЦЕНТРА ОТДЫХА И РАЗВЛЕЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЫБОЛОВНОГО И СЕЛЬСКОГО ТУРИЗМА.....	466
<b>Соболь А. А.</b>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДВИЖЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ ...	468
<b>Хомич А. Ф.</b>	
ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ЗАПАДНО-ПОЛЕССКОЙ ЭТНОГРАФИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ .....	470
<b>Цыганчук А. А.</b>	



УДК 628.3

## MODERN METHODS FOR PURIFYING PHENOL FROM WASTE WATER

S.R.Hajiyeva, E.M.Gadirova

Baku State University

*В данной статье впервые проведена фотохимическая диссоциация фенола с наночастицами GO / TiO<sub>2</sub>, продолжительность снята на 1 час, а фотохимическая диссоциация с УФ-излучением раствора подтверждена. Кроме того, состав и количественный анализ раствора фотолита для получения более точных результатов определяли методом газовой хроматографии, масс-спектропии и 40,8% разложение фенола было подтверждено.*

### Introduction

In recent times, the decrease in the sources of fresh water and growing amount of wasted water therefore increases demand for clear water or distilled water. By this point, different distillation methods are offered. For impossibility of classical chemical, physical and biological ways which are known to us, preparation and investigation of new methods is in process phase. By this way with usage of nano parts it has been gotten achievement in cleaning dirty water. By this point the effective cleaning methods which are related to using nanoparticles start to have wide-spread character. When we look at world literature, we can see that in the recent years, we can face with distillation ways over nano particles [1-3].

The GO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoscale composition was prepared for the spin-closing base of three of the dirty waters of the phenol; Then the grapheneoxide is covered with solid Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nano composites. On the basis of this composite, it was possible to remove the phenol from dirty water with 99,9% result.

As it is known, phenol is always found in waste waters as it emerges during coal processing, petroleum chemistry, medicine, plastic, paint, and paper production [4]. Phenol is generally considered to be one of the most important hazardous pollutants due to high toxicity due to biological degradation, high concentrations and long-term environmental damage [5-6]. In the present day, gradual reduction of clean water and increased pollution are urgent environmental problem in the world. Millions of people around the world are suffering from fresh water. In general, phenol, which is the most important of water pollutant, creates serious environmental problems. Until now, many methods have been used to remove phenol from waste water. Generally, there are three basic methods: physical, chemical and biological methods [7-8]. Chemical processing methods are environmentally harmful intermediates.

Biological treatment methods are less effective in accelerating biological reactions [9-10].

Physical cleaning is mainly used with adsorption and membrane filtration [11-12]. Membrane filtration is a unique way to remove contaminants from water.

Currently, focus is on membrane filtration, such as energy efficiency for water treatment and an ecologically efficient process.

To this end, the GO has been used recently [13-14]. Soil Oxide (GO) is a graphite oxidizing product with carbonyl and carboxyl group having a partial epoxy and hydroxyl group along its edges.

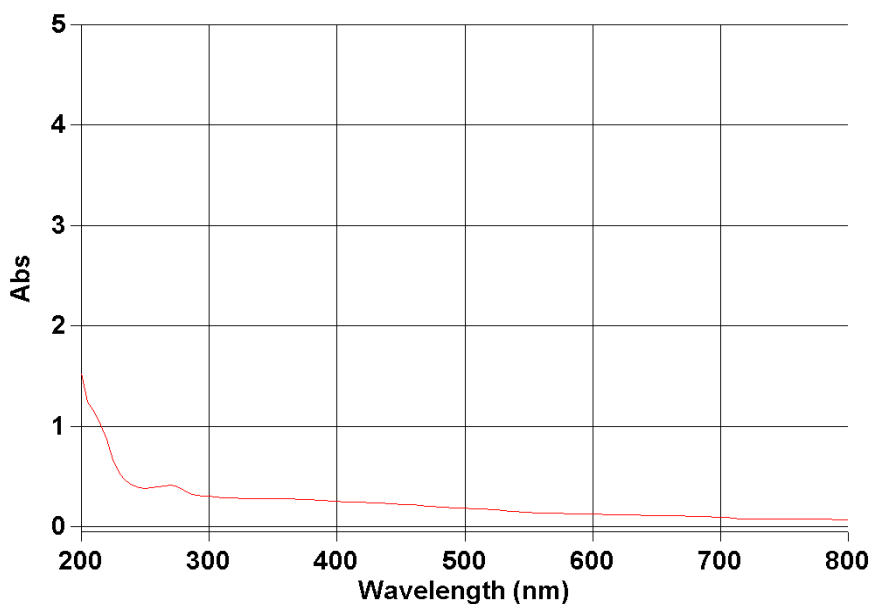
GO is a highly appreciated product in the membrane materials for cheap and simple production process, good chemical stability, mechanical strength and purity of pollutants [15]. Many studies have shown that the GO membrane has very good ionic and molecular selectivity and water permeability [16]. Based on many studies, there are scientific findings for GO to treat phenol from waste water. From this point of view, new composites based on the Go are in a circle of fear. Therefore, the acquisition and use of a new membrane based on GO is of great importance. The newest accepted GO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composite membrane in the world literature was purchased for this purpose. This method is a simple and costly method, more attention [17]. The use of a GO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composite membrane for the removal of phenol from water solvents has been determined by separation applications. There are many models of grape oxide structure. The most common structure of GO is shown below: GO is considered a very good adsorbent based on the presence of active functional groups.

#### **Experiment and analysis of results:**

As mentioned earlier, there is not much study on the purification of phenol from waste water in the presence of nano composites in the literature.

For the first time, a GO/TiO<sub>2</sub> composite was used to treat phenol from waste water. For this purpose, the weight of GO and TiO<sub>2</sub> is equal to 0.05 g and 10 ml of distilled water. Mixing of the nanoparticles in the distilled water to be known, complete mixing in the presence of X-rays was carried out. The GO / TiO<sub>2</sub> composite was used as adsorbent in 2 mg / l phenol solution and also based on photochemical decomposition. A mixture of 20 ml of 2 mg / l phenol and 5 ml of GO/TiO<sub>2</sub> mixture was subjected to photochemical dissolution within 1 hour. After photolysis, the UB radiation device showed the absorption dependence of the wavelength of the solution. Photolytic decomposition has been proven on the basis of the curves taken. Quantitative mass chromatography of the phenol before and after the procedure was examined by mass spectroscopy and decomposition of phenol was 40.8%. Fluorescence was performed on a UB radiation device and the wavelength absorption coefficient was determined by the Varian device. The sample quantitative analysis was performed in a highly effective Agilent 5975 massive detector equipped with gas chromatography, the results were analyzed using chromatographic clear solvents and water samples were extracted. The hydrogen indicator of the sample was reduced to pH <4 until extraction. The solvent was methylene chloride and dioxmethane for extraction.

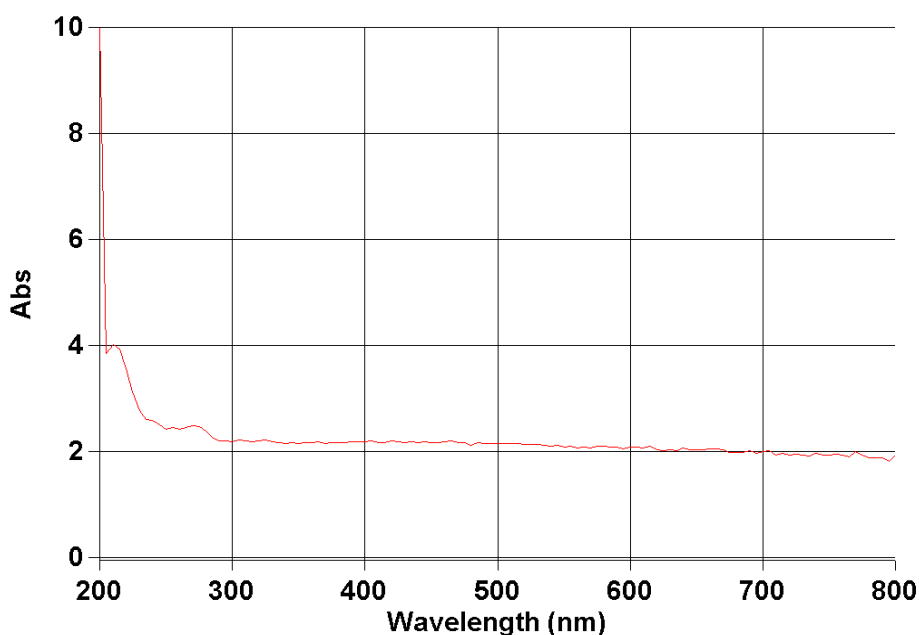
The graph below shows the dependence of the absorption coefficient of the 2 mg/l phenol solution on the wavelength (graph 1). After photolysis, absorption coefficient of UV absorption was determined by using 20 ml 2 mg / l phenol solution and 5 ml GO/TiO<sub>2</sub> absorption coefficient. The graphical curves indicate that the bleaching products in the solution are sufficiently taken.



**Graph 1 – UV analysis of 2 mg / l phenol solution**

As shown in Graph 1, phenol-like curves were taken at 200-300 nm. It is also known from the literature that the wavelength curve of 270 nanometers indicates the presence of phenol. It can be concluded that the phenol solution is clean due to the absence of other components in the solution.

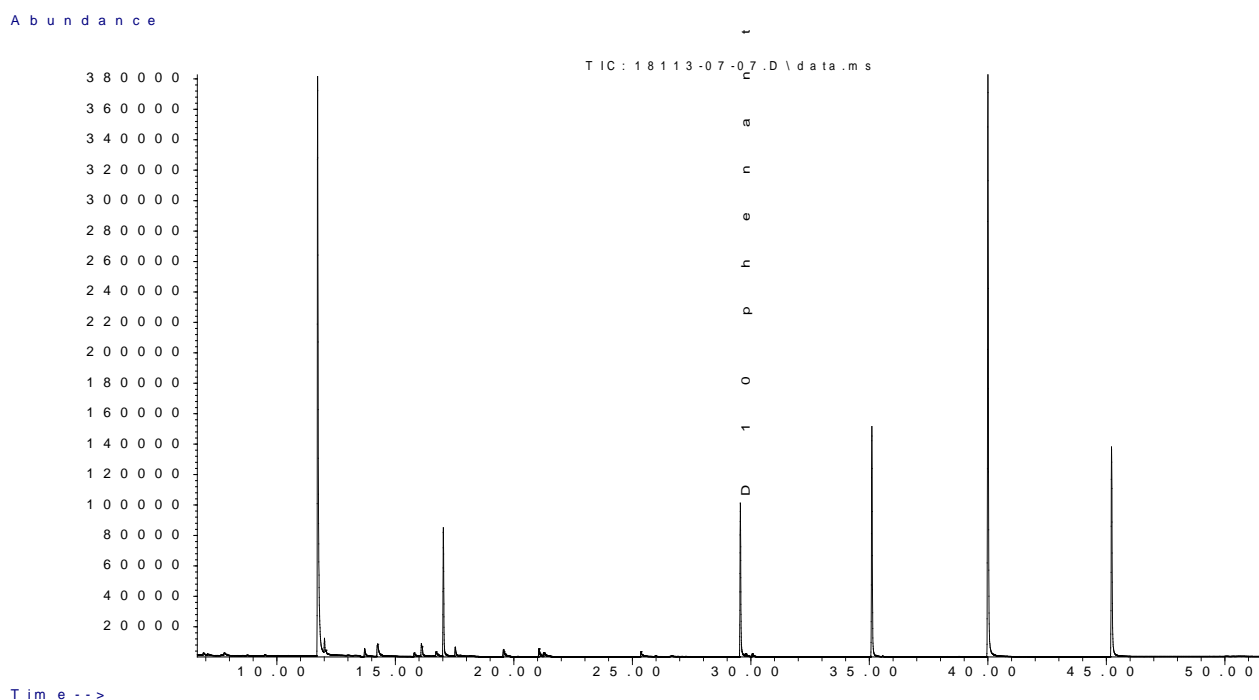
After photolysis of the phenol solution with the GO/TiO<sub>2</sub> composite, many substances should be taken in the solution based on photochemical degradation. Obtaining many curves at a length of 210-385 nm indicates a plurality of disintegration products (graph 2). This means that the phenol is fragmented and the density of the phenol in the solution is reduced. The amount and composition analysis of the products taken to prove the results were performed by gas chromatography mass spectroscopy (table 1).



**Graph 2 – UB analysis of 2 mg/l phenol+GO/TiO<sub>2</sub> composite after photolysis**

It was determined in less than 2 hours (without photolysis) by absorption of 20 ml of 2 mg/l of phenol solution and 2 ml of GO/TiO<sub>2</sub> solution (10: 1) at room temperature. It should be noted that for the first time experiments are carried out, the optimal conditions are not chosen for the absorption to go fast. Since our aim is to change the reactions of the photolysis process, absorption kinetics have not been fully investigated.

After photolysis, composition and quantitative analysis of the solution were carried out by gas chromatography mass spectroscopy (fig. 1).



**Figure 1 – 2 mg/l phenol +(GO+TiO<sub>2</sub>) solution total chromatography**

As a result, it should be noted that the current pollution of these ecosystems is the most urgent problem of environmental problems in order to protect the environment from polluted water to pure water basins. As a result, the world's fresh water reserves are decreasing. From this point of view, it is important to find new ways to maximize the amount of contaminated water and minimize the amount of toxic substances present there.

## Reference

1. Hu, Xuebing; Yu, Yun; Ren, Shuang; Lin, Na; Wang, Yongqing; Zhou, Jianer// Highly efficient removal of phenol from aqueous solutions using graphene oxide/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composite membrane- Journal of Porous Materials, vol. 25# 3p. 719 - 726(2018)
2. C. Santhosh, V. Velmurugan, G. Jacob, S.K. Jeong, A.N. Grace, A. Bhatnagar, Role of nanomaterials in water treatment applications: a review. Chem. Eng. J 306, 1116-1137 (2016)
3. F. Wang, Novel high performance magnetic activated carbon for phenol removal: equilibrium, kinetics and thermodynamics. J. Porous Mater. 24,1- 9 (2017)

4. S.N. Gosling, N.W. Arnell, A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Clim. Change* 134, 371-385 (2016)
5. C.H. Loh, Y. Zhang, S. Goh, R. Wang, A.G. Fane, Composite hollow fiber membranes with different poly (dimethylsiloxane) intrusions into substrate for phenol removal via extractive membrane bioreactor. *J. Membr. Sci.* 500, 236-244 (2016)
6. S. Mohammadi, A. Kargari, H. Sanaeepur, K. Abbassian, A. Najafi, E. Mofarrah, Phenol removal from industrial wastewaters: a short review. *Desalin. Water Treat.* 53, 2215-2234(2015)
7. L.G.C. Villegas, N. Mashhadi, M. Chen, D. Mukherjee, K.E. Taylor, N. Biswas, A short review of techniques for phenol removal from wastewater. *Curr. Pollut. Rep.* 2, 157-167 (2016)
8. X. Wang, M. Lu, H. Wang, Y. Pei, H. Rao, X. Du, Threedimensionalgraphene aerogels-mesoporous silica frameworks for superior adsorption capability of phenols. *Sep. Purif. Tech- nol.* 153, 7-13 (2015)
9. X. Wang, S. Huang, L. Zhu, X. Tian, S. Li, H. Tang, Correlation between the adsorption ability and reduction degree of graphene oxide and tuning of adsorption of phenolic compounds. *Carbon* 69, 101-112 (2014)
10. A. Marone, A.A. Carmona-Martinez, Y. Sire, E. Meudec, J.P. Steyer, N. Bernet, E. Trably, Bioelectrochemical treatment of table olive brine processing wastewater for biogas production and phenolic compounds removal. *Water Res.* 100, 316-325 (2016)
11. L. Yu, J. Chen, Z. Liang, W. Xu, L. Chen, D. Ye, Degradation of phenol using Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-GO nanocomposite as a heterogeneous photo-Fenton catalyst. *Sep. Purif. Technol.* 171, 80-87 (2016)
12. L.A. Ioannou, G.L. Puma, D. Fatta-Kassinos, Treatment of winery wastewater by physicochemical, biological and advanced processes: a review. *J. Hazard. Mater.* 286, 343-368 (2015)
13. B. Abussaud, H.A. Asmaly, Ihsanullah, T.A. Saleh, V.K. Gupta, T. laoui, M.A. Atieh, Sorption of phenol from waters on activated carbon impregnated with iron oxide, aluminum oxide and titanium oxide. *J. Mol. Liq.* 213, 351-359 (2016)
14. M. Ray, P. Bhattacharya, R. Das et al., Preparation and characterization of macroporous pure alumina capillary membrane using boehmite as binder for filtration application. *J. Porous Mater.* 22, 1043-1052 (2015)
15. J. Yu, Y. Pan, C. Wang, Z. Lai, ZIF-8 membranes with improved reproducibility fabricated from sputter-coated ZnO/ alumina supports. *Chem. Eng. J.* 141, 119-124 (2016)
16. R. Shang, A. Goulas, C.Y. Tang, X.F. Serra, L.C. Rietveld, S.G.J. Heijman, Atmospheric pressure atomic layer deposition for tight ceramic nanofiltration membranes: synthesis and application in water purification. *J. Membr. Sci.* 528, 163-170 (2017)
17. S. Liu, H. Hou, X. Liu, J. Duan, Y. Yao, Q. Liao, High performance binder-free reduced graphene oxide nanosheets/Cu foam anode for lithium ion battery. *J. Porous Mater.* 24, 141-147(2017)

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ СПЛОШНЫХ САНИТАРНЫХ РУБОК В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЧЕЧЕРСКОГО СПЕЦЛЕСХОЗА

**Авдеев В. В.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, lesggu@yandex.ru  
Научный руководитель – Климович Л. К., ст. преподаватель

*In this article was described local experience of clear-cutting sanitary felling in conditions of forest nuclear pollution. Also there were described technology of logging and method of reforestation.*

В лесах Республики Беларусь по масштабам усыхания и интенсивности развития «короедное усыхание сосны» превышает все известные патологии [1]. Впервые на территории Беларуси усыхание сосны по этой причине зарегистрировано в 2010 году на территории Полесья. В настоящее время больше всего от усыхания деревьев страдают Гомельская и Брестская области. Масштабное распространение жука-короеда на территории Беларуси приносит колоссальный вред лесному фонду.

В поврежденных, погибших, а также в утративших биологическую устойчивость лесных насаждениях в результате воздействия вредителей и болезней леса, вызвавших необратимую потерю их жизнеспособности и (или) способности выполнять целевые функции, если лесохозяйственные мероприятия не могут привести к сохранению и оздоровлению насаждений, проводят сплошные санитарные рубки (ССР) [2].

Разработан алгоритм проведения санитарно-оздоровительных мероприятий в сосновых насаждениях (обследование поврежденных и расстроенных сосновых насаждений, сплошные санитарные рубки, очистка лесосек от порубочных остатков и их оперативное сжигание с соблюдением правил пожарной безопасности в лесах Беларуси, лесовосстановление, обеспечивающее формирование смешанных, разновозрастных насаждений) [3].

Проблема усыхания сосновых насаждений от вершинного и шестизубчатого короедов в ГСЛХУ «Чечерский спецлесхоз» актуальна. Объем сплошных санитарных рубок в очагах короедного усыхания ежегодно возрастает.

В Беляевском лесничестве спецлесхоза в 2018 году ССР проведены на площади 114 га с заготовкой 32200 м<sup>3</sup> ликвидной древесины сосны.

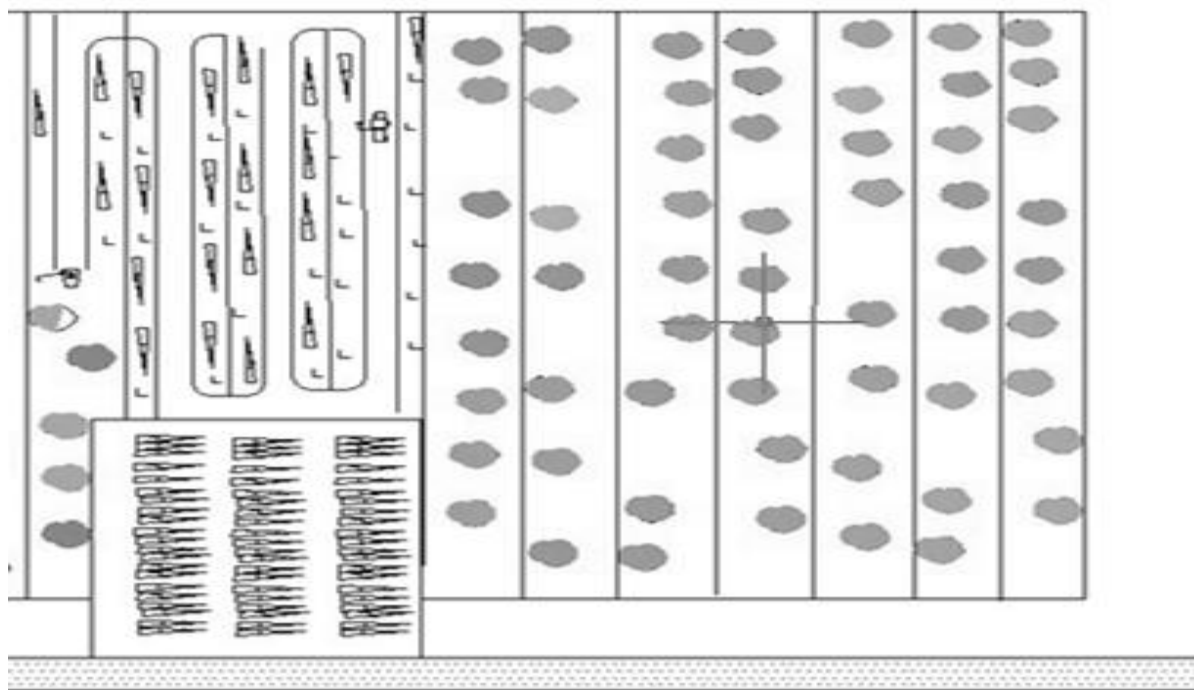
Уже к 40 годам продуктивные насаждения сосны подвержены усыханию. Полноты насаждений находятся в пределах 0,5–0,7. Состав насаждений – сосняки с примесью березы и осины.

Сплошные санитарные рубки в ГСЛХУ проводятся в соответствии с «Санитарными правилами в лесах Республики Беларусь» [2] и с «Правилами рубок леса» [4].

Сплошные санитарные рубки проводятся сразу после появления признаков усыхания деревьев. Рубка, проведенная в течение осенне-зимнего периода, является неэффективной, поскольку большинство взрослых насекомых зимует вне дерева.

В ГСЛХУ «Чечерский спецлесхоз» сплошные санитарные рубки проводятся с использованием многооперационной техники. Валка деревьев, очистка их от сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится харвестером Амкодор 2541. Трелевка древесины осуществляется сортиментами, поэтому обрезка сучьев и раскряжевка производится непосредственно на пасаках или волоках на лесосеке. Сортименты вывозятся из лесосеки погрузочно-транспортной машиной МПТ-461.1.

Применяется узкопосечная технология разработки лесосек (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Схема разработки лесосеки с применением харвестера**

После проведения сплошных санитарных рубок в усыхающих сосняках порубочные остатки сжигают – это единственный способ не дать вылететь жукам, так как они находятся и питаются под корой деревьев. Учитывая радиоактивное загрязнение территории лесхоза радионуклидами, сжигание порубочных остатков является нежелательным мероприятием.

Предложено порубочные остатки измельчать мульчером Seppi M Miniforst 200 (рисунок 2). После просыхания они уже не заселяются вредителями. При этом полностью исключается ручной труд при очистке лесосек. Мульчер можно использовать для ухода за лесом, создания минерализованных полос, просек.

В качестве лесовосстановительного метода используется создание лесных культур. Культуры создаются преимущественно смешанные, в основном с участием в составе хвойных и мягколиственных пород. Этот метод имеет смысл в случае обеспечения качественных агротехнических и лесоводственных уходов на всех этапах развития древостоев.

Однако насаждения естественного происхождения являются более устойчивыми (в частности, к поражению корневой губкой, которая является наряду

с вершинным короедом основным фактором поражения сосняков). Так как количество его не всегда достаточно, проводятся мероприятия по содействию естественному возобновлению (минерализация почвы).



**Рисунок 2 – Лесной измельчитель - мульчер Seppi M Miniforst 200**

Содействие естественному возобновлению леса может производиться путем сохранения жизнеспособных деревьев (или куртин здоровых деревьев) при проведении сплошных санитарных рубок. Это могут быть лиственные породы, деревья второго яруса, подрост.

Выбор в пользу естественного возобновления леса как основного метода лесовосстановления в условиях усыхания сосны имеет экономический (снижение затрат на создание и уход за лесными культурами) и экологический эффекты. Естественное восстановление леса сможет обеспечить формирование более устойчивых смешанных разновозрастных насаждений.

#### **Список цитированных источников**

1. Национальный интернет-портал Республики Беларусь. Зямля і людзі. Вершинный короед угрожает нашим лесам. – 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zilmogilev.by/> – Дата доступа: 14.02.2019.

2. Об утверждении «Санитарных правил в лесах Республики Беларусь»: Постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 19 декабря 2016 г. № 79 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 31.12.2016, 8/31603.

3. Правила пожарной безопасности в лесах Республики Беларусь – Введ. 31.12.16 г. – Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, 2016. – 17 с.

4. Об утверждении «Правил рубок леса в Республике Беларусь»: Постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 19 декабря 2016 г. № 68 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 31.12.2016, 8/31584.



## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В ГОРОДЕ ПИНСКЕ

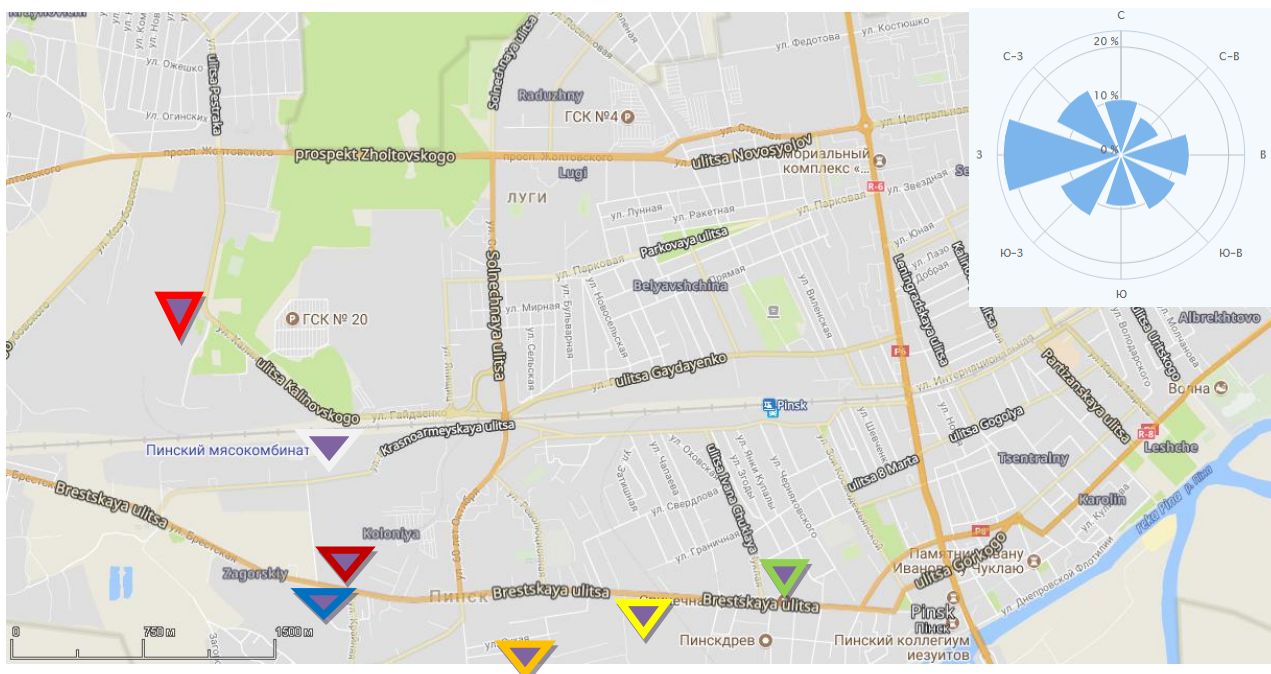
**Андрейцева О. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, *antonovich.olka@mail.ru*  
 Научный руководитель – Мешик О. П., к.т.н., доцент

*The article describes some environmental problems that result from the pollution of natural waters and atmospheric air in the city of Pinsk.*

Город Пинск – крупный промышленный центр. В городе работает более 50 промышленных предприятий. В экономике города занято свыше 57 000 человек, из них почти 20 тысяч — в промышленности. В Пинске действуют 20 совместных и 4 иностранных предприятия. Ведущие отрасли: лесная и деревообрабатывающая промышленность (37,2 % общего объема производства), легкая промышленность (27,8 %), пищевая промышленность (17,1 %), машиностроение и металлообработка (11,8 %), мукомольно-крупяная и комбикормовая промышленность (4,2 %). Работают предприятия химической, микробиологической, полиграфической и других отраслей [1].

Большая часть промышленных предприятий города Пинска расположена в западной части. Учитывая, что преобладающим направлением ветра является западное, большая часть города подвержена влиянию выбросов промышленных предприятий (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Местоположение отдельных предприятий города Пинска**

Приоритетными веществами, определяющими загрязнение воздуха в городе, являются твердые вещества, формальдегид, оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, углеводороды.

ГУ «Пинский зональный центр гигиены и эпидемиологии» в рамках осуществления государственного санитарного надзора, на постоянной основе, с периодичностью не реже 1 раза в квартал, проводит исследования качественного и количественного состава загрязняющих веществ приземного слоя атмосферного воздуха. В таблице 1 приведены данные по загрязнению атмосферного воздуха в городе Пинске [2] в 2018 году.

**Таблица 1 – Загрязнение атмосферного воздуха по данным лабораторных исследований за истекший период 2018 года**

Загрязняющее вещество	Количество проведенных исследований	Обнаруженная средняя концентрация мкг/м <sup>3</sup>	Предельно-допустимый уровень (ПДК) мкг/м <sup>3</sup>	Обнаруженная концентрация в долях ПДК
Твердые частицы	86	170,0	300,0	0,56 ПДК
Свинец	64	0,28	1,0	0,28 ПДК
Оксид азота	58	менее 80,0	250,0	менее 0,32 ПДК
Диоксид серы	64	менее 80,0	500,0	менее 0,16 ПДК
Формальдегид	46	менее 10,0	30,0	менее 0,33 ПДК
Фенол	44	Менее 4,0	10,0	менее 0,4 ПДК
Аммиак	42	26,57	200,0	0,14 ПДК

За период 2018 года центром проведено 660 исследований атмосферного воздуха по показателям: пыль, азота диоксид, серы диоксид окислы азота, аммиак, фенол, формальдегид, свинец. Превышений установленных гигиенических нормативов содержания вредных веществ в атмосферном воздухе не устанавливалось. Так, концентрация твердых частиц (пыль/аэрозоль) держится на уровне 0,6 ПДК, концентрация оксида азота составляет менее 0,5 ПДК, остается стабильно низким и содержание в воздухе диоксида серы – пробы не превышают 0,2 ПДК, концентрации фенола и формальдегида также держатся на уровне 0,4 ПДК. Концентрация свинца в приземном слое атмосферного воздуха в зоне влияния СООО «Эксайт Текнолоджис» не превышает порогового значения и составляет 0,3 ПДК.

КПУП «Пинскводоканал» на постоянной основе ведёт наблюдение за сбрасываемыми сточными водами от промышленных предприятий на очистные сооружения, а также за концентрациями очищенных сточных вод (таблица 2). При превышении предельно-допустимых концентраций на предприятия-загрязнители налагаются штрафные санкции в соответствии с действующим законодательством.

После очистки сточных вод очистные сооружения сбрасывают воды в реку Припять. Гидрохимический мониторинг на реке Припять осуществляется в следующих пунктах: Большие Диковичи; 1 км выше г. Пинска; 3,5 км ниже г. Пинска; 1 км выше г. Мозыря; 1 км ниже г. Мозыря; 45 км ниже г. Мозыря; 2 км восточнее населённого пункта Довляды.

Установлено превышение ПДК по железу общему, меди, цинку, нефтепродуктам в реке Припять. Загрязнения никелем и СПАВ находятся на допустимом уровне. Рост загрязнений наблюдается от истока к устью реки, за исключением показателей по меди. Значительный рост максимальных значений

концентраций меди имеет место в створе 3,5 км ниже Пинска, что связано с функционированием в городе Пинске предприятий, являющихся основными источниками формирования избыточных концентраций (Филиал «Камертон» ОАО «Интеграл», ОАО «Пинский завод искусственных кож», ЗАО «ХК «Пинскдрев» (спичечная фабрика)).

**Таблица 2 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах предприятий г.Пинска (данные КПУП «Пинскводоканал»)**

Предприятие	Значения	Показатели, мг/л					
		Железо общее	Медь	Цинк	Никель	Нефтепродукты	СПАВ (анионный)
Филиал ОАО «Берестейский пекарь» Пинский хлебозавод	Допуст.	3	-	-	-	1	2
	Действ-е	1,2	-	-	-	0,4	1,4
ПФ ОАО «Савушкин продукт»	Допуст.	3	-	-	-	1	2
	Действ-е	1,2	-	-	-	0,2	0,1
ОАО «Пинский мясокомбинат»	Допуст.	3	-	-	-	1	2
	Действ-е	1,6	-	-	-	0,3	0,42
Филиал «Камертон» ОАО «Интеграл»	Допуст.	3	0,2	0,2	0,15	1	2
	Действ-е	1,1	0,005	0,012	<0,01	0,6	0,3
ОАО «Пинский завод искусственных кож»	Допуст.	3	0,2	0,2	-	1	2
	Действ-е	0,51	0,002	0,02	-	0,2	0,2
СООО «Эксайд Технолоджиз»	Допуст.	3	-	0,2	-	1	2
	Действ-е	2,1	-	0,011	-	2,5	6,3
ЗАО «ХК «Пинскдрев» (спичечная фабрика)	Допуст.	3	0,2	0,2	-	1	2
	Действ-е	0,25	0,003	0,02	-	0,2	0,7

Установленная динамика средних концентраций загрязнения железом общим и цинком показала, что имеет место их колебание, показывающее в целом небольшое снижение концентраций по железу общему и увеличение по цинку. Колебание концентраций по годам увязывается, во многом, с гидрологическим режимом реки Припять (годовыми расходами воды) и объемами сбросов сточных вод.

Основными источниками загрязнения воды реки Припять являются предприятия города Пинска, средние концентрации цинка в исходной сточной воде, поступающей на очистные сооружения, составляют 0,018 – 0,022 мг/л, при допустимых значениях 0,027 мг/л. На выходе из очистных сооружений сброс в реку Припять осуществляется при концентрациях 0,012 – 0,016 мг/л, что является оптимальным. Однако результаты обобщения за период с 2000 по 2015 гг. данных мониторинга показали, что в отдельные периоды года максимальные концентрации цинка в воде реки Припять превышают значение ПДК, кроме 2003-2005 гг.

Установлена связь содержания железа в воде реки Припять в зависимости от площади водосбора/длины реки. Динамика концентраций железа по годам за период 2003 – 2015 гг. для створов выше и ниже города Пинска показывает синхронность их колебания, что предполагает поиск связей загрязнения природных вод не только под воздействием антропогенных факторов, а и с учетом естественных причин, природного происхождения. К таким причинам следует отнести колебание речного стока и термического режима, которые в совокупности со сбросами сточных вод и концентрациями загрязнителей дают итоговое содержание железа общего в русловых водах Припяти [3].

Выполненная работа позволяет оценить вклад промышленных предприятий города Пинска в качество окружающей природной среды

#### **Список цитированных источников**

1. Данные Пинского района. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Пинск> – Дата доступа: 25.03.2019.
2. Данные Пинского района. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pinsk.gov.by> – Дата доступа: 25.03.2019.
3. Жолох, А. А. Анализ гидрохимических показателей воды реки Припять / А. А. Жолох, О. В. Антонович // Сб. конкурсных научн. работ студентов и магистрантов в 2-х ч. / БрГТУ; под ред. В.С. Рубанова [и др.], – Брест, 2017. – С. 22-25.

УДК 594.382.4:591.15

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНХИОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *HELIX POMATIA* ИЗ ДВУХ ПОПУЛЯЦИЙ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА**

**Андрейчук И. Л.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [galkovnat@gmail.com](mailto:galkovnat@gmail.com)  
Научный руководитель – Ковалевич Н. Ф.

*The article shows differences between the populations studied according to the morphometric features of the Helix pomatia shell. The most probable cause of the phenomenon described is different levels of biotope urbanization and microclimatic differences in habitats which are also related to the intensity of urbanization processes.*

Наземные моллюски являются удобными модельными объектами для проведения исследования микроэволюционных процессов. Они характеризуются низким уровнем миграционной активности. Виноградная улитка *Helix pomatia*

является наиболее распространенным видом брюхоногих моллюсков на Беларуси и имеет большую хозяйственную значимость. Изучение изменчивости наземных моллюсков является популярным направлением исследований вследствие того, что для них характерна четко регистрируемая внутри- и межпопуляционная изменчивость в отношении как количественных, так и качественных признаков раковины и мягких тканей. Морфологические параметры живых организмов формируются под влиянием двух факторов: генофонда животного и влияния окружающего пространства. В связи с этим, целью нашего исследования является изучение особенностей изменчивости конхиометрических показателей *Helix pomatia* из двух популяций Барановичского района.

Материалом исследования послужили раковины *Helix pomatia*, собранные в мае 2018 года в районе старого парка г. Барановичи и в д. Полонка Барановичского района. Для проведения исследований использовались только взрослые особи, размер выборки составил 60 особей. Измеряли морфометрические параметры раковины (большой диаметр раковины, малый диаметр раковины, высота раковины, высота завитка, высота устья, ширина устья) и рассчитывали их отношения.

Результаты анализа морфометрической изменчивости раковины представлены в таблице 1. Сравнительный анализ морфометрических показателей четырех выборок позволил выявить некоторые особенности. Раковины моллюсков, собранных в районе д. Полонка, крупнее, чем в районе старого парка г. Барановичи и обладают большими размерами устья. Раковины этих моллюсков имеют более округлую форму раковины и широкое в сравнении с раковиной устье. Раковины моллюсков, собранные в районе старого парка г. Барановичи, обладают более широкой изменчивостью по сравнению раковинами из д. Полонка, однако значение коэффициента изменчивости колеблется в низких пределах.

Популяциям виноградной улитки в условиях урбанизированного ландшафта присущ набор характерных признаков: наименьшие (относительно других местообитаний) размеры раковины, наибольшая вариабельность метрических конхологических признаков и самая тесная их взаимозависимость. Можно предположить, что это является комплексной адаптивной реакцией популяции на изменчивые и относительно малоблагоприятные условия обитания в урбанизированном ландшафте. Относительная внутрипопуляционная стабильность морфологических показателей наряду с их зависимостью от окружающей среды позволяет рекомендовать метрические конхологические признаки улитки *H. pomatia* оценки уровня антропогенного влияния на среду их обитания [1].

Особи этих выборок развивались в практически одинаковых условиях растительности, однако моллюски старого парка г. Барановичи были подвержены более сильному антропогенному воздействию по сравнению с моллюсками д. Полонка. Немаловажно наличие теплового фактора особей старого парка, так как температура в городской черте на несколько градусов выше, что влияет на морфологию раковин. Местообитание моллюсков деревни Полонка Барановичского района отличается низким уровнем урбанизации, что благоприятствует стойкому сохранению видовых конхологических характеристик виноградной улитки при меньшем уровне изменчивости морфометрических показателей раковин.

**Таблица 1 – Сравнительная характеристика морфометрических показателей раковин *Helix pomatia* из выборок Барановичского района**

Показатель	г. Барановичи, старый парк, 60 шт.		Барановичский район, пос. Полонка, 60 шт.		Достоверность отличий X ср, p
	X±S <sub>x</sub> , мм	C <sub>v</sub> ±S <sub>cv</sub> , %	X±S <sub>x</sub> , мм	C <sub>v</sub> ±S <sub>cv</sub> , %	
Большой диаметр (БД)	42,68±0,24	4,41±0,40	44,9±0,17	2,98±0,27	0,001
Малый диаметр (МД)	37,57±0,24	5,01±0,46	39,3±0,24	4,76±0,43	0,001
Высота раковины (ВР)	42,35±0,22	4,00±0,37	46,0±0,17	2,89±0,26	0,001
Высота устья (ВУ)	27,77±0,26	7,18±0,66	29,2±0,18	4,77±0,44	0,001
Ширина устья (ШУ)	23,03±0,20	6,83±0,62	26,6±0,14	4,00±0,37	0,001
Высота завитка (ВЗ)	14,58±0,13	6,72±0,61	16,7±0,12	5,68±0,52	0,001
ВР/БД	0,99±0,002	1,88±0,17	1,02±0,002	1,26±0,12	0,001
ВР/МД	1,13±0,004	2,46±0,22	1,17±0,004	2,73±0,25	0,001
ШУ/БД	0,54±0,002	3,45±0,32	0,59±0,003	3,74±0,34	0,001
ШУ/МД	0,61±0,003	3,32±0,30	0,67±0,004	4,30±0,39	0,001
ВУ/БД	0,65±0,003	3,37±0,31	0,65±0,003	3,41±0,31	>0,05
ВУ/МД	0,74±0,003	3,61±0,33	0,74±0,003	3,24±0,30	>0,05
ШУ/ВР	0,54±0,003	4,03±0,37	0,57±0,003	3,56±0,33	0,001
ВУ/ВР	0,66±0,004	4,14±0,38	0,63±0,002	3,02±0,28	0,001
ШУ/ВУ	0,83±0,004	3,45±0,31	0,90±0,004	3,28±0,30	0,001
МД/БД	0,88±0,002	1,59±0,16	0,87±0,003	3,51±0,23	>0,05

Таким образом, наиболее вероятная причина обнаруженных отличий между морфометрическими показателями раковин моллюсков, обитающих в районе старого парка г. Барановичи и д. Полонка Барановичского района, – различный уровень урбанизации биотопов и микроклиматические различия местообитаний, связанные также и с интенсивностью урбанизационных процессов.

#### **Список цитированных источников**

1. Сверлова, Н. В. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость моллюсков в урбанизированной среде / Н. В. Сверлова, Л. Н. Хлус, С. С. Крамаренко. – Львов, 2006. – 226 с.

## АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА *RHODODENDRON MAXIMUM* L. И *RHODODENDRON SMIRNOVII* (TRAUTV.)

**Багнюк М. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [marysja\\_bmw@tut.by](mailto:marysja_bmw@tut.by)  
Научный руководитель – Жигар М. П., к. б. н., профессор

*The study of the anatomical structure of the leaf is necessary to solve the problems of physiology, diagnosis, taxonomy. Comparison of the climatic conditions of natural areas, as well as the areas of introduction of the studied species of the genus *Rhododendron* L., makes it possible to find ways to influence the process of leaf formation, as well as the organism as a whole.*

Использование и интродукция видов рода *Rhododendron* L. является необходимым условием для разработки методов управления ростом и развитием этих растений.

В качестве объектов исследования были выбраны представители рода *Rhododendron* L. – *Rhododendron maximum* L. и *Rhododendron smirnovii* (Trautv.). Для исследования образцы отбирали как минимум с 3-х особей каждого вида, с одновозрастных особей, в сходных условиях обитания, с одной высоты от уровня почвы, с одной из сторон света. Отбирали не очень крупные образцы и фиксировали весь орган. Листья этикетировали и помещали в фиксатор. Для вегетативных органов лучшим фиксатором является 96% спирт, но он сильно обезвоживает материал и делает его хрупким, поэтому после 10–15 дней выдержки в спирте (после уплотнения материала), к образцам добавляли от 1/3 до 1/2 по объёму глицерин и в этой смеси хранили материал. Глицерин, пропитывая материал, увеличивает его плотность. Выдержка материала в фиксирующей жидкости способствует его уплотнению, т. к. вода из объекта «уходит» в фиксатор, что значительно повышает качество срезов [1]. Препараты готовили по общепринятой в анатомии растений методике [2]. Анализ исследованных объектов проводили на световых микроскопах Р-15, С-11, Микмед-5 в проходящем свете.

Исследовав морфо-анатомическую структуру ассимиляционного аппарата *Rhododendron maximum* L. и *Rhododendron smirnovii* (Trautv.), выявили следующее:

- верхний эпидермис у обоих видов однослойный как у листа первого года, так и у листа второго года, но у *Rh. Smirnovii* (Trautv.) в листе второго года толщина внешних стенок увеличивается в 2 раза. Форма основных клеток обоих видов – прямоугольная; у *Rh. maximum* L. в листе второго года тангентальные размеры основных клеток по сравнению с листом первого увеличиваются в 2 раза, тогда как радиальные размеры уменьшаются в 2 раза; у *Rh. smirnovii* (Trautv.) в листе второго года радиальный размер кутикулярного слоя по сравнению с листом первого года увеличивается в 2 раза, в то время как у *Rh. maximum* L. радиальный размер кутикулярного слоя остаётся неизменным

у листов обоих лет; для верхнего эпидермиса у *Rh. smirnovii* (Trautv.) характерно наличие трихом, а у *Rh. maximum* L. они отсутствуют;

- нижний эпидермис у обоих видов первого года – однослойный; второго года – двухслойный в области проводящего пучка; у *Rh. maximum* L. клетки вытянуты, овальной формы, а *Rh. smirnovii* (Trautv.) клетки нижнего эпидермиса имеют округлую форму. У *Rh. maximum* L. тангентальные размеры основных клеток в листах первого и второго года не меняются, тогда как радиальные размеры основных клеток увеличиваются в 2 раза. Для нижнего эпидермиса у *Rh. smirnovii* (Trautv.) характерно густое опушение войлочными волосками, а у *Rh. maximum* L. – отсутствует. У обоих видов устьичный аппарат парацитного типа. Устьица погружены, располагаются с нижней стороны листа;

- механическая ткань представлена склеренхимой. У *Rh. smirnovii* (Trautv.) она опоясывает флоэму кольцом в области проводящего пучка и достигает 5–6 слоев, а также под верхней эпидермой; в черешке *Rh. maximum* L. склеренхима располагается только под верхней эпидермой;

- столбчатый мезофилл у листа первого и второго года у *Rh. maximum* L. имеет зернистую структуру и образован 3 слоями вытянутых, плотно прилегающих друг к другу клеток, а у *Rh. smirnovii* (Trautv.) столбчатый мезофилл образован 2 слоями клеток овальной формы;

- клетки губчатого мезофилла, примыкающие к абаксиальной стороне, овальной неправильной формы. Размеры клеток губчатого мезофилла в листе первого года по сравнению с листом второго года увеличиваются на 10–15 мкм. Губчатый мезофилл расположен рыхло, содержит межклетники; радиальные размеры клеток губчатого мезофилла у *Rh. maximum* L. в листе первого года по сравнению с листом второго года увеличиваются в 1,5 раза, в то время как тангентальные размеры остаются неизменными. У *Rh. Smirnovii* (Trautv.) и радиальные, и тангентальные размеры клеток губчатого мезофилла не изменяются у листов обоих лет;

- у исследуемых видов проводящая система листа представлена одним концентрическим открытым коллатеральным проводящим пучком. Форма поперечного сечения пространства у *Rh. smirnovii* (Trautv.) – крыловидного эллипса, а у *Rh. maximum* L. – округлая;

- у обоих видов в листе 2-го года все размеры проводящей системы по сравнению с листом 1-го года увеличиваются в 1,5–2 раза, как показали исследования, за счет радиальных размеров флоэмы.

### **Список цитированных источников**

1. Еремин, В. М. Выпускные квалификационные работы по структурной и экологической анатомии растений : метод. рекомендации к выполнению ВКР / В. М. Еремин, Н. В. Шкуратова. – Южно-Сахалинск, 2008. – 32 с.

2. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – Москва: Высш. шк., 1960. – 206 с.



## ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ВОДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОСИСТЕМЫ Р. ЕРТИС (ИРТЫШ)

**Баспакова Г. Р., Загидуллина А. Р., Сапарова А. А.\***

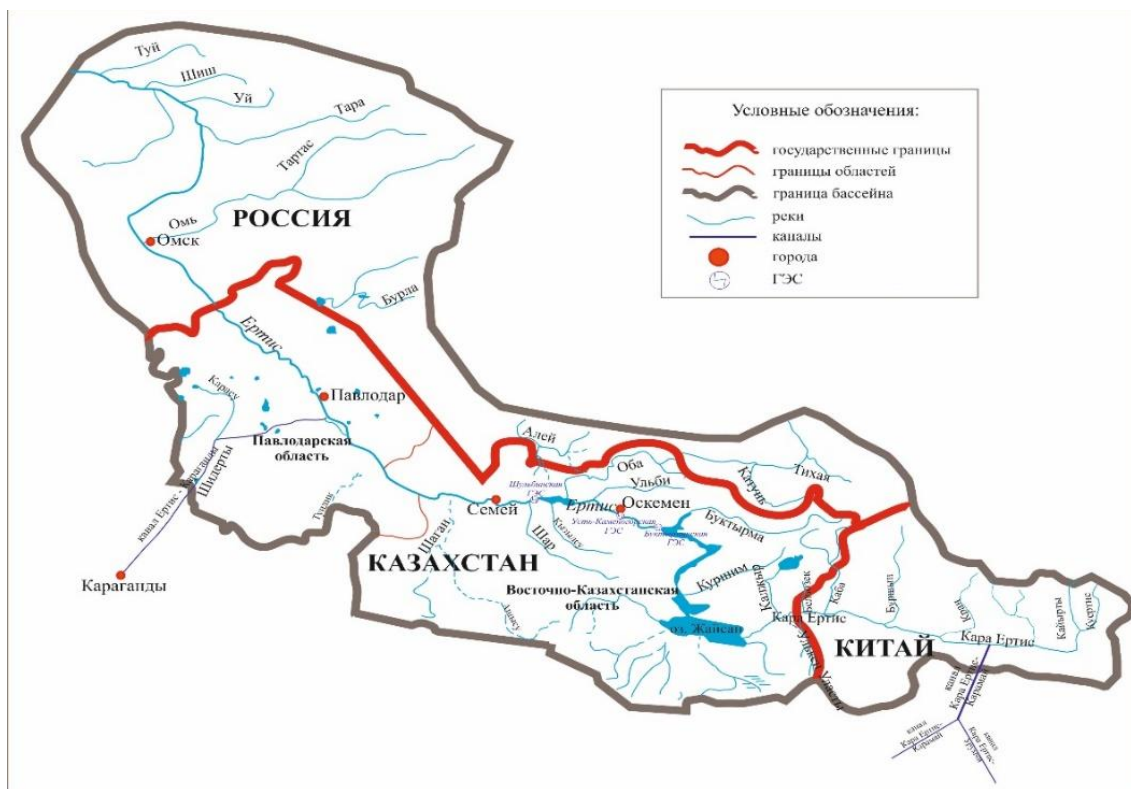
Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Республика Казахстан, zagidullina\_a\_88@mail.ru, sharafedenova@mail.ru

\*Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. Сатпаева, г. Алматы, Республика Казахстан, aselek.a.s@mail.ru

Научный руководитель – Саркынов Е. С., к.т.н., профессор

*The main water problems of the ecosystem of the transboundary river Ertis (Irtysh) and the ways to solve them are identified. Particular attention is paid to the absence of a trilateral international agreement on water sharing. Compensatory measures are proposed for anthropogenic reduction and pollution of runoff.*

Трансграничная река Ертис (Иртыш) берет начало на склонах Монгольского Алтая в Китае, где под названием Кара Ертис (Черный Иртыш) течет в Казахстан и впадает в проточное озеро Жайсан (Зайсан), откуда уже собственно Ертис (Иртыш) проходит через каскад ГЭС, неся свои воды в Россию, где в районе г. Ханты-Мансийска впадает в р. Обь. Длина р. Ертис составляет 4280 км (618 км на территории КНР, 1698 км на территории РК и 1964 км на территории РФ) [1], это самая длинная река-приток в мире. Примечательно, что длина Ертиса превышает длину самой Оби, а вместе Обь с Ертисом – самый протяженный водоток в России, второй по протяженности в Азии и шестой в мире (5410 км). На рисунке 1 представлена схема бассейна р. Ертис.



**Рисунок 1 – Схема бассейна р. Ертис**

Водные ресурсы р. Ертис представляют особую важность для всех трех государств, на территории которых простирается ее бассейн.

В Китае водные ресурсы Кара Ертиса являются главным источником водообеспечения Синьцзян-Уйгурского автономного района (СУАР), который с 2000 г. интенсивно развивается в рамках реализации крупномасштабной китайской программы экономического развития западных провинций «Go West» («Идти на запад»), куда входят проекты по развитию в регионе нефтегазовой отрасли, угольной промышленности, а также увеличению площади орошаемых земель. Освоение водных ресурсов сопровождается повсеместным регулированием стока рек, в том числе переброской воды в соседние вододефицитные районы. Так в среднем течении Кара Ертиса функционирует крупный гидроузел с Карасуйским водохранилищем, откуда берет начало крупнейший водоотводной канал «Кара Ертис – Каратай – Урумчи». После прохождения общего участка протяженностью около 139 км канал разделяется на два направления: на г. Каратай протяженностью 335 км, второй – на г. Урумчи протяженностью около 470 км (рисунок 1). По каналу уже перебрасывается более  $2,5 \text{ км}^3$  стока Кара Ертиса, однако, по различным экспертным оценкам казахстанских специалистов, проектная пропускная способность канала составляет  $5,0-7,0 \text{ км}^3$  при общем объеме стока  $9,5 \text{ км}^3$  в средний по водности год.

Для вододефицитного в целом Казахстана водные ресурсы Ертиса имеют исключительную важность, т. к. Ертисский бассейн является самым водообеспеченным в республике [2] и удовлетворяет потребности питьевого водоснабжения и отраслей экономики (в особенности промышленности) не только восточного региона, но и посредством переброски части стока через канал им. К. Сатпаева («Ертис-Караганда») протяженностью 458 км промышленные объекты Караганды, Экибастуза и Темиртау, а также столицу Астану. Ертисский бассейн рассматривается в качестве потенциального «донора воды», является основой формирования Единой системы водообеспечения Республики Казахстан (ЕСВО РК) [3-4]. Работа каскада Ертисских ГЭС, функционирующих со второй половины XX века, обеспечивает электроэнергией многочисленные промышленные объекты, населенные пункты, а также регулирует сток в среднем и нижнем течении реки, в том числе природоохранные выпуски для обводнения крупнейшей Павлодарско-Омской поймы [5].

В России воды Иртыша удовлетворяют нужды населения Омской и Тюменской областей, обеспечивают судоходство, посредством которого осуществляется транспортное сообщение в условиях заболоченности сибирских территорий, имеющих крайне редкую сеть автомобильных и железных дорог, в том числе важнейший для данного региона «северный завоз» [6-7]. Биоразнообразие плодородной поймы р. Иртыш представляет уникальную природную (флора и фауна) и хозяйственную ценность (заливные луга, сенокосы, пастбищные угодья) [7].

Таким образом, трансграничная река Ертис и ее притоки испытывают огромную, все возрастающую антропогенную нагрузку, которая неминуемо ведет к сокращению и загрязнению стока, деградации крупнейшей поймы, истощению природных запасов, нарушению экологического равновесия.

Так, предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ: тяжелые металлы (медь, цинк, железо, марганец, кадмий), нефтепродукты, ртуть, а в последнее время еще и биогенные элементы (азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный), превышают нормативы в среднем в 2-10 раз, максимально до 50 и более раз [8-10].

Положение усугубляется отсутствием в бассейне единой водохозяйственной политики, предусматривающей комплексное использование водных ресурсов Ертиса с учетом интересов всех трансграничных государств, а также требований экосистемы самого бассейна. В этом отношении КНР отказывается вести трехсторонние переговоры, предпочитая договариваться с РК и РФ по отдельности. Казахстанско-китайские переговоры ведутся с 1990-х гг., но, как говорится, «воз и ныне там». Тем временем вводятся в эксплуатацию различные гидротехнические и ирригационные объекты на притоках и самом Кара Ертисе, приближая завершение проекта водоснабжения СУАР. Казахстанско-российские водные отношения по р. Ертис закрепились в Соглашении между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов от 27 августа 1992 года (г. Оренбург), принятом 7 января 1993 года Российско-Казахстанской комиссией [11]. По факту гарантированная водоотдача в Россию по р. Ертис осуществляется согласно «Правилам использования водных ресурсов Верхне-Ертисского каскада водохранилищ» [12], т. е. носит энергетическую направленность [5-6, 9].

Дальнейшие несогласованные действия трансграничных государств, в первую очередь колоссальные водозаборы на китайской территории, без адекватных компенсационных мер могут вызвать самую настоящую экологическую катастрофу: падение уровня озера Жайсан (Зайсан) с последующим разделением его и Буктырминского водохранилища, снижение выработки электроэнергии Ертисским каскадом ГЭС, прекращение судоходства на всем протяжении Ертиса, деградация уникальной поймы, ущерб рыбному хозяйству, сельскому хозяйству, увеличение концентрации загрязняющих веществ за счет сокращения стока, как следствие, ухудшение эпидемиологической обстановки, в том числе непригодность воды для питьевого и хозяйственного потребления, загрязнение подземных вод.

Избежать такого апокалиптического сценария возможно лишь в случае рациональных, согласованных, совместных решений и действий трех трансграничных государств. Также необходимо оптимизировать водопользование путем повсеместного введения водосберегающих технологий, повторного и оборотного водоснабжения, пересмотреть правила регулирования Ертисского каскада ГЭС, возможно снизить уровень Буктырминского водохранилища. Кроме того, необходимо ужесточить контроль качества водных ресурсов, исключить сброс недоочищенных сточных вод. Принимая во внимание тот факт, что Китай не спешит заключать какие-либо договоры о водodelении трансграничной р. Ертис, в ближайшей перспективе ожидать уменьшения водозаборов на его территории не следует. В таких условиях необходимо всерьез подойти к вопросу о переброске в Казахстан части стока сибирских рек, впервые рассмотренному еще в 1960-х гг. (переброска стока из верхней части бассейнов рр. Катунь и Аргут в р. Буктырма) [3].

#### **Список использованных источников**

1. Отчет о деятельности Ертисской БИ за 2010 г. / Ертисская бассейновая инспекция по регулированию использования и охране водных ресурсов КВР МСХ РК: – 2011. – 94 с.

2. Ресурсы речного стока Казахстана: Возобновляемые ресурсы поверхностных вод Западного, Северного, Центрального и Восточного Казахстана / под науч. ред. Гальперина Р. И. – Алматы, 2012. – Том 7. – Кн. 1. – 684 с.

3. Территориальное перераспределение водных ресурсов Казахстана: возможность и целесообразность: Межбассейновые и трансграничные переброски речного стока: состояние и перспективы (30-томная монография «Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление) / под науч. ред. И. М. Мальковского. – Алматы, 2012. – Т. 8. – Кн. 2. – 414 с.
4. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы устойчивого водообеспечения / А.Р. Медеу, И.М. Мальковский, Л.С. Толеубаева, С.К. Алимкулов. – Алматы, 2015. – 582 с.
5. Затопление поймы Ертиса – главный фактор устойчивого развития речной экосистемы / под ред. Бурлибаева М.Ж. – Алматы, 2014. – 396 с.
6. Козлов, Д.В. Водохозяйственные аспекты трансграничного вододеления и совместного управления водными ресурсами: Управление трансграничными водными ресурсами / Д.В. Козлов, Л.Д. Раткович // Материалы Второй международной конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2010. – С. 165–169.
7. Романова, Ю.А. Водохозяйственный комплекс бассейна реки Иртыш в условиях перераспределения речного стока выше трансграничных створов: автореф. дис. на соис. учен. степ. канд. техн. наук / Ю.А. Романова. – Москва, 2013. – 21 с.
8. Проблемы загрязнения основных трансграничных рек Казахстана / под ред. М.Ж. Бурлибаева. – Алматы: Қағанат, 2014. – Т. 1. – 742 с.
9. Царегородцева, А.Г. Гидроэкология поймы реки Иртыш (Казахстанская часть) / А.Г. Царегородцева. – Германия, 2015. – 112 с.
10. Фролова, Е.В. Экологические проблемы реки Иртыш / Е.В. Фролова // Экология производства. – М., 2006. – С. 53-56.
11. О совместном использовании и охране трансграничных водных объектов: Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Российской Федерации. – г. Оренбург, 27 августа 1992 г.
12. Правила использования водных ресурсов Верхне-Ертисского каскада водохранилищ: утв. Комитетом по водным ресурсам РК от 04.03.2003. – ЗАО «Казгидропроект», ТОО «Казгидро».

УДК 502.1(470.45)

## **ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДОВ**

**Башкиров А. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, lina.ostapuk@mail.ru  
Научный руководитель – Токарчук О. В., к.г.н., доцент

*The article describes national and foreign approaches to assessing a geoecological state of cities with the use of theoretical concepts and particular assessment techniques.*

**Введение.** Целью настоящего исследования являлся анализ теоретико-методических подходов к проведению оценки геоэкологического состояния городов. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) рассмотреть теоретические представления о городе как особой геосистеме,

характеризующейся особенностями геоэкологического состояния; 2) провести сравнительный анализ частных методик оценки геоэкологического состояния городов. Объектом исследования являлись геосистемы городов. В качестве предмета исследований рассматривались теоретические представления и частные методики оценки их геоэкологического состояния.

*Проблематика и методы исследований.* В настоящее время во всем мире наблюдается рост численности городского населения. Происходит стремительное увеличение городских территорий. Вместе с этими процессами неизбежно возникает ряд проблем, главными из которых являются проблемы оптимизации территориальной организации и устойчивого развития. В ходе настоящего исследования предпринята попытка анализа ряда отечественных и зарубежных источников с целью систематизации теоретико-методических подходов к проведению оценки геоэкологического состояния городов.

*Полученные результаты и их обсуждение.* Со времени образования первых городов, по оценкам учёных, прошло около 5000–6000 лет. В наше время город является сложнейшим объектом исследования, требующий подробного анализа всех параметров, которые определяют его состояние, функционирование и развитие. В зависимости от целей научного исследования разные авторы рассматривают город как особую эко-, социо-, техно- и геосистему, характеризующуюся взаимосвязью определённых элементов и испытывающую влияние большого числа факторов. В структуре городской системы принято выделять отдельные подсистемы (субсистемы), которые образуют сложную иерархию.

Одной из наук, изучающих целостность города, как сложной системы, является геоэкология – междисциплинарная наука о пространственно-временных закономерностях взаимодействия природы и общества, которая применительно к городским системам занимается изучением взаимосвязей между её отдельными элементами. Базовым понятием для изучения городских систем в геоэкологии является понятие «геосистема». Данное понятие широко используется с 1963 г., когда В. Б. Сочава употребил его как синоним понятия «природный комплекс». В данной трактовке геосистема – природно-географическое единство всех возможных категорий, от планетарной геосистемы (географической оболочки) до элементарной геосистемы (физико-географической фации) [1]. В дальнейшем изучением геосистем занимались и другие ученые (Л. Бертоланфи, А. Д. Арманд, А. Г. Исаченко и др.).

В социосистеме городов с точки зрения геоэкологии принято выделять три основные подсистемы: население, экономическая база, сфера жизнеобеспечения. Связь между подсистемами настолько значительна, что остановка функционирования одной из них может полностью прервать работу других, что, в свою очередь, уничтожит город как систему.

С точки зрения геоэкологии городские системы являются по своей сути многофакторными и многокомпонентными формированиями, которые зачастую развиваются по сценариям случайных процессов. В качестве таковых, например, рассматриваются различные внутренние процессы и внешние воздействия, которые достаточно сложны для изучения. Ввиду этого сформировать универсальную схему функционирования городских систем практически невозможно, что предопределило использование в исследованиях различных моделей городской среды.

Сравнение городской системы с природными геосистемами обнаруживает отсутствие в ней выраженных свойств самоподдержания. В то же время город

отвечает формальному определению геосистемы как основополагающей единицы географической среды, объединяющей географические, климатические и гидрологические элементы, а также хозяйственные объекты на определённом участке земной поверхности (городской ландшафт, территориально-производственный комплекс). На начальном этапе своего формирования городская система находится в структуре природной геосистемы и потребляет её ресурсы. При этом сам город может быть представлен как преобразованное земное вещество, а последовательность потребления и преобразования этого вещества программируется гипергенной зональностью геосистем. В этом смысле начальное развитие города есть продолжение природных экзогенных процессов [2, 3]. В ходе своего формирования городская система как бы импортирует вещество. Новые поколения сооружений и зданий приходят на смену разрушенным, и каждое предшествующее служит фундаментом, основой для новых архитектурных решений. Городская система развивается и растёт, как бы приминая своё прошлое, материализованное в искусственных грунтах (технозёмах), и последовательно теряет связь с литогенной основой. Накапливая технозёмы, городская система отчуждается от естественной зональности гипергенных геосистем, геохимически преобразует атмосферу, гидросферу и биосферу. Геохимический мир города со временем становится все более искусственным, отражающим в большей степени технологические процессы, нежели естественные.

Современная наука сталкивается со значительными трудностями в области методологических подходов к оценке состояния и развития городской среды [4, 5, 6]. На современном этапе не существует универсальных общепринятых показателей качества городской среды и комфортности проживания населения. В то же время существуют ряд параметров и показателей, которые характеризуют отдельные явления и объекты. Используемые оценочные параметры принимаются либо на основании научных, экспериментальных данных, либо на основании экспертных оценок профильных специалистов. Предпринимается попытка разработки интегральных показателей. Однако практика показывает, что интеграция характеристик городской среды ведёт к отягощению процедуры расчёта и формализации показателей и параметров, на основе которых сложно сделать общие выводы о качестве городской среды.

При выборе показателей оценки качества городской среды учитывается адекватность отражения ими техногенной преобразованности природных компонентов, их достоверность, объективность, пространственная и временная изменчивость в пределах конкретной городской системы. Краткий обзор показателей свидетельствует о сложности процедуры оценки территорий, но все они преследуют одну цель – определить соответствует ли качество окружающей природной среды условиям благоприятного проживания человека. В частности, выбор и аргументация показателей характеризующих социальную комфортность, производится с учетом анализа различных социальных факторов, оказывающих влияние на жизнедеятельность населения, развитости сферы обслуживания, транспортную доступность и т. д. При рассмотрении экологической и природной комфортности учитывается совокупность условий и их параметров, удовлетворяющих основные физиологические потребности проживающего на территории населения (среди них выделяются природно-климатические, геолого-геоморфологические, степень загрязнения отдельных геосфер и т. д.).

Основной предпосылкой для интеграции используемых показателей оценки геоэкологического состояния городов являются взаимосвязи между состоянием отдельных компонентов городской среды и разными видами антропогенных воздействий. При этом важным аспектом является выбор оптимального количества учитываемых факторов и соответствующих им показателей, получаемых путем наблюдений и измерений.

#### **Список цитированных источников**

1. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 1978. – 319 с.
2. Волков, С.Н. Екатеринбург. Человек и город / С. Н. Волков. – Екатеринбург, 1997. – 144 с.
3. Емлин, Э. Ф. Геохимические аспекты урбанизации на Урале / Э. Ф. Емлин, Н. П. Конюхова, В. Ю. Ипанов. – Свердловск, 1988. – 55 с.
4. Заиканов, В. Г. Геоэкологическая оценка территорий / В. Г. Заиканов, Т. Б. Минакова. – М. : Наука, 2005. – 319 с.
5. Кочуров, Б. И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б. И. Кочуров – Смоленск : СГУ, 1997. – 280 с.
6. Экология города / Под ред. Н.С. Касимова, А.С. Курбатовой [и др.] – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.

УДК 543.546:631.633

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ, А ТАКЖЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ**

**Богдан Я. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, basovs@mail.ru  
Научный руководитель – Басов С. В., к.т.н., доцент

*The work analyses contemporary issue of medical waste products utilization together with that of secondary resources and waste materials from electronic wares and equipment.*

Проблема обращения с отходами производства и потребления является одной из наиболее острых экологических проблем во всем мире. При этом постоянно изменяется качественное и количественное соотношение различных видов веществ и материалов в валовом объеме подлежащих утилизации отходов. С ростом производства и потребления появляются новые и специфические типы отходов, обращение с которыми требует особого подхода.

Одними из таких специфических типов отходов являются медицинские и фармацевтические отходы (в том числе, медикаменты с истекшим сроком годности), объемы которых растут во всем мире ежегодно. Ситуация осложняется не только из-за значительных объемов отходов, но и из-за несовершенства системы их сбора, транспортировки и утилизации, а также пробелов

в нормативно-правовом регулировании управления такими отходами. В идеале, на наш взгляд, должна быть выстроена и работать глобальная система контроля и управления такими отходами от производства и потребления на протяжении всего их жизненного цикла.

К сожалению, до настоящего времени отсутствует оценка реальных экологических рисков и классификация медицинских отходов по категориям вероятной опасности для человека. Фармацевтические препараты, являющиеся сложными химическими соединениями различной степени токсичности, по наносимому вреду экосистемам уступают лишь радиоактивным отходам и пестицидам [1]. Контакт с такими отходами, а также неконтролируемое попадание их в окружающую среду могут приводить к существенным изменениям в экосистемах с непредсказуемыми последствиями. В результате – появление новых инфекций, вызванных болезнетворными микроорганизмами, онкогенез, токсическое воздействие на органы и системы организма человека.

Эти новые патогенные инфекции могут активно заражать медицинское и другое оборудование учреждений здравоохранения, лекарственные препараты, перевязочные материалы и т. п., проникать в систему питания пациентов через предметы быта и обихода. Попадая на полигоны бытовых отходов, инфицированные остатки лекарств и других медицинских средств несут прямую угрозу здоровью человека.

В настоящее время отсутствует точная научно-обоснованная информация, по качественному и количественному составу лекарственных средств и их метаболитов, попадающих в системы коммунальных сточных вод в медицинских организациях, в общественных местах и домашних условиях. Методики определения таких веществ в сточных водах, а также в системах питьевого водоснабжения ограничены незначительным количеством маркеров [1,2]. Очевидно, что попадание многих таких отходов (например, гормональных препаратов, антибиотиков и их метаболитов и т. д.) в локальные и муниципальные системы биологической очистки сточных вод оказывает непредсказуемое влияние на эффективность действия активного ила и других компонентов таких систем.

Основными способами утилизации медицинских и фармацевтических отходов в настоящее время являются сжигание в специализированных крематориях, слив в промышленную канализацию, дробление и размещение на специально оборудованных санитарных полигонах. Ни один из этих способов не является полностью экологически безопасным. Например, при сжигании образуются токсичные продукты. Чтобы устранить эту проблему, необходимы специальные герметичные модули, внутри которых обеспечивалась бы температура выше 1100°C. Эта технология экономически очень затратна и по этой причине недоступна для большинства медицинских учреждений [2]. Слив в промышленную канализацию допустим только для препаратов, полностью растворимых в воде. При этом сложно рассчитать максимально допустимую степень их концентрации в воде (отсутствуют нормативы). На полигонах допустимо утилизировать только отходы с низкой степенью опасности и только после обезвреживания. Категорически запрещено использовать переработанное вторичное сырье (одноразовые шприцы, капельницы, упаковка медикаментов, пластиковые контейнеры для отбора анализов и т. п.) для повторного производства предметов медицинского назначения, товаров детского потребления и материалов, взаимодействующих с питьевой водой и пищевыми продуктами.



Таким образом, проблема обращения с медицинскими и фармацевтическими отходами требует более глубокого и постоянного изучения с учетом их специфики, а также возможных эпидемических, экологических и этических последствий.

Еще одним видом отходов, доля которого непрерывно растет, являются отходы различного электробытового оборудования и приборов – телевизоры, мониторы, сложная бытовая техника, различные гаджеты и т. п., которые содержат такие опасные вещества, как свинец, кадмий, ртуть, бериллий, асбест, фторуглеводороды, бромированные огнезащитные средства и др. [3].

Общий объем отходов электрического и электронного оборудования в мире, согласно данным Университета Организации Объединенных наций, в 2014 г. составил 41,8 млн тонн, а в 2018 – 49,8 млн тонн. Нетрудно оценить долю таких отходов в общей массе отходов, попадающих в мусоропроводы и на свалки, которая составляет около 1,3 млрд тонн в год [3].

По данным Брестского мусороперерабатывающего завода, в 2017 году на переработку поступило 35,4 тонны таких отходов, в 2018 году – 30,16 тонны.

Университет ООН рассматривает несколько основных сценариев к проблеме утилизации электронных отходов в современном мире:

1. Контролируемое изъятие «электрического мусора» у производителей и населения с целью полной переработки и возвращения ценных компонентов в производство.

2. Утилизация совместно с твердыми коммунальными отходами.

3. Сбор и утилизация электронных отходов узкоспециализированными частными компаниями.

4. Скупка отходов частными компаниями и последующая, практически неконтролируемая, утилизация в странах третьего мира. По некоторым оценкам, в настоящее время до 80 % непереработанных электронных отходов поступают в страны Азии, Африки и Латинской Америки [3].

Крупнейшие в мире свалки таких отходов находятся в Китае и Гане. Чтобы извлечь цветные металлы (чаще всего медь), электрический и компьютерный лом там просто выжигают на кострах. Очевидно, что при таком способе «переработки» в окружающую среду попадает огромное количество высокотоксичных веществ.

### **Список цитированных источников**

1. Перелыгин, В.В. Современные подходы к управлению фармацевтическими и медицинскими отходами / В.В.Перелыгин, С.С.Воробьев // Экологическая безопасность: проблемы и пути решения: сборник тезисов и докладов Международн. научно-практ. конф. – Санкт-Петербург, СПбГУТ, 12-13 апреля 2018 г.– С.24-25.

2. Мальцев, О.Н. Евросоюз анализирует ситуацию/ О.Н. Мальцев // ТБО, 2017. – №11.– С.10-14.

3. Греков, К.Б. Электронные отходы: вызов XXI века / К.Б. Греков // Экологическая безопасность: проблемы и пути решения: сборник тезисов и докладов Международн. научно-практ. конф. - Санкт-Петербург, СПбГУТ, 12-13 апреля 2018 г.– С.26-27.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОСИТЕЛЯ БИОМАССЫ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ АЭРОТЕНКОВ

**Бочкунова Д. Г.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, dashka\_zhukova9@mail.ru  
Научный руководитель – Новикова О. К., к.т.н., доцент

*The article discusses commonly used boot materials for aerotanks. An example of the use of polymer loading in the wastewater treatment plant of the city of Kobryn is shown. Biomass carriers are widely used for reconstruction.*

В шестидесятые годы в отечественной практике были проведены научные исследования по возможности использования прикрепленных биоценозов для интенсификации процессов биологической очистки. Было показано, что по своей активности иммобилизованные биоценозы значительно превышают окислительную способность свободноплавающего активного ила. Таким образом, применение загрузочных материалов позволяет достигать более высоких результатов глубокой очистки сточных вод [1].

В качестве носителя биомассы используются как плавающие, так и фиксированно установленные насадки из различных материалов различной формы, позволяющие поднять дозу активного ила в аэротенке до 15 г/л.

Важнейшими критериями выбора носителя являются: развитая поверхность, пористость; удовлетворительные механическая прочность и химическая стойкость; биосовместимость; способность обеспечивать устойчивую жизнедеятельность микробных ассоциаций и отсутствие токсичного действия на них [2].

При строительстве и реконструкции очистных сооружений часто используют полимерные носители в виде блоков, отличающиеся не только оптимальными для удержания биомассы параметрами, но и хорошими технологическими показателями, что делает их монтаж и эксплуатацию удобной.

Одним из крупнейших производителей данной продукции является ООО «Техводополимер» [3], выпускающая блоки объемной сетчатой биологической загрузки (ББЗ) из полимерного материала с пористостью 93 – 97 % для систем биологической очистки как производственных, так и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Компания «Креал» (РФ) предлагает блоки плоскостной загрузки. Они изготавливаются кубической, цилиндрической формы и формируются за счет чередования плоских и гофрированных листов из стойких полимерных материалов, имеющих сетчатую структуру. Удельная поверхность блоков составляет от 40 до 160 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>. Эта загрузка обеспечивает более эффективное прикрепление микроорганизмов и образование устойчивых биопленок по сравнению с зарубежными аналогами загрузки из ПВХ, обладает высокой регенерирующей способностью [4].

Из используемых в настоящее время носителей хорошо зарекомендовали себя загрузочные элементы, разработанные ООО «Полимер» (РБ) и изготавливаемые уже много лет по договору ООО «Гефлис» (РБ). Элементы выполнены из волокнисто-пористого нетканого материала [5], в виде полых цилиндров внутренним диаметром 45 – 55 мм с толщиной стенки 5 – 10 мм. Носитель характе-

ризуется пористостью 65 – 80 %, средний размер пор – 50 – 70 мкм. Малый диаметр волокон (50 – 80 мкм), высокая пористость носителя и размер пор, сравнимый с размерами хлопков активного ила, создают благоприятные условия для удержания биомассы.

Так же широкое распространение в качестве загрузки получила ершовая нить, которая обеспечивает удержание значительного количества биопленки на единицу удельной поверхности, составляющей до  $500 \text{ м}^2/\text{м}^3$  [6].

Максимально необходимый объем загрузки для обеспечения эффекта очистки:

$$W_{\max} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{M_n \cdot S_{\text{уд.загр.}}} \cdot Q_{\text{сут}},$$

где  $L_{en}$  – концентрация БПК<sub>5</sub> на входе в аэротенк, мг/дм<sup>3</sup>;

$L_{ex}$  – концентрация БПК<sub>5</sub> на выходе из аэротенка, мг/дм<sup>3</sup>;

$M_n$  – расчетная допустимая органическая нагрузка по БПК<sub>полн</sub> на 1 м<sup>2</sup> поверхности загрузочного материала, г/м<sup>2</sup>сут.;

$S_{\text{уд.загр.}}$  – среднее значение контактной поверхности загрузки, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

$$W_{\max} = \frac{203,63 - 17}{13,84 \cdot 250} \cdot 9917,6 = 534,95 \text{ м}^3.$$

Объем меньше объема секции аэротенка ( $534,95 < 1695,62 \text{ м}^3$ ), что позволяет разместить загрузку в последнем коридоре.

При разработке проекта реконструкции очистных сооружений г. Кобрин (Брестской области) принята технологическая схема *Phoredox*. На основании анализа технологических характеристик существующих загрузочных материалов к установке в аэротенки принята загрузка производства ООО «Гефлис».

Необходимость применения загрузочного материала при проведении реконструкции обуславливается тем, что требуемый расчетный объем всех зон аэротенка, определенный по ТКП в соответствии с выбранной схемой удаления биогенных элементов, превышает объем существующих аэротенков.

В соответствии с расчетами необходимый объем аэрационных сооружений для обеспечения процессов удаления азота и фосфора составляет  $6782 \text{ м}^3$ , что превышает объем существующих аэротенков ( $6336 \text{ м}^3$ ).

Следовательно, для эффективного удаления биогенных элементов в существующей емкости необходимо увеличить дозу активного ила.

Увеличение дозы ила приведет к значительному увеличению объема аэротенков, что несет большие затраты на строительство дополнительных секций.

Размещение в аэробной зоне полимерной загрузки ООО «Гефлис» позволит увеличить дозу ила до  $6,0 \text{ мг/дм}^3$  [6].

Допустимая гидравлическая нагрузка на загрузку по объему составит

$$q_n = \frac{M_n \cdot S_{\text{уд.загр.}}}{L};$$

$$q_n = \frac{13,84 \cdot 250}{60} = 57,7 \text{ м}^3/\text{м}^3\text{сут.}$$

Контейнер с загрузкой имеет размеры  $1 \times 0,9 \times 2,4 \text{ м}$ . Количество контейнеров составит 248 штук.

При внедрении носителя биомассы в аэробную зону существенно вырастет эффективность биологической очистки. Значительно сократится содержание БПК<sub>5</sub>, ХПК, взвешенных веществ, азота аммонийного и фосфора на выходе из очистных сооружений до нормативных требований.

Таким образом, применение полимерной загрузки производства ООО «Гефлис» для аэротенков позволяет: увеличить дозу активного ила без ухудшения работы вторичных отстойников; существенно увеличить эффективность очистки по основным загрязнениям; добиться стабильных значений по иловому индексу; увеличить концентрацию бактериальной массы и организмов высших трофических уровней.

Использование полимерной загрузки целесообразно при реконструкции существующих аэротенков для повышения производительности и эффективности их работы.

### **Список цитированных источников**

1. Солопанов, Е. Ю. Интенсификация биологической очистки сточных вод в аэрируемых сооружениях: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Е. Ю. Солопанов. – М., 2009. – 165 л.

2. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов 2006 – 704 с.

3. Блоки биологической загрузки ББЗ-65, ББЗ-45 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.twp.ru/index.php?dn=article&to=art&id=8>. – Дата доступа: 18.11.2018.

4. Плосткостная загрузка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://kreal.spb.ru/oborudovanie/plostkostnaja\\_zagruzka/](http://kreal.spb.ru/oborudovanie/plostkostnaja_zagruzka/). – Дата доступа: 18.11.2018.

5. Носитель биомассы фильтров для биологической очистки сточных вод: пат. 007088 Евразийский, МПК С 02 F 3/10 / Н.Е. Савицкий, В.Л. Лисицын, А.Г. Кравцов; заявитель ООО «ПОЛИМЕР» – заявл 30.03.05; опубл. 30.06.06 – 4 с.

6. Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – Москва: Акварос, 2003. – 512 с.

УДК 630\*221.2

## **СОХРАНЕНИЕ ПОДРОСТА ПРИ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ РУБКАХ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ**

**Волков А. С.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, [lesggu@yandex.ru](mailto:lesggu@yandex.ru)  
Научный руководитель – Климович Л. К., ст. преподаватель

*There are main normatives of clear-cut felling in pine forests were established. Logging technology and system of machines are providing preservation of young forest generation for future reforestation.*

В Республике Беларусь проводятся лесохозяйственные мероприятия, направленные на повышение продуктивности лесов, их сохранение и устойчивость. Это выражается в применении новых технологий, позволяющих рационально использовать лесные ресурсы, снизить вредные воздействия во время рубок леса. Рубки главного пользования в системе рубок, применяемых в Беларуси, занимают ключевую позицию, с их помощью заготавливается основная часть древесины. Лесозаготовительная деятельность в Беларуси развивается. За 2018 год в системе Министерства лесного хозяйства Республики

Беларусь рубками главного пользования заготовлено 15,6 млн м<sup>3</sup> ликвидной древесины. При этом доля заготовки древесины механизированным способом составила более 50 %. В организациях Минлесхоза работают 258 харвестеров, 313 форвардеров, 711 сортиментовозов, 1247 машин погрузочно-транспортных и другие технические средства [1].

В эксплуатационных лесах рубки ведутся таким образом, чтобы рационально использовать спелую древесину, при этом сохранять все функции леса, создавать условия для его восстановления, максимально свести к минимуму негативные факторы рубок. В таких лесах преимущественно проводятся сплошные рубки главного пользования.

Сплошнолесосечные (сплошные) рубки – рубки главного пользования, при которых весь древостой на лесосеке вырубается в один прием. Они рассчитаны, главным образом, на последующее (естественное или искусственное), реже – на предварительное лесовозобновление путем сохранения достаточного количества подроста главной породы.

Объектом исследований является сосновое насаждение с примесью березы в квартале 10, выделе 18 Дубровицкого лесничества Хойникского лесхоза. Состав насаждения 10С+Б. Категория лесов – эксплуатационные. Площадь участка 4,2 га. Тип леса – сосняк мшистый, возраст насаждения 85 лет, средняя высота 25 м, средний диаметр – 28 см, запас на гектаре 270 м<sup>3</sup>. Подрост 10С, 4,0 м, 4,0 тыс. шт./га, благонадежный. Средний объем хлыста равен 0,55 м<sup>3</sup>.

Вид рубки – сплошно-участковая, так как площадь выдела не превышает максимально допустимую в соответствии с Правилами рубок леса в Республике Беларусь [2] – 10 га.

Основные организационно-технические элементы рубки: площадь лесосеки и ее форма, технология лесосечных работ, способ очистки лесосеки, мероприятия по лесовосстановлению.

Площадь лесосеки принимается равной площади вырубаемого выдела, форма лесосеки соответствует его конфигурации [2].

Способ очистки лесосек – разбрасывание измельченных порубочных остатков в целях улучшения лесорастительных условий.

Мероприятия по лесовосстановлению – создание благоприятных условий для появления подроста; оставление семенных деревьев сосны в количестве 10 штук на гектар и опривка жизнеспособного подроста после рубки.

В соответствии с нормативами [2] минимальное количество подроста сосны в мшистом типе леса, при котором проектируются и проводятся сплошно-лесосечные рубки с сохранением подроста, должно быть не менее 2,5 тыс. шт./га. В нашем случае количества подроста (4,0 тыс. шт./га) достаточно для назначения рубки с его сохранением.

Имеющийся в насаждениях подрост и самосев повреждаются или уничтожаются при валке и трелевке деревьев, очистке мест рубок. Возможность сохранения подроста во многом зависит от способа разработки лесосеки. При тракторной трелевке, благодаря большой маневренности трактора, могут быть обойдены и сохранены группы жизнеспособного подроста без ущерба для лесозаготовок.

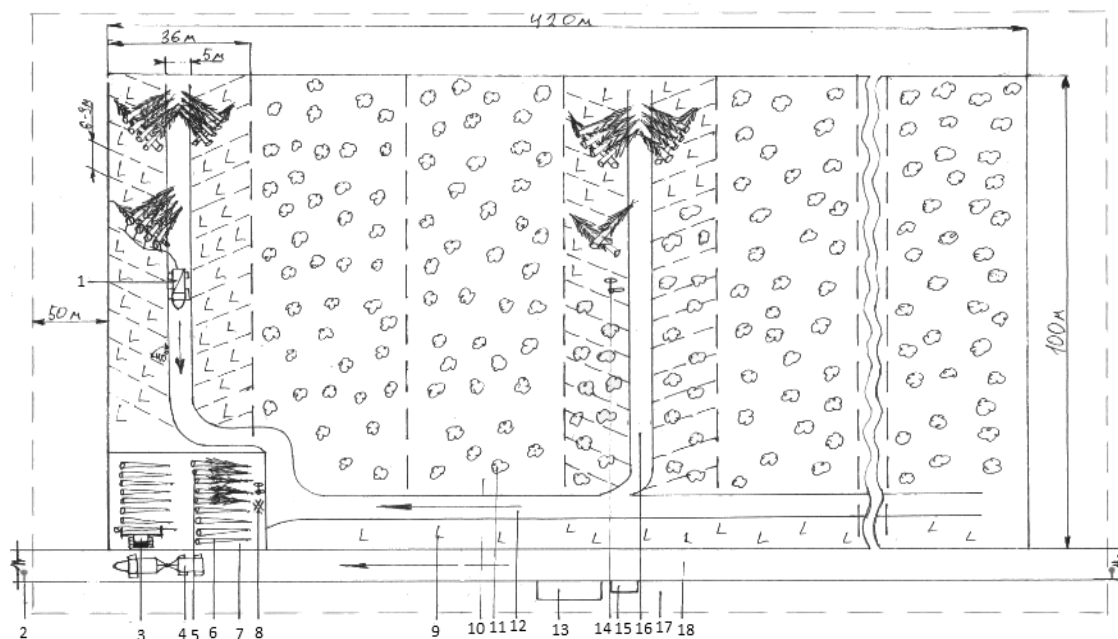
Технологические схемы на базе трелевочных тракторов с тросовой оснасткой были разработаны на лесозаготовительных предприятиях Урала, Карелии и т. д. Общим для таких технологий является то, что трактор не сходит с волока, что важно для сохранения подроста [3].

На данном участке для разработки лесосеки подобрана система машин: валка деревьев осуществляется бензиномоторной пилой Husqvarna 365SP,

обрезка сучьев – бензопилой Husqvarna 340, трелевка хлыстов – трактором Беларус МЛ-127 с канатно-чокерным оборудованием, погрузка хлыстов – челюстным погрузчиком ЛТ-188, вывозка древесины – лесовозным автопоездом МАЗ-641705-220.

Технология лесосечных работ – "костромской способ" или на подкладочное дерево. Костромская технология впервые была использована с целью повышения производительности труда и для сохранения подроста (рисунок). Лесосека разбивается на пасеки шириной 35-40 м. Пасечные волокна шириной 5 м прокладываются посередине. Деревья валят узкими лентами с дальнего конца пасеки, шириной 6-9 м, направленными под углом  $40^{\circ}$  к волоку. Предварительно под тем же углом вдоль ленты валят подкладочное дерево. Затем на него веером валят деревья вершинами на волок, а комлями – на подкладочное дерево, что обеспечивает удобную чокеровку, так как их комли приподняты над землей. Длина пасечной ленты равна длине подкладочного дерева и принимается равной средней высоте древостоя. Пачка формируется чокеровкой деревьев, лежащих на подкладочном дереве. Последним чокеруется подкладочное дерево. Очистка деревьев от сучьев производится на погрузочной площадке. Возможна очистка деревьев от сучьев на пасеке. При этом сучья, очищенные с той части кроны, которая находится над волоком, остаются на волоке и могут использоваться для его укрепления. Сучья, которые обрезаются из крон, находящихся на пасеке, переносятся на волок. Трелевка производится за комли хлыстов.

Сохранение при рубках главного пользования (до 70 %) жизнеспособного подроста главной породы позволяет осуществить естественное возобновление вырубаемых площадей и дальнейшее формирование новых древостоев с преобладанием хозяйственно-ценных пород.



- 1 – трелевочный трактор; 2 – знаки безопасности; 3 – челюстной погрузчик;
- 4 – лесовозный автопоезд; 5 – деревья, подлежащие вывозке в хлыстах;
- 6 – хлысты; 7 – погрузочный пункт; 8 – отходы; 9 – пни; 10 – пасека;
- 11 – растущие деревья; 12 – магистральный волок; 13 – зона отдыха;
- 14 – бензиномоторная пила; 15 – зона ТО; 16 – трелевочный волок;
- 17 – 50-м зона безопасности; 18 – лесовозный ус

**Рисунок – Схема разработки лесосек с сохранением подроста при валке леса на подкладочное дерево бензопилой и трелевке тракторами**

### Список использованных источников

1. Интернет-портал Республики Беларусь Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mlh.by> Дата доступа: 26.01.2019.
2. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь: постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 19 декабря 2016 г. № 68 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 31.12.2016, 8/31584.
3. Мелехов, И.С. Лесоводство: учебник для вузов. – 3-е изд., стер. / И. С. Мелехов. – М.: МГУЛ, 2007. – 324 с.

УДК 598.2

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ОРНИТОФАУНЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО ЛАНДШАФТА

**Горошко Е. С., Свиридчук Е. Н.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, [qwerty937483@mail.ru](mailto:qwerty937483@mail.ru)  
Научный руководитель – Янчуревич О. В., к.б.н., доцент

*The importance of studying the characteristics of animal synantropization is explained, above all, by the necessity to create a hospitable environment within the city grounds that allows for cohabitation with humans. The goal of this study is to identify ornithocomplex spread and species diversity in Grodno, as well as to estimate the degree to which limiting anthropogenic factors influence the ecological peculiarities of birds.*

Исследование формирования, функционирования и устойчивости экосистем в условиях антропогенной трансформации ландшафтов становится одной из наиболее актуальных задач современной экологии. Птицы, как обязательный компонент животного населения городов, неизбежно вступают в процессы синантропизации и урбанизации, приобретая ряд новых экологических особенностей и адаптаций [1].

Для изучения распределения птиц в г. Гродно (Беларусь) нами было заложено 6 учётных площадок (квадрата) с разным типом городской застройки. Площадь каждой составляла 1 км<sup>2</sup>.

При проведении учётов птиц мы использовали методику «маршрутного учета без ограничения полосы обнаружения с расчетом плотности населения по средним дальностям обнаружения птиц». Наблюдения на выбранных учётных площадках г. Гродно проводили в марте 2018 г. При этом на каждом квадрате за период всех учётов маршрут не менялся.

В ходе работы проведено описание учётных площадок (УП). УП №1 – зона старой многоэтажной застройки, располагается в центральной части г. Гродно по ул. Пушкина. УП №2 – лесопарковая зона, располагается в северо-западной части г. Гродно. Данная площадка располагается на территории Коложского парка. УП №3 – зона новой многоэтажной застройки, расположена в северо-восточной части г. Гродно, по ул. Малыщинская. УП №4 – парковая

зона расположена в центральной исторической части г. Гродно – парк Жилибера. УП №5 – зона, расположена в центральной части г. Гродно, по ул. Советской. УП №6 – зона старой малоэтажной застройки, располагается в северной части г. Гродно вдоль ул. Калиновского.

В результате проведённых учётов на всех шести выбранных учетных площадках в г. Гродно нами отмечено 14 видов птиц (таблица 1), относящихся к 4 отрядам и 8 семействам.

Наибольшее значение в составе орнитофауны имел отряд воробьинообразные (*Passeriformes*). К нему относится 10 видов отмеченных нами птиц, что составляет 71% от общего числа видов. Отряд голубеобразные (*Columbiformes*) включал 2 вида (14%), а отряды гусеобразные (*Anseriformes*) и ржанкообразные (*Charadriiformes*) – по 1 виду или по 7% от общего числа видов.

**Таблица 1 – Видовой состав птиц на учётных площадках в г. Гродно**

Вид	Учётные площадки					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Воробей домовый ( <i>Passer domesticus</i> )	+	–	–	–	+	+
Воробей полевой ( <i>Passer montanus</i> )	–	–	–	+	–	–
Ворон ( <i>Corvus corax</i> )	–	+	–	–	–	–
Ворона серая ( <i>Corvus cornix</i> )	+	+	+	+	+	+
Вяхирь ( <i>Columba palumbus</i> )	–	+	–	–	–	–
Галка ( <i>Corvus monedula</i> )	+	–	+	+	+	+
Голубь сизый ( <i>Columba livia</i> )	+	+	+	+	+	+
Грач ( <i>Corvus frugilegus</i> )	+	+	+	+	+	+
Кряква ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	–	+	–	+	–	–
Синица большая ( <i>Parus major</i> )	+	+	+	+	–	+
Скворец обыкновенный ( <i>Sturnus vulgaris</i> )	–	–	–	+	–	+
Снегирь обыкновенный ( <i>Pyrrhula pyrrhula</i> )	–	+	–	+	–	–
Сорока обыкновенная ( <i>Pica pica</i> )	–	–	–	–	–	+
Чайка озерная ( <i>Larus ridibundus</i> )	–	–	–	–	–	+

Доминантным видом на всех шести учетных площадках был голубь сизый (*Columba livia*) с общей долей 36%.

Обычными видами были ворона серая (*Corvus cornix*), воробей домовый (*Passer domesticus*), грач (*Corvus frugilegus*), галка (*Corvus monedula*), доля которых колебалась от 8,73% до 11,22%.

Редко встречались такие виды, как синица большая (*Parus major*), снегирь обыкновенный (*Pyrrhula pyrrhula*), воробей полевой (*Passer montanus*), скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*), чайка озерная (*Larus ridibundus*), ворон



(*Corvus corax*), вяхирь (*Columba palumbus*), сорока обыкновенная (*Pica pica*), общая доля которых на всех квадратах колебалась от 0,08% до 2,91%.

Анализ плотности популяции птиц относительно всех шести выбранных урбанизированных зон показал, что наибольшую плотность, свыше 50 особей на 1 км<sup>2</sup>, имеет такой вид, как голубь сизый (*Columba livia*), который является типичным видом для урбанизированных ландшафтов.

Проанализировав распределение и плотность птиц на городских территориях с разным типом застройки в весенний период, мы выделили некоторые закономерности. Например, такие виды, как ворона серая (*Corvus cornix*), голубь сизый (*Columba livia*), грач (*Corvus frugilegus*), галка (*Corvus monedula*) являются типичными синантропными видами и присутствуют на всех исследуемых территориях с разным типом застройки.

Синица большая (*Parus major*) встречается на пяти учетных площадках, отсутствует только на площади Советской, что может быть связано с преобладанием на данной площадке асфальтового покрытия (60%). Воробей домовый (*Passer domesticus*) встречается на территориях с многоэтажной застройкой, на площади Советской и в зоне старой малоэтажной застройки, также является синантропным видом. Можно предположить, что этот вид распространен в местах с постоянным потоком людей и высокой антропогенной нагрузкой. В свою очередь, воробей полевой (*Passer montanus*) встречается преимущественно в парковой зоне. Также выявлено, что кряква (*Anas platyrhynchos*) встречается в парковой и лесопарковой зонах, которые граничат с водоемами.

Снегирь обыкновенный (*Pyrrhula pyrrhula*) обнаружен на территории парка и лесопарка, что свидетельствует о прошедшей морозной и снежной зиме. Скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*) отмечен на территории парка и старой малоэтажной застройки, перелетный вид птиц, свидетельствует о потеплении и приходе весны. Ворон (*Corvus corax*), самый крупный из представителей своего семейства, обнаружен на территории лесопарка. Это типичная лесная птица. Множество высоких старых деревьев в парке – подходящее место для гнездования данного вида. Вяхирь (*Columba palumbus*), или дикий голубь, был отмечен в лесопарковой зоне, что для этого вида является типичным местом обитания.

Основными экологическими факторами, лимитирующими распространение и численность птиц, а также их дифференциацию в г. Гродно являются антропогенная нагрузка, характер и плотность растительности, плотность застройки урбанизированной территории, наличие водоемов и водотоков, а также наличие необходимых условий для гнездования видов. Определяющая роль из всех указанных факторов принадлежит типу городской застройки и характеру и плотности растительности.

Таким образом, в весенний период (март 2018 г.) на урбанизированных территориях г. Гродно с разным типом застройки отмечено 14 видов птиц. Основу видового разнообразия орнитофауны урбоценоза г. Гродно составляют виды птиц, относящиеся к отряду воробьинообразные (*Passeriformes*), доля которых 71,43% от всех отмеченных птиц. Наиболее многочисленным видом является голубь сизый (*Columba livia*).

#### **Список цитированных источников**

1. Маслов, Н.В. Градостроительная экология: учеб. пособие для строит. вузов / Н.В. Маслов; под ред. М.С. Шумилова. – М.: Высш. шк., 2003. – 284 с.

## **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗНЫХ ТИПОВ (НА ПРИМЕРЕ ВОДОЁМОВ ВОЛКОВЫССКОГО И СВИСЛОЧСКОГО РАЙОНОВ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Данилович Е. И.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, [katya.danilovich.2017@mail.ru](mailto:katya.danilovich.2017@mail.ru)  
Научный руководитель – Прибыловская Н. С.

*This article is devoted to the study of different types of reservoirs of the Grodno region during two seasons. We studied the phytoplankton of lake Rustici, river Polonka and fire reservoir. The number of detected species in 2018 is higher than in 2017. Most rich in species diversity of the divisions were Chlorophyta and Bacillariophyta.*

В последние годы все большее внимание исследователей привлекает изучение альгофлоры пресных водоёмов, так как именно они испытывают наиболее сильный антропогенный пресс [1]. В настоящее время проблема сохранения биологического разнообразия приобрела общемировой глобальный характер, и вопросы изучения и сохранения общего генофонда, в частности видового разнообразия водорослей любой биоты (локальной, региональной, глобальной), стали важными природоохранными задачами многих цивилизованных государств. Поэтому существует необходимость гидробиологического мониторинга водоемов, в том числе наблюдений за изменениями качественного и количественного состава водорослей, что позволяет оценить степень антропогенного эвтрофирования водоемов [2].

Цель данной работы – сравнить видовой состав фитопланктона водных объектов разных типов, находящихся в географической близости по отношению друг к другу (на примере озера Шустики, реки Полонка и пожарного водоёма).

Озеро Шустики расположено в Волковысском районе Гродненской области на расстоянии примерно 1 км от деревни Шустики. Длина водоема составляет 1,3 км, ширина – 65 м. Максимальная глубина 6,5 м. Берега пологие. На западном берегу озера расположена зона отдыха. Озеро Шустики – водоём эвтрофного типа. Озеро слабопроточное. Около 80 % площади дна озера покрыто глинистым илом, кремнезёмистым и тонкодендритовым сапропелем. Уровень озера резко упал в 2005 году, что послужило причиной интенсивного зарастания озера. Для подъёма уровня воды была сооружена плотина. Однако в настоящее время дамба находится в плохом техническом состоянии, и зарастание озера продолжается. Озеро практически полностью заросло высшей водной растительностью. Вдоль всего берега озера отмечается полоса тростника. Незаросшими остаются площади с глубиной более 3 м. Вдоль северо-восточного и северных берегов ширина растительной полосы составляет 5–8 м.

Река Полонка расположена в Гродненской области на расстоянии около 1 км от посёлка Островский. Длина водоема составляет 5,6 км, ширина – 21 м. Максимальная глубина 2 м. Дно илистое. Имеется сообщение с озером Шустики. Берега насыпные. Полонка – река, имеющая смешанное водное питание.

Весной наступает половодье. Уровень воды поднимается до 3-х метров. Весеннее половодье длится долго – с середины марта, апрель и май. Паводки характерны для осени и зимы. Летом – межень. Ледостав – в конце ноября – начале декабря, но в теплые зимы возможны временные вскрытия реки и ледоход. По берегам Полонки в основном произрастает смешанный лес, в котором отмечается преобладание хвойных пород деревьев. Для подъема уровня воды на реке была сооружена дамба. Однако в настоящее время дамба находится в плохом техническом состоянии.

Пожарный водоем расположен в Свислочском районе Гродненской области в агрогородке Ханчицы на расстоянии около 0,5 км от животноводческого комплекса для КРС. Длина водоема составляет 14 м, ширина – 10 м. Максимальная глубина 2,7 м. Дно глинистое. Берега насыпные. Какие-либо притоки или сообщения с другими водоемами отсутствуют (наземные).

Материалом для исследований послужили 36 проб фитопланктона, отобранных из 3 водных объектов (1 раз в месяц с апреля по сентябрь в 2017 году и 2018 годах). Отбор проб проводили с глубины 50 см батометром объемом 1 литр. Консервацию осуществляли сразу же после отбора проб добавлением к ним реактива Уотермеля, концентрировали осадочным методом [3]. Систематическая принадлежность водорослей определялась в соответствии с «Таксономическим каталогом» Т.М. Михеевой [4].

Результаты исследований представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сравнение структуры фитопланктона (число видов / %) водных объектов разных типов (2017-2018 гг.)**

Классы	оз. Шустики	р. Полонка	Пожарный водоём
Chroococcophyceae	1 (1,5%)	3 (5,3%)	2 (5,1%)
Hormogoniophyceae	5 (7,7%)	7 (12,3%)	4 (10,3%)
Protococcophyceae	17 (30,4%)	14 (24,6%)	12 (30,8%)
Cryptophyceae	3 (4,6%)	1 (1,8%)	1 (2,6%)
Dinophyceae	3 (4,6%)	2 (3,5%)	2 (5,1%)
Chrysophyceae	1 (1,5%)	1 (1,8%)	
Centrophyceae	2 (3,1%)	2 (3,5%)	2 (5,1%)
Pennatophyceae	9 (13,8%)	9 (15,8%)	5 (12,8%)
Xanthotrichophyceae	2 (3,1%)	2 (3,5%)	2 (5,1%)
Euglenophyceae	7 (10,8%)	8 (14%)	5 (12,8%)
Volvocophyceae	7 (10,8%)	3 (5,3%)	2 (5,1%)
Conjugatophyceae	6 (9,2%)	2 (3,5%)	1 (2,6%)
Chlorophyceae	2 (3,1%)	3 (5,3%)	1 (2,6%)
Ulothrichophyceae		1 (1,8%)	
Всего:	65 (100%)	57 (100%)	39 (100%)

Численность обнаруженных видов в 2018 году выше, чем в 2017 году. Возможно, это связано с более высокой температурой воздуха в 2018 году. Распределение видов водорослей по разным типам водных объектов неравномерное. Наибольшее видовое разнообразие водорослей характерно для речных и озёрных экосистем. Во всех водоёмах наиболее разнообразно представлены по видовому составу отделы *Chlorophyta* и *Bacillariophyta*. В реке Полонка и в пожарном водоеме отдел *Cyanophyta* занимает третье место. Разнообразие остальных отделов во все сезоны было невелико, а некоторых не было выявлено вообще. Тройка классов с наибольшей видовой

насыщенностью выглядит одинаково для трех водных объектов: *Protococcosphyceae*, *Pennatophyceae*, *Euglenophyceae*.

Такая структура фитопланктона типична для многих белорусских водоёмов. Результаты сравнительного флористического анализа свидетельствуют о высокой степени сходства видового состава водорослей озера, реки и пруда.

Можно сделать вывод, что тройка доминирующих классов фитопланктона в большей степени определяется климатическими условиями и близостью географического положения водных объектов. А вот общее видовое разнообразие скорее определяется физико-химическими характеристиками воды, типом донных отложений, характером и степенью развития водной (околоводной) растительности, наличием биогенных веществ и в целом типом водоема.

#### **Список цитированных источников**

1. Баринава, С.С. Атлас водорослей – индикаторов сапробности (российский Дальний Восток) / С.С. Баринава, Л.А. Медведева. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.

2. Трифонова, И.С. Экология и сукцессия озёрного фитопланктона / И.С. Трифонова. – Л.: Наука, 1990. – 184 с.

3. Садчиков, А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: учеб.-методическое руководство / А.П. Садчиков. – М.: Университет и школа, 2003. – 57 с.

4. Михеева, Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т.М. Михеева. – Минск: БГУ, 1999. – 396 с.

УДК 582.32:575.8

## **ЭКОЛОГО-ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СФАГНОВЫХ МХОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ Г. МАЛОРИТЫ**

**Добыш М. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, 9dmv@mail.ru  
Научный руководитель – Шкуратова Н. В., к.б.н., доцент

*The article presents the results of a survey conducted by the routing method of pine and birch forests of sedge and sedge-sphagnum type in the vicinity of Malorita. Six species of the genus Sphagnum from 4 sections were identified. The most common species of the section is Acutifolia. The species of the section Acutifolia have features typical of the habitat in less watered conditions and often not protected from solar insolation.*

Малоритский район располагается в подрайоне заболоченных дерново-подзолистых песчаных и торфяно-болотных почв и относится к водосбору реки Западный Буг. Территория представляет собой плоско-вогнутую равнину, на которой встречаются слабоприподнятые гривы, сменяющиеся плоскими обширными понижениями. После осушительного мелиоративного освоения территории на значительной части района на смену естественным болотным сообществам и заболоченным лиственным, елово-лиственным лесам пришли

производные сосновые, сосново-березовые сообщества, а значительная часть территории района была включена в сельхозоборот.

Сфагниды как подкласс являются монотипным таксоном, однако род *Sphagnum* L. в мировой флоре насчитывает более 120 видов. Сфагновые мхи высоко специализированы, поскольку места их произрастания характеризуются избыточным застойным увлажнением, сопровождающимся выраженным дефицитом элементов минерального питания.

На предмет установления видового состава сфагнид в современных условиях Полесья обследованы растительные сообщества в окрестностях г. Малориты.

Маршрутным методом обследованы смешанные сосняки и березняки осокового и осоково-сфагнового типа в окрестностях г. Малориты. На основании сравнительно-морфологического изучения и анализа анатомической структуры стеблевых и веточных листьев собранных объектов, установлена видовая принадлежность. Таксоны приводятся в соответствии с изданием «Флора Беларуси. Мохообразные. Т. 2. *Hepaticopsida – Sphagnopsida*» (2009) [1].

Установлено произрастание шести видов рода *Sphagnum* из 4 секций.

Из секции *Sphagnum* обнаружены *Sphagnum magellanicum* Brid. и *Sphagnum centrale* C. E. G. Jensen. Виды выявленные в сосново-березовых заболоченных лесах с разреженным древостоем. *Sphagnum magellanicum* Brid. отличается густо облиственным стеблем; сидячими, языковидными стеблевыми листьями; черепитчатыми, широкояйцевидными веточными листьями; *Sphagnum centrale* C. E. G. Jensen образует сизевато-зеленые дерновинки; стеблевые листья широко-языковидные; веточные листья широкоовальные или узкоовальные. Оба вида широко распространены на территории Беларуси.

Из секции *Rigida* обнаружен вид *Sphagnum compactum* D. C., характерный именно для Полесья. Растения этого вида низкие, желтовато-буроватые дерновинки легко распадающиеся; стеблевые листья мелкие, треугольно-языковидные; веточные листья широкояйцевидные, сильно вогнутые.

Из секции *Squarrosa* выявлен типовой вид *Sphagnum squarrosum* Crome. Для вида характерны 4–5-веточные стеблевые мутовки; в каждой мутовке обычно содержится две отстоящие ветви; языковидные стеблевые листья с бахромчатой верхушкой; веточные листья с яйцевидным основанием и оттопыренной верхушкой. *Sphagnum squarrosum* Crome. распространен по всей республике.

Секция *Acutifolia* на обследованной территории представлена *Sphagnum girgensohnii* Russow и *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw. Виды встречаются повсеместно. *Sphagnum girgensohnii* Russow имеет языковидные стеблевые листья; яйцевидно-ланцетные, оттопырено-отогнутые веточные листья. *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw. формирует высокие, плотные, пурпурные или буровато-зеленые дерновинки; стеблевые листья треугольно-языковидные; яйцевидно-ланцетной формы, преимущественно с прилегающими верхушками веточные листья.

Сфагновые мхи на обследованной территории произрастают крупными куртинами под пологом леса, а также небольшими группами в опушечной зоне. В напочвенном покрове их сопровождают зеленые мхи и сосудистые растения. Места произрастания являются увлажненными, но характеризуются недостаточно стабильным водным режимом.

На исследованной территории не были выявлены сфагны из секции *Cuspidata*, имеющие наибольшую в роде устойчивость к избыточному увлажнению,

а поэтому обитающие исключительно в условиях болот. Секцию рассматривают как наиболее древнюю. Ее представители выступают в качестве гигрогидрофитов и даже гидрофитов [2].

Секция *Acutifolia*, представленная на исследованной территории, в противоположность секции *Cuspidata*, рассматривается как наиболее продвинутая в эволюционном отношении. Виды секции *Acutifolia* имеют признаки, обусловленные обитанием в менее обводненных условиях и зачастую не защищенных от солнечной инсоляции. Поэтому виды *Sphagnum girgensohnii* Russow и *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw. обнаруживаются либо во влажных лесах, либо приурочены к возвышенным элементам (кочкам, грядам) на мезотрофных болотах. У многих представителей секции имеется защитный красный пигмент.

#### **Список цитированных источников**

1. Рыковский, Г.Ф., Флора Беларуси. Мохообразные. – В 2 т. / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский. – Минск: Тэхналогія, 2009. Т. 2. – Hepaticopsida – Sphagnopsida. – 213 с.

2. Рыковский, Г.Ф. Происхождение и эволюция мохообразных/ Г.Ф. Рыковский; науч. ред. В.И. Парфёнов. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 433 с.

УДК 504.05:641

## **ЭКОЛОГИЗАЦИЯ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Дудар Л. Н., Михалюк М. О.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, leodudar@mail.ru  
Научный руководитель – Тур Э. А., к.т.н., доцент, tur.elina@mail.ru

*To order to solve environmental problems in such areas as a dairy industry, it is necessary to deal with them comprehensively. It is worth using capacities of related industries, which can result in maximum effects for not only one type of enterprise. The problem of environmental protection is global.*

Пищевая промышленность в Республике Беларусь – одна из стратегических отраслей экономики, обеспечивающая устойчивое снабжение населения необходимыми качественными продуктами питания. Предприятия пищевой промышленности перерабатывают огромное количество продуктов сельского хозяйства, речного и морского промысла. Проблема охраны окружающей среды имеет глобальный характер и поэтому должна решаться не только применительно к конкретному предприятию или производственному циклу, но в масштабах отдельных городов и промышленных центров, регионов, всей территории нашей страны.

По степени интенсивности отрицательного воздействия объектов пищевой промышленности на окружающую природную среду первое место занимают водные ресурсы. Наряду с этим предприятия отрасли наносят ущерб также и почве и атмосфере (выбрасывают твёрдые, жидкие и газообразные вещества). По расходу воды на единицу выпускаемой продукции пищевая и пере-

рабатывающая промышленность занимает одно из первых мест среди других отраслей. К наиболее водоемким относятся крахмалопаточное, хлебопекарное, сахарное, спиртовое, молоко- и мясоперерабатывающие производства, а также консервное производство [1].

Ежегодно предприятия отрасли вырабатывают около 400 тысяч тонн вредных веществ, 44% которых проходит очистку. Существующие очистные сооружения не обеспечивают необходимой степени очистки, а устаревшее технологическое оборудование затрудняет реализацию мер по предупреждению образования загрязнений. Доля сточных вод, загрязненных веществами химического и микробиологического состава, к общему объему стоков составляет около 77 %, что указывает на низкую эффективность работы имеющихся очистных сооружений. В сточных водах содержатся остатки – поваренная соль, моющие, дезинфицирующие вещества, нитриты, фосфаты, щелочи, кислоты, кроме того, возможно присутствие патогенной микрофлоры [1]. Предприятия, перерабатывающие продукцию сельского хозяйства (консервные, спиртовые, молокозаводы, мясокомбинаты и др.), оборудованные, как правило, примитивными очистными сооружениями, а во многих случаях не имеющие вообще никаких сооружений, вносят значительный вклад в загрязнение окружающей среды .

Пищевая промышленность на первый взгляд не наносит такого урона окружающей среде, как нефтеперерабатывающая, металлургическая или химическая. Молочная промышленность – отрасль, предприятия которой требуют проведения ряда модернизационных работ для повышения экологичности производства.

Выброс вредных веществ на предприятиях переработки молока связан с двумя основными факторами: большое количество водопотребления и водоотведения и повышенное выделение углекислого газа, получаемого в результате производства. Отведенная вода предприятий переработки молока содержит большое количество физико-химических, а также биологических загрязнителей, которые требуют проведения очистных мероприятий. В связи с различной структурой и технологий переработки молока выработка единого решения по очистке вод является весьма затруднительной [2].

Существуют три направления разработки мероприятий по экологизации молочного производства:

- создание рациональных, ресурсосберегающих технологий с глубокой, полной и комплексной переработкой основного и побочного сырья;
- сбор и переработка отходов – вторсырья на пищевые и кормовые цели;
- очистка и обезвреживание неиспользуемых отходов согласно природоохранным требованиям.

Одним из решений проблемы стала разработка рекомендаций по сбору и переработке отходов производства с использованием их на кормовые цели, обеспечивающие снижение загрязненности сточных вод на 25-30%. Кроме того, дополнительно создаются рациональные системы водного хозяйства предприятий с высоким уровнем (до 95%) использования оборотно-повторных систем водоснабжения и очисткой малозагрязненных сточных вод.

На ряде предприятий разработаны системы экологических нормативов с использованием компьютерных технологий, которые позволяют наилучшим образом отследить степень загрязнения и очистки вод, внедренные в проекты на действующих предприятиях. Теоретически обоснованы и изучены в промышленных условиях перспективные типы очистных сооружений для полной

биологической очистки с продленной аэрацией, учитывающие особенности молочного производства – сезонный характер, колебания объемов стоков, уровни их загрязненности. В составе сооружений для доочистки используются биологические пруды, которые уже применялись в различных отраслях пищевой и легкой промышленности [1].

Одним из удачных решений утилизации сточных вод молочной промышленности является использование их в оросительных системах, что позволяет сочетать эффективную их очистку с повышением урожайности сельскохозяйственных культур и предотвращает загрязнение водоемов. Данная система была внедрена на маслодельно-сыродельном заводе в Литве. Помимо этого, для решения экологических проблем молочного производства разрабатываются различные машины для очистки вод. Например, новые компактные сооружения для физико-химической очистки, совмещающие процессы усреднения, расхода и состава и одновременной очистки сточных вод с выделением взвешенных веществ и жиров, которые можно использовать на предприятиях различной производительности. В состав сооружений для предварительной очистки (с использованием коагулянтов) входит узел переработки отходов анаэробными методами [2]. Стабилизированные осадки могут выступать в качестве органоминерального удобрения в сельском хозяйстве.

Особенно актуальной в настоящее время является проблема создания отраслевой системы контроля основных экологических показателей: водопотребления, водоотведения, загрязненности сточных вод, уровня отходов производства. Сейчас на большинстве предприятий отрасли отсутствует такая система. Промышленность платит большие штрафы за превышение экологических нормативов, что является в настоящий момент более дешевым способом «соблюдения» экологии. Но контроль экологических показателей самими предприятиями позволил бы не только избежать необоснованных штрафов, но и осуществлять рациональное использование сырьевых ресурсов, энергии, воды и др., а также оценивать экологическую безопасность производства.

Кроме сточных вод, в производстве молока большой урон экологии приносит выделение углекислого газа, но данная проблема в большей степени пока рассматривается в странах Западной Европы. При производстве одного литра молока выделяется около 1 кг углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), до 85% парниковых газов производят фермы. Производство одного литра молока обходится экологии выбросом 940 г эквивалента  $\text{CO}_2$ , а из выделяемых на фермах парниковых газов 59% приходится на метан, 24% на нитраты и 17% – на тот же углекислый газ [1].

Исследования многих западноевропейских ученых подтвердили подозрения, ранее высказываемые сотрудниками университета Линкольна в Новой Зеландии, что именно молочные фермы производят большую часть парниковых газов. Правда, сравнить данные в новозеландских фермах с показателями других производств невозможно из-за разницы методов подсчета [2].

Таким образом, к вопросам решения экологических проблем, в том числе и в молочной промышленности, необходимо подходить комплексно и с использованием возможностей смежных отраслей, что позволит добиться максимального эффекта не только для одного вида предприятий.

Решение проблемы, связанной с загрязнением окружающей среды отходами производства (жидкие, газообразные, твердые), лежит, несомненно, в необходимости проведения экологизации производств, а именно, в разработке и внедрении маловодных, бессточных технологических процессов, замкнутых по отношению к окружающей среде.



### **Список цитированных источников**

1. Банников, А.Г. Основы экологии и охраны окружающей среды / А.Г. Банников, Л.А. Вакулин, А.К. Рустамов. – М.: Колос, 1999. – 304 с.
2. Борщевский, П.П. Охрана окружающей среды в пищевой промышленности / П.П. Борщевский. – М.: АгроНИИТЭИП, 1990. – 327 с.

УДК 553.973

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДОБЫЧИ ОЗЕРНОГО САПРОПЕЛЯ**

**Железняк И. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, irinarepnik96@gmail.com  
Научный руководитель – Шешко Н. Н., к.т.н., доцент

*The article reveals the concept of sapropel. It also examines some environmental aspects caused by mining sapropel from a lake bed in various ways. Removal of benthic deposits can have both positive and negative effects on the state of limnosystem.*

Сапропель представляет собой тонкоструктурные, коллоидные отложения, содержащие не менее 15 % органического вещества, а также неорганические компоненты биогенного и привносного характера [1]. Сапропель является специфическим образованием пресных озер зоны смешанных лесов и имеет только ему присущие свойства. Именно уникальные свойства позволяют использовать его как сырье в различных отраслях: растениеводстве и животноводстве, химической промышленности, медицине, производстве строительных материалов, добывающей промышленности и др.

Использование сапропелевого сырья в различных отраслях деятельности человека ведет к увеличению объема его добычи, что, в свою очередь, вносит дополнительную антропогенную нагрузку на природные экосистемы. Поэтому выявление, изучение и оценка всех экологических аспектов процесса добычи сапропеля, а также прогнозирование состояния лимнологических систем после этого процесса являются неотъемлемой частью планирования разработки ресурса, наряду с различными показателями (экономическими, технологическими, техническими).

Изъятие накопленных озерных донных отложений, являющихся важным звеном экосистемы, вызывает резкие, а иногда и необратимые (при большом объеме добычи) изменения водного баланса, морфометрии, гидрохимического баланса, развития живых организмов. Степень изменения лимнологических систем зависит от множества факторов: целей, объемов, скорости и способа добычи сапропеля. Чаще всего применяются гидромеханизированный и экскаваторно-грейферный способы, реже – шнековый и способ с использованием многоковшовых рабочих органов. Иногда именно технологические особенности каждого из способов разработки ресурса играют решающую роль в протекании биологических процессов в озере. Нарушение экосистемы водоема ведет к изменению его трофности [2].

Частичное изъятие сапропеля на глубину не более 2,0-2,5 м приводит к улучшению всей лимносистемы: происходит углубление водоема, снижение

заиленности, уменьшение площади зарастания, увеличение площади зеркала при условии очистки водоема от сплавины, создаются предпосылки для создания рекреационных зон, возникает возможность рыбозаведения. При этом уровень воды в одних озерах не изменяется, а в других - понижается. Увеличение водной массы озер приводит к улучшению газового и температурного режимов водоема. При шнековом и грейферном способе не будет изменений в гидрологии озера при условии, если годовой объем добычи не превышает приходной части водного баланса (5 -10 % запасов воды).

Следует отметить, что все вышеперечисленные положительные аспекты добычи сапропеля могут быть получены только при условии учета особенностей экосистемы каждого конкретного озера, а также при условии соблюдения технологий добычи и осуществления мероприятий по защите вод и недр.

В случае нарушения технологических схем добычи и нерациональном использовании ресурса может наблюдаться обратный эффект. В период производства работ отмечается снижение прозрачности воды вследствие взмучивания и притока воды с чеков. При гидромеханизованном способе добычи такое взмучивание незначительно и наблюдается в области рабочих узлов, но при экскаваторно-грейферном способе взмучивание охватывает большую акваторию и приводит к снижению прозрачности до 0,2 м. Повышение мутности воды ведет к ухудшению ее биологического качества и гибели планктона и бентоса. Также при всех способах добычи (кроме гидромеханизованного с использованием электросиловых установок) наблюдается загрязнение экосистемы озера нефтепродуктами. В период проведения работ их содержание в водной массе может составлять 0,1 мг/л и выше.

Наиболее опасными последствиями добычи сапропеля являются обогащение водной массы питательными веществами, нарушение окислительно-восстановительного режима водоема, изменение профиля озера, перестройка структурного сообщества макрофитов, фито- и зоопланктона, зообентоса. Расчлененность ложа и появление переуглубленных участков способствуют появлению стратификации, что, в свою очередь, при слабом перемешивании увеличивает вероятность возникновения анаэробных зон [3].

Таким образом, степень негативного влияния на природные лимносистемы при добыче озерного сапропеля зависит от соблюдения технологий и основ рационального и комплексного освоения ресурсов (добываемого сапропеля и воды, извлекаемой в процессе разработки). Наиболее распространенные способы добычи (гидромеханизованный и экскаваторно-грейферный) имеют ряд существенных недостатков, поэтому на современном этапе развития техники и технологий разработано множество схем и устройств для щадящей (по отношению к экосистемам) добычи сапропеля.

### **Список цитированных источников**

1. Сапропель. Промышленно-генетическая классификация: СТБ 17.04.02-01-2010. – Минск: Госстандарт, 2010 – 6 с.
2. Лопух, П.С. Общая лимнология: пособие для студентов геогр. фак. / П.С. Лопух, О.Ф. Якушко. – Минск: БГУ, 2011. – С. 228-230.
3. Восстановление экосистем малых озер / Российская академия наук; редкол.: В.Г. Дрabbкова [и др.]. – СПб: Наука, 1994. – С. 30-35.

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА Г. БРЕСТА НА СОЗРЕВАНИЕ ВИНОГРАДА

**Женарь А. В.**

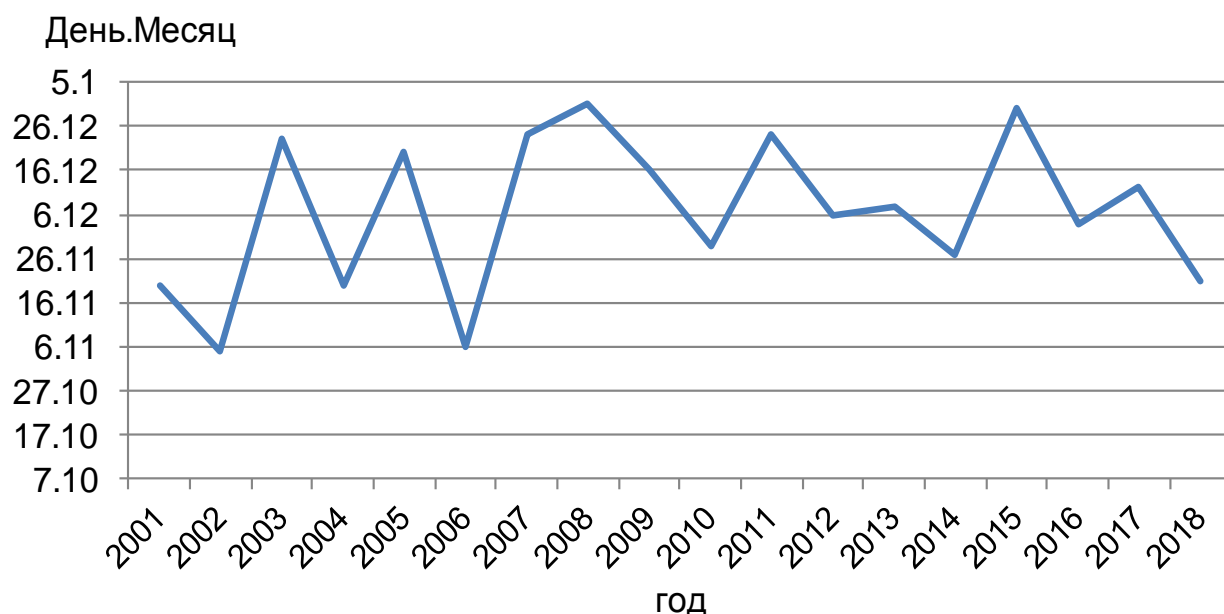
Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, nkolbas@gmail.com  
Научный руководитель – Колбас Н. Ю., к.б.н., доцент

*Brest region of Belarus refers to the northern zone of viticulture. In our study, the maturity index of red and white grapes was calculated as a sugar-to-titrable-acidity ratio. The maturity index for grapes of late harvest dates ranges from 6.77 to 42.99.*

Виноград (*Vitis L.*) – одно из древнейших окультуренных человеком растений. Плоды винограда являются природным источником нутриентов и биологически активных веществ, одними из которых и являются фенольные соединения. Фенольные соединения в зрелых плодах винограда содержатся в следующем соотношении: 10 % – в мякоти ягод, 60-70 % – в семенах, 28-35 % – в кожце. Необходимо учитывать, что качественный и количественный состав фенольных соединений винограда зависит от целого ряда факторов, таких как: климатические, географические (высота над уровнем моря, особенности рельефа, тип почв), биологические (генетические особенности сорта, возраст лозы, степень зрелости ягод), а также и от сроков уборки урожая. В литературе имеются сведения о том, что большая теплообеспеченность и меньшее количество осадков способствуют накоплению полифенолов в плодах винограда. В ягодах винограда с высокой сахаристостью содержится и больше фенольных соединений. Одним из определяющих климатических факторов является температурный режим периода вегетации [1].

По данным метеорологов, за последние 30 лет среднегодовая температура воздуха в Беларуси повысилась на 1,1°C. Циклические изменения величины линейных трендов температур в самые холодные месяцы года (январь–февраль) были отмечены значительным падением температур в конце 60-х начале 70-х гг. и резким ростом в конце 70-х гг. прошлого столетия. Эти изменения привели к смещению агроклиматических зон с юга на север примерно на 100–120 км. На территории Брестской области, таким образом, сформировалась новая для Беларуси агроклиматическая зона, которая характеризуется суммой положительных температур (+10°C и выше) более 2600°C [2]. Это позволило культивировать новые сорта винограда.

Исходя из анализа сроков наступления климатической зимы в г. Бресте за последние 18 лет (рисунок), можно сделать вывод, что самый ранний срок наступления данного периода приходится на первую декаду ноября (2002, 2006 и 2018 гг.), самый поздний – последняя декада декабря (2008, 2010 и 2015 гг.). В результате таких поздних заморозков возрастает риск снижения урожайности, поскольку ягоды на грозди начинают гнить и осыпаться, также основной проблемой поздних сроков сбора являются птицы, которые поедают плоды. Однако плоды поздних сроков сбора характеризуются высоким содержанием сахаров, фенольных соединений, что повышает питательную и техническую ценность винограда.



**Рисунок – Даты начала климатической зимы (первое снижение температуры до  $-7^{\circ}\text{C}$  и менее) в г. Бресте**

Целью нашего исследования была оценка индекса спелости винограда при культивировании в условиях г. Бреста.

Объектами исследования были плоды четырёх сортообразцов *Vitis* – два из них антоцианосодержащие (так называемые красные – V-1 и V-2) и два безантоцианиновые (белые – V-3 и V-4). Растения культивируют на территории отдела «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина (г. Брест, ул. Шоссейная, 10). Образцы отбирались один раз в сезон, после снижения температуры до  $-7^{\circ}\text{C}$  в 2017 г. (12 декабря) и 2018 г. (21 ноября). В день сбора для каждого из сортообразцов оценивали ампелографические показатели: масса грозди, количество ягод в грозди и навеске 100 г [3]. Далее плоды сепарировали и получали виноградный сок, который анализировали. Титруемую кислотность определяли потенциметрическим методом с 0,1М NaOH в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51434-2006 [4] под контролем pH-метра (титровали до pH 8,1) и выражали в граммах винной кислоты на 100 г сырых плодов (г ВК/100 г). Определение содержания растворимых сахаров проводили согласно СТБ ГОСТ Р 51433-2007 [5] с применением рефрактометра (ИРФ 454 Б2М, КОМЗ, РФ) и с учетом температурных поправок. Содержание сахаров выражали в  $^{\circ}\text{Брикса}$  ( $^{\circ}\text{Вх}$ ). Индекс спелости рассчитывали как отношение общего содержания растворимых сахаров к титруемой кислотности.

Все опыты были проведены в трехкратной повторности. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Проанализированный виноград относится к перспективным сортообразцам смешанного использования. Биохимические показатели спелости четырёх сортообразцов винограда урожая 2017 и 2018 гг. представлены в таблице. Содержание растворимых сахаров составило 0,73–12,77  $^{\circ}\text{Вх}$  в 2017 г. и 0,88–13,51  $^{\circ}\text{Вх}$  в 2018 г. Наибольшее количество сахаров за два года содержит сортообразец V-1, наименьшее V-4. Титруемая кислотность варьировала от 0,1 до 0,44 г ВК/100 г ягод и для антоцианосодержащих сортообразцов была достоверно ниже в 2017 г. по сравнению с 2018 г. (снижение составило в среднем 20 %), а для безантоциановых – выше (на 39 % в среднем).

**Таблица – Биохимические показатели спелости сортообразцов винограда**

Сорто-образец	Дата сбора	Выход сока, %	ОСРС, °Вх	ТК, г ВК/100 г	ИС
V-1	12.12.17	41,93 ± 5,6	12,77 ± 0,46	0,44 ± 0,04	30,09 ± 6,33
	21.11.18	33,97 ± 7,2	13,51 ± 0,68	0,35 ± 0,03	39,08 ± 5,3
V-2	12.12.17	41,4 ± 4,5	7,17 ± 1,27	0,43 ± 0,02	16,72 ± 1,96
	21.11.18	30,07 ± 3,5	8,01 ± 0,68	0,37 ± 0,01	21,98 ± 3,48
V-3	12.12.17	34,63 ± 4,4	8,62 ± 0,89	0,21 ± 0,01	42,99 ± 9,02
	21.11.18	39,27 ± 3,8	8,41 ± 0,6	0,31 ± 0,06	31,02 ± 10,5
V-4	12.12.17	28,9 ± 7,2	0,73 ± 0,05	0,1 ± 0,01	7,33 ± 0,62
	21.11.18	37,83 ± 8,1	0,88 ± 0,08	0,13 ± 0,02	6,77 ± 1,84

Индекс спелости по годам различался незначительно и в целом варьировал от 7,33 до 42,99 в 2017 г. и от 6,77 до 39,08 в 2018 г. В целом, изученные сортообразцы демонстрировали сходную последовательность снижения показателя: V-3 > V-1 > V-2 > V-4 – в 2017 г. и V-1 > V-3 > V-2 > V-4 – в 2018 г.

Таким образом, наибольшие показатели спелости в условиях г. Бреста при поздних сроках сбора характерны как для антоцианосодержащих (V-1), так и для безантоциановых (V-3) сортообразцов.

#### **Список цитированных источников**

1. Handbook of enology [Traité d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.] – West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2006. – Vol. 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments – 444 p.

2. Агрометеорологические особенности и условия развития сельскохозяйственных культур в РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pogoda.by/press-release>. – Дата доступа: 13.12.2018.

3. Женарь, А. В. Ампелографические показатели винограда разных сроков сбора / А. В. Женарь, А. В. Ховренкова // Культурная и дикорастущая флора белорусского Полесья: сб. мат. IV межвуз. научно-практич. конф., Брест 22 нояб. 2018 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; редкол.: Н.В. Шкуратова [и др.]. – Брест : БрГУ, 2018. – С. 27–29.

4. Соки фруктовые и овощные. Метод определения титруемой кислотности: СТБ ГОСТ Р 51434–2006. – Введен 28.12.2006. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2007. – 12 с.

5. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания растворимых сухих веществ рефрактометром: СТБ ГОСТ Р 51433–2007. – Введен 29.12.2007 – Минск : Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2007. – 12 с.

## **ОЦЕНКА СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Жук И. Ю.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, izh32@bk.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The polluter-pays principle is being formed in the society and legislation today. The implementation of this principle in the life practice is fully promoted by the modern Tax Code.*

При осуществлении экономической или хозяйственной деятельности отдельные субъекты хозяйствования оказывают воздействие на компоненты природной среды, за воздействие и (или) пользование которыми предусмотрено налогообложение экологическим налогом.

В настоящей работе анализируются современные подходы в оценке системы экологического налогообложения антропогенного воздействия на компоненты природной среды Республики Беларусь в период с 2011 – по 2014 годы.

Цель исследований: проведение сравнительного анализа системы экологического налогообложения в разные годы и определение системы экологического налогообложения как эффективной меры уменьшения антропогенного воздействия на компоненты природной среды.

До 2009 года термин «экологический налог» использовался в законодательстве как синоним термина «налог за использование природных ресурсов». В то время все такие налоги взимались в соответствии с Законом Республики Беларусь «О налоге за использование природных ресурсов (экологический налог)» 1991 года и Указом Президента № 215 «О ставках налога за использование природных ресурсов (экологического налога) и некоторых вопросах его взимания» за 2007 год. Некоторые экологические налоги отменены в 2010–2011 годах, в целом для того, чтобы упростить систему налогообложения предприятий.

Начиная с 2010 года, налоги помещены в Налоговый кодекс, в котором проводится различие между экологическим налогом и налогом за добычу (изъятие) природных ресурсов. Действующий с начала 2011 года Налоговый кодекс предусматривает четыре вида объектов налогообложения экологическим налогом: 1) выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух; 2) сброс сточных вод; 3) хранение, захоронение отходов производства; 4) ввоз на территорию Республики Беларусь озоноразрушающих веществ, в том числе содержащихся в продукции.

Налоговым кодексом регулируются порядок расчета экологического налога и правила его платежа.

Применение экологического налога для выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух увязано с системой ежегодных предельно допустимых выбросов, указываемых в соответствующих природоохранных разрешениях. До конца 2010 года при превышении таких предельно допустимых значений

применялся коэффициент, который в 15 раз превышал соответствующие базовые налоговые ставки. В начале 2011 года этот коэффициент был отменен и вместо него введена система платежей для компенсации экологического ущерба в сочетании с административными штрафами. Базовые налоговые ставки, указанные в Налоговом кодексе, могут быть изменены путем применения так называемых «коэффициентов», которые могут повышать или понижать реальное налоговое бремя на единицу налогообложения.

Нормативы допустимых выбросов загрязнителей воздуха устанавливаются для 242 веществ 2–4 класса опасности при условии, что они указаны в разрешении на выбросы; при этом ставка налога устанавливается по классам опасности, а не для каждого вещества в отдельности.

Начиная с 2013 года, ежегодные разрешенные объемы выбросов загрязнителей воздуха устанавливаются в соответствующих разрешениях на выбросы в атмосферный воздух или в комплексных природоохранных разрешениях. Ранее все стационарные источники выбросов, в отношении которых существуют официальные правила или процедуры расчета объема и вида загрязнителей, облагались экологическим налогом. Кроме того, такой налог уплачивался только в том случае, если общий объем выбросов для всех категорий опасности составлял как минимум три тонны в год. В то же время, налог за выбросы веществ, относящихся к первой (наиболее опасной) категории опасности, был отменен. К налоговой ставке за выбросы загрязняющих веществ, связанные со сжиганием топлива для подачи электричества, тепла и горячей воды населению был применен коэффициент 0,27 (т. е. снижение на 73 %). Этот коэффициент также применяется при соответствующих поставках на объекты в таких секторах, как здравоохранение, туризм, социальное обеспечение, образование, искусство и культура. Этот коэффициент не применяется при расчете налога за выбросы загрязняющих веществ, связанные с потреблением энергии предприятиями для собственных производственных нужд.

Платежи за сброс сточных вод рассчитываются по объему сточных вод, отводимых в окружающую среду. При этом количество и вид загрязняющих веществ не учитываются. Ставка налога дифференцируется в зависимости от вида объекта, куда производится сброс сточных вод. К таким объектам относятся водотоки, водоемы, незамкнутые водоносные горизонты (куда сточная вода отводится) и недра.

Коэффициент 0,006 применяется при расчете налога за сброс сточных вод для владельцев коммунальной и ведомственной канализации в таких секторах, как здравоохранение, спорт, образование и культура. Таким образом, налоговая ставка, применяемая при расчете платежей за сброс коммунальных сточных вод, составляет 0,6 % базовой налоговой ставки за 1 м<sup>3</sup>. Этот коэффициент также применяется при расчете налога за сброс сточных вод рыбохозяйственными организациями и прудовыми хозяйствами.

Предприятия, подключенные к городским системам канализации, могут сбрасывать свои сточные воды в коммунальные канализационные сети, уплачивая при этом соответствующую плату за обслуживание. В таком случае налог за сброс сточных вод уплачивает собственник сетей канализации. Коэффициент в 1,5, который применялся при расчете налога за сброс промышленных сточных вод при отсутствии приборов учета, отменен с 1 января 2011 года. Более 98 % предприятий имеют приборы учета для измерения объема сбрасываемых сточных вод.

Отходы, образуемые в процессе производства, подлежащие хранению и захоронению, облагаются налогом. Объектом налогообложения экологическим налогом не признается хранение отходов производства, предназначенных для захоронения, обезвреживания и (или) использования, в целях накопления количества отходов производства, необходимого для перевозки одной транспортной единицей на объекты захоронения, обезвреживания таких отходов и (или) объекты по использованию таких отходов. Налог уплачивают юридические лица, образующие отходы, или юридические лица, ставшие собственниками отходов производства, образованных другими юридическими лицами. Ставки налога на отходы производства зависят от вида обращения с отходами и категории отходов. В 2010–2014 годах ежегодное увеличение налоговых ставок обеспечило полную компенсацию кумулятивной инфляции, за исключением налоговых ставок за хранение отходов горнодобывающих предприятий в больших объемах.

Помимо экологического налога, за захоронение и хранение отходов предусмотрена плата за обращение с отходами собственнику полигона или места хранения отходов. Производители отходов, аналогичных бытовым отходам, освобождаются от уплаты налога за захоронение отходов, если годовой объемом отходов составляет менее 50 тонн. Кроме того, не облагаются налогом отходы производства, включающие полихлорированные бифенилы (ПХБ).

Ввоз озоноразрушающих веществ (ОРВ), в том числе ОРВ, содержащихся в продукции, является объектом экологического налога с начала 2011 года. На начало 2015 года ставка налога составляла 76 930 рублей (4,8 евро) за кг, в то время как в 2011 году она составляла 23 000 рублей. С учетом инфляции налоговая ставка в реальном выражении увеличилась за указанный период примерно на 50 %. ОРВ в стране не производятся.

Налог не взимается за ввоз ОРВ, являющихся неотъемлемой частью оборудования ввозимого транспортного средства, осуществляющего перевозку пассажиров или грузов. То же самое касается транзитной перевозки ОРВ, в том числе содержащихся в продукции, через территорию Республики Беларусь.

Изменения в доходах от экологического налога зависят от ежегодного изменения налоговых ставок и изменения различных видов налоговой базы, т. е. объемов выбросов загрязнителей воздуха и объемов произведенных отходов. В 2014 году общий объем поступлений составил примерно 984,7 млрд рублей (60,9 млн евро), превысив в три раза объем поступлений в 2010 году, равный 325,6 млрд рублей. Однако с учетом инфляции совокупные поступления в реальном выражении снизились за этот период примерно на 11 %. Основной объем поступлений в 2014 году обеспечивался за счет налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (45,1 %) и налога за захоронение и хранение отходов (40,3 %); доля платежей за сброс сточных вод составила 14,5 %. Эти поступления целиком предназначались для республиканского и местных фондов охраны природы вплоть до их отмены в конце 2011 года. С 2011 года 40 % поступлений перечисляется в республиканский бюджет и 60 % – в бюджеты территориальных единиц. Исключение составляет налог на ОРВ, который в полном объеме перечисляется в республиканский бюджет. В период 2011–2014 годов совокупные поступления составляли 0,3 % всех доходов государственного бюджета.

Таким образом, современное экологическое налогообложение нацелено на стимулирование субъектов хозяйствования и социальной сферы максимально



возможно сокращать объемы сбросов, выбросов, твердых отходов. В результате происходит последовательное снижение антропогенного воздействия на основные компоненты природной среды на всей территории Беларуси и отдельных ее регионов.

#### **Список цитированных источников**

1. Об обращении с отходами: закон Республики Беларусь от 20.07.2007 №271-3 с изм. от 13.07.2016 №397-3 / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 16.07.2016, 2/2395.

2. Водный кодекс Республики Беларусь от 30.04.2014 №149-3 с изм. от 17.07.2017 г. №51-3/ Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 21.07.2017, 2/2489.

3. Налоговый кодекс Республики Беларусь от 19.12.2002 №166-3 с изм. от 30.12.2018 №159-3/ Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 01.01.2019, 2/2594.

4. Об охране атмосферного воздуха: закон Республики Беларусь от 16.12.2008 № 2-3 с изм. 13.07.2016 №397-3 / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 16.07.2017, 2/2395.

УДК 628.162, УДК 628.316

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА**

### **Зубрицкая И. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, irina.zubritskaya98@yandex.ru  
Научный руководитель – Андреюк С. В., старший преподаватель

*Increase and accumulation of nitrogen-containing compounds in natural waters requires removing anthropogenic impact and improves the quality of drinking water. A brief description of the conditions for operating groundwater and their quality in the areas of existing water intakes is given. The effect of nitrogen-containing water on human health is described.*

В настоящее время одной из важнейших проблем в природоохранной деятельности является загрязнение подземных вод соединениями азота: нитратами, нитритами, азотом аммонийным.

Формирование химического состава пресных подземных вод в естественных и слабонарушенных условиях определяют в основном две группы факторов:

- прямые факторы, непосредственно воздействующие на подземные воды: состав горных пород, живые организмы, хозяйственная деятельность человека;

- косвенные факторы, определяющие условия, в которых протекает взаимодействие веществ с подземными водами: климат, рельеф, гидрологический режим, растительность, гидрогеологические и гидродинамические условия и пр.

Таким образом, основные источники попадания азотосодержащих соединений в систему грунтовых вод можно разделить на естественные (почвенный азот, атмосферные осадки, богатые азотом биологические отложения) и антропогенные (азотные удобрения, животноводческие фермы, места сброса хозяйственных и промышленных сточных вод, дренажные воды септических бассейнов).

Поступление нитратов в организм человека происходит с потреблением продуктов питания и воды. Считается, что до 70–80 % нитратов, поступающих в организм первоначально, содержится в продуктах питания растительного происхождения, около 20 % – доля нитратов водного происхождения. Однако установлено, что нитраты воды в среднем в 1,5 раза токсичнее нитратов, содержащихся в растительной пище. В случае повышенного содержания нитратов в воде именно они составляют основную часть нитратной нагрузки на организм человека. Реальная нагрузка существенно зависит от характера питания и количественного содержания нитратов в воде и достигает в ряде случаев 500–600 мг/чел в сутки. Для взрослого человека допустимая суточная доза нитратов принята 300–325 мг/чел. Для детей – рассчитывается исходя из 5 мг нитратов на 1 кг массы тела. Эта доза иногда превышает и может приводить к неблагоприятным для здоровья населения последствиям.

Токсическое действие нитратов связано с восстановлением их до нитритов, аммиака. Если в организм человека поступают высокие дозы нитратов, через 4–6 ч появляются тошнота, одышка, посинение кожных покровов, диарея. Одновременно ощущается общая слабость, головокружение, боли в затылке и сердцебиение. Первой медицинской помощью при этом является обильное промывание желудка, прием активированного угля и солевых слабительных. Употребление в течение долгого времени пищи и воды с высоким содержанием нитратов вызывает также аллергию. По мнению некоторых исследователей, с употреблением загрязненной воды может быть связано от 30 до 50 % случаев новообразований. При поступлении больших доз нитритов в организм человека наблюдается накопление метгемоглобина, не способного переносить кислород к тканям и органам. Угрозой для жизни является накопление в крови 20% и более метгемоглобина. При количествах метгемоглобина в крови до 25% отмечается частичное кислородное голодание тканей, при 65–70% – наступает смерть. Наиболее часто подвергаются заболеванию метгемоглобинемией дети грудного возраста.

Качество подземных вод Беларуси основных эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов по состоянию на 01.01.2017 г. в основном соответствует Санитарным правилам и нормам СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Однако из-за природных гидрогеологических условий Беларуси в воде наблюдается повышенное содержание железа и марганца, а также низкое содержание фтора. Ежегодными наблюдениями установлено, что на большинстве водозаборов, где не в полной мере соблюдаются санитарные нормы (неудовлетворительное состояние зон санитарной охраны, застроенная городская территория, наличие промышленных предприятий и др.), прослеживается локальное загрязнение подземных вод. На ряде водозаборов содержание в воде азота аммонийного и нитратов, а также величины рН, перманганатной окисляемости, щелочности, жесткости, мутности и цветности превышают предельно допустимые концентрации (ПДК).

В 2017 г. основными показателями, определяющими загрязнение грунтовых и артезианских вод, являлись азот аммонийный, нитраты и окисляемость перманганатная. Наибольшее количество водных проб с повышенным содержанием нитрат-ионов выявлено в бассейнах рек Днепра (грунтовые и артезианские воды), Западного Буга и Припяти (грунтовые воды).

Нарушение нормативов по санитарно-химическим показателям установлено по содержанию нитратов (40% от проб), общей жесткости (13%), органолептическим свойствам (10%), содержанию железа (8%) и аммиака (2%).

Несмотря на определенные сложности с качеством питьевой воды, согласно докладу ООН/ПРООН «Показатели развития человека», Беларусь входит в группу из 34 стран, население которых имеет 100-процентный устойчивый доступ к улучшенным источникам воды (по количеству, качеству и близости нахождения источников воды). Вполне очевидно, что хозяйственное освоение новых водных объектов должно сочетаться с охраной экосистем, координироваться на местном, государственном и межгосударственных уровнях.

Длительность протекания процессов загрязнения подземных вод нитратами обусловила и значительную глубину их проникновения в горизонт грунтовых вод (до 10–15 м), а нередко и в более глубокие напорные водоносные горизонты (до 40–50 м), где фиксируются концентрации нитратов, превышающие уровень ПДК (45 мг/л). При этом, несмотря на отсутствие биологической самоочистки и замедленность гидродинамических процессов в подземных водах в отличие от поверхностных, при снятии антропогенных нагрузок в пределах какого-либо участка практически всегда фиксируется постепенное улучшение качества грунтовых вод.

В рамках исследований, проводимых на кафедре водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов УО «Брестский государственный технический университет», был выполнен мониторинг нитратного загрязнения подземных вод Брестского региона Республики Беларусь. Были проанализированы пробы воды 22 источников нецентрализованного водоснабжения (шахтных колодцев и скважин глубиной от 5 до 80 м). Анализируя полученные данные, следует отметить превышения предельно допустимой концентрации нитратов в воде шахтных колодцев Лунинецкого, Барановичского и Кобринского районов Брестской области: так, в воде шахтных колодцев деревень Забужки и Магдалин содержание нитратов составило 63 и 90 мг/дм<sup>3</sup> соответственно.

Увеличение и накопление соединений азота в подземных водах нашей республики и за ее пределами требует как снятия антропогенных нагрузок, так и улучшения качества питьевой воды путем применения прогрессивных и экономичных методов водоподготовки.

### **Список цитированных источников**

1. Дроздова, Е. В. Нитратное загрязнение питьевых вод в Республике Беларусь: анализ состояния проблемы и обоснование направления дальнейших исследований [Электронный ресурс] / Е. В. Дроздова, В. В. Бурая, В. А. Рудик // (CD-ROM) Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. В.П. Филонов. – Минск : 30.09.2010. – Вып. 15 – 16. – ISSN 2076 – 3778. С. 56–61.

2. Позин, С. Г. О некоторых направлениях обеспечения безопасности воды для здоровья населения Республики Беларусь / С. Г. Позин, Т. В. Амвросьева, В. И. Ключенович // Военная медицина. – 2006. – № 1. – С. 90–93.

3. Пашкевич, В. И. Проблемы качества пресных и подземных вод Беларуси / В. И. Пашкевич, А. В. Кудельский // Водные ресурсы и климат: Сборник докладов IV Международного Водного Форума, Минск, 12–13 октября 2010 г. / РУП «ЦНИИКИВР». – Минск, 2011. – С. 157–161.

4. Государственный водный кадастр Республики Беларусь. Водные ресурсы, их использование и качество вод : (за 2017 г.) / Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды. – Минск : ЦНИИКИВР, 2018. – 92 с.

5. Житенев, Б.Н. Современное состояние проблемы загрязнения подземных вод Беларуси соединениями азота и пути ее решения / Б.Н. Житенев, С.В. Андреюк // Водоочистка, Водоподготовка, Водоснабжение. – 2016. – №4 (100). – С. 52 – 57.

УДК: 54-76; 543.51; 543.06

## ФОТОЛИЗ 5 Г/Л ФЕНОЛЬНОГО РАСТВОРА В ПРИСУТСТВИИ НАНОЧАСТИЦ $\text{TiO}_2$

**Кадырова Э.М.**

Бакинский государственный университет

*It was carried out a photochemical decomposition of 5 g / l of phenol solution (20 ml) and 0.05 g of nano- $\text{TiO}_2$  particles for purification of wastewater. After irradiating the sample using a UV lamp, the adsorption coefficient of the solution on the "Varian" was determined. The decomposition of phenol was calculated using quantitative analysis, which was carried out on a gas chromatograph with a highly efficient mass selective detector.*

### Введение

Фенол и его производные являются одними из наиболее распространенных загрязнений, поступающих в поверхностные воды со стоками предприятий нефтеперерабатывающей, сланцеперерабатывающей, лесохимической, коксохимической, анилинокрасочной промышленности, в результате лесосплава, а также со стоками гидролизной промышленности. Образуются загрязненные воды с фенольными производными, которые очень опасны для окружающей среды.  $\text{TiO}_2$  представляет собой экологически чистый оптический полупроводниковый материал. Он имеет широкую прикладную ценность во многих областях благодаря отличным структурным, оптическим и химическим свойствам. Фотокаталитический процесс nano- $\text{TiO}_2$  преобразует световую энергию в электрическую или химическую энергию в мягких условиях.

До настоящего времени фотолюминесцентный диоксид титана ( $\text{TiO}_2$ ) являлся наиболее эффективным и полезным фотокатализатором как для фундаментальных исследований, так и для практических применений благодаря своей высокоэффективной фотохимической стабильности, нетоксичной природе и низкой стоимости [1-2]. Проведено много исследований для изучения фотокаталитической активности фотолюминесценции  $\text{TiO}_2$ -х nano-форм [3]. Механизм фотокаталитической активности nano- $\text{TiO}_2$  широко изучен в литературе [4-5].

При поглощении энергии света, возбуждаемые электроны  $\text{TiO}_2$  создают ( $e^-$ ) и ( $h^+$ ) пары. Эти носители заряда могут быстро мигрировать на поверх-

ности частиц катализатора, где они в конечном итоге захватываются и подвергаются окислительно-восстановительной химии подходящими субстратами. Таким образом, захваченное отверстие может взаимодействовать с хемосорбированным OH- или H<sub>2</sub>O с образованием радикалов OH [6-7]. Кислород, который присутствует в системе, действует как эффективный поглотитель электронов. Кроме того, любой другой окислитель, такой как OH-, может захватывать электроны [8].

Фотолюминесценция nano-TiO<sub>2</sub> имеет много применений во многих областях, включая фотокатализ, сельское хозяйство, солнечные элементы, чувствительные к красителям, и биомедицинские устройства [9-11].

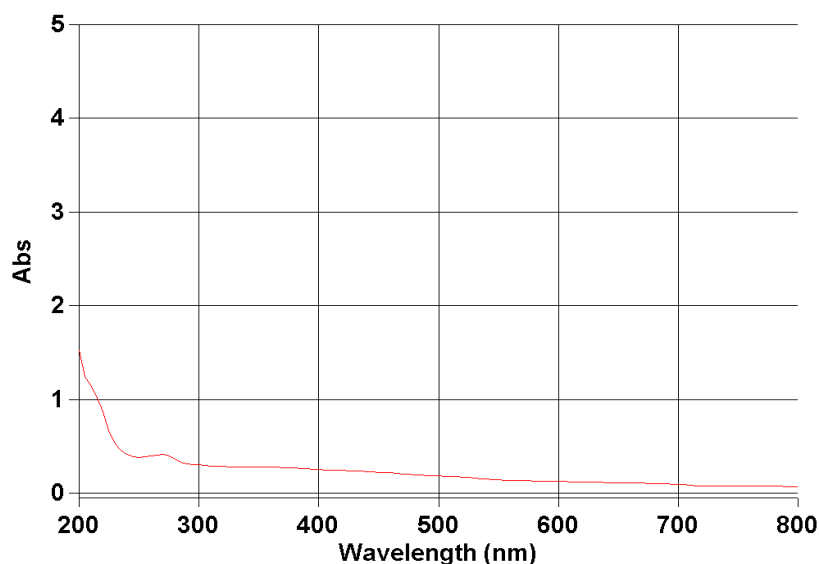
Однако в области сельского хозяйства использование наноматериалов TiO<sub>2</sub> является относительно новым и требует дальнейшего изучения. Фотолюминесценция nano-TiO<sub>2</sub> продолжает привлекать внимание исследователей сельского хозяйства из-за его благоприятных физико-химических свойств, низкой стоимости, доступности и высокой стабильности [12]. Таким образом, фотолюминесценция nano-TiO<sub>2</sub> имеет много прикладных возможностей в сельском хозяйстве, включая деградацию пестицидов, защиту растений и выпадение остатков [13].

Однако одним из недостатков наноматериалов TiO<sub>2</sub> является то, что они в основном активны в присутствии ультрафиолетового света из-за их большой ширины полосы около 3,2 эВ [14]. УФ-режим – лишь малая часть энергии солнца (<10%) [15]. Поэтому это свойство ограничивает применение наноматериалов TiO<sub>2</sub> в сельском хозяйстве и иногда предотвращает высокоэффективное использование наноматериалов TiO<sub>2</sub>. Таким образом, было разработано несколько подходов к решению этой проблемы и улучшению фотокаталитической активности наноматериалов TiO<sub>2</sub> для широкого спектра применений. Одним из эффективных способов повышения производительности наноматериалов TiO<sub>2</sub> является увеличение их оптической активности за счет сдвига начала реакции от УФ к видимой области путем легирования наноматериала TiO<sub>2</sub> различными металлами или другими элементами [16].

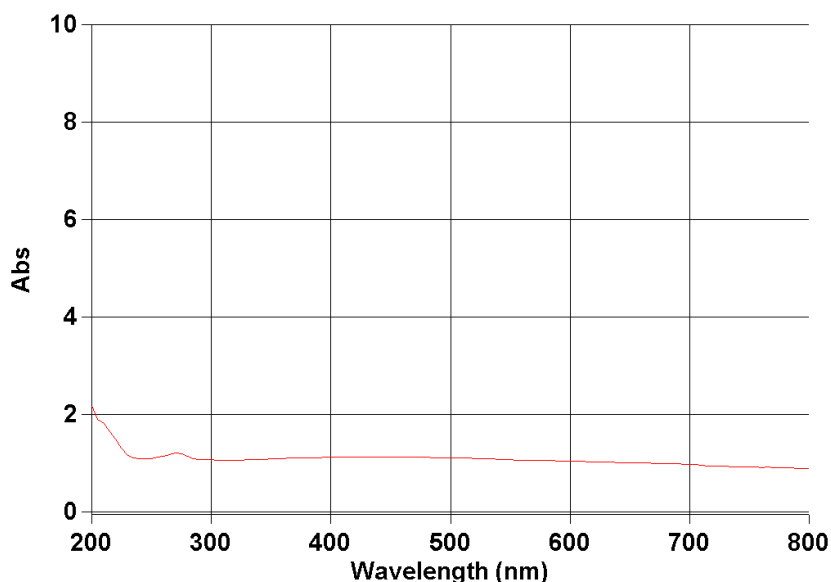
#### Ход работы и обсуждения результатов

Настоящая работа направлена на обзор и обобщение недавних приложений и исследований фотолюминесценции nano-TiO<sub>2</sub>. Процесс фотокаталитической деградации TiO<sub>2</sub> для фенола и его производных от водных ресурсов в основном основан на формировании высокоактивных OH-радикалов, которые способны превращать фенольные производные в относительно безвредные конечные продукты. Однако ограничения широкого применения полупроводников TiO<sub>2</sub> для фотокаталитической деградации фенольных производных включают в себя высокую скорость электронно-дырочной рекомбинации, широкий запрещенный зазор и неэффективные катализаторы сбора видимого света. Минимизация электронно-дырочной рекомбинации и эффективное возбуждение видимого света являются основными проблемами, повышающими фотокаталитическую эффективность деградации фенолов.

Нами было взято 20 мл из 5 г/л водного раствора фенола и 5 мл санифицированного раствора 10 мл водного раствора TiO<sub>2</sub>, где количество катализатора составляет 0,05 г. В комнатной температуре раствор хорошо перемешивался, затем на аппарате УФ в течение 1 часа происходил процесс фотолиза. До этого мы снимали УФ облучения 4 мл 5 г/л водного раствора фенола на аппарате «Varian» (рис.1). После 1 часа раствор, где происходил процесс фотолиза, также облучился на аппарате «Varian» (рис.2).



**Рисунок 1 – Ультрафиолетовое облучение (УФ) раствора самого фенола**



**Рисунок 2 – Ультрафиолетовое облучение раствора фенол +  $TiO_2$  после процесса фотохимического разложения**

Из рисунка 2 видно, что в диапазоне 400-800 нм, после процесса фотолиза были обнаружены пики, а на рисунке 1 их не было, так как после фотохимического процесса происходило разложение фенола. После фотодиссоциации раствор был анализирован с помощью масс хроматографии и конкретно были вычислены концентрации образующихся веществ после облучения с УФ-лучами. Процесс продлился 1 час, а между УФ-лампой и анализируемой пробой расстояние было 4 см.

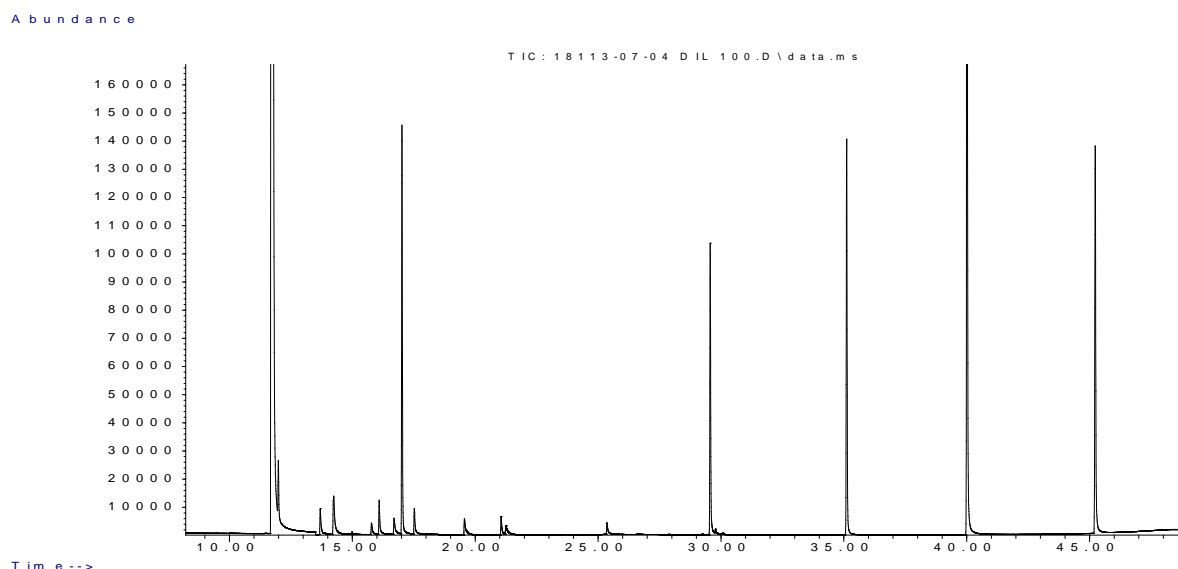
Количественный анализ проб воды проводился на ГХ-МСД-газовом хроматографе 6890N с высокоэффективным масс-селективным детектором Agilent 5975 производства фирмы Agilent Technologies (США). Во время анализа образцов использовались растворители с хроматографической степенью чистоты. Пробы воды экстрагировались в делительной воронке. До начала экстракции водородный показатель образцов был снижен до  $pH < 4$ . В качестве раство-

рителя использовался хлористый метилен. С целью предотвращения загрязнения экстрактов анализ образцов проводился с использованием растворителя дихлорметан (Rathburn, Scotland) с хроматографической степенью чистоты.

Температура инжектора	270°C
Объем вводимого образца	1 µl (manual or automatic injection)
Газ носитель	Helium
Температура источника	230°C

В качестве внутреннего стандарта во все образцы были добавлены два дейтерированных полициклических ароматических соединения нафталин-d8 и фенантрен-d10. Экстрагирование проводилось трижды. Полученные экстракты были объединены в круглодонных колбах и сконцентрированы сначала на роторном испарителе при температуре водяной бани 35±5°C до объема 5 мл, далее под тонкой струей азота. Концентрированные экстракты были перенесены в пробоотборники объемом 1мл.

Ниже приведены хромато-масс-спектры данного образца после УФ-облучения (рис.3.)



**Рисунок 3 – Хромато-масс-спектры раствора фенол + TiO<sub>2</sub> после фотохимического разложения**

**Таблица 1 – Количественный анализ раствора фенол + TiO<sub>2</sub> после фотохимического разложения с помощью УФ лучей**

Вещества	концентрация, мкг/л
phenol	4139
o-cresol	973
m+ p-methylphenol	1031
2,4-dimethylphenol	1835
2,4,5-TCP	1485
2,4,6-TCP	1467

Из таблицы 1 видно, что после фотохимического процесса в анализируемом растворе, содержащем 20 мл 5г/л фенольного раствора и 5 мл

санифицированного раствора  $\text{TiO}_2$  (всего 25мл), с помощью масс-хроматографии было определено количество фенола (4139 мкг). В процессе фотолиза 82 % фенола разложилось, и это означает, что количество фенола в воде снизилось на 82%.

#### **Список цитированных источников**

1. Yue D, Qian X, Zhao Y (2015) Photocatalytic remediation of ionic pollutant. *Science Bulletin* 60(21):1791-1806
2. Liu RL, Ye HY, Xiong XP, Liu HQ (2010) Fabrication of  $\text{TiO}_2/\text{ZnO}$  composite nanofibers by electrospinning and their photocatalytic property. *Mater ChemPhys* 121(3):432-439
3. Kim Y, Yang S, Jeon EH, Baik J, Kim N, Kim HS, Lee H (2016) Enhancement of photo-oxidation activities depending on structural distortion of Fe-doped  $\text{TiO}_2$  nanoparticles. *Nanoscale Res Lett* 11:41
4. Yu HJ, Zhao YF, Zhou C, Shang L, Peng Y, Cao YH, Wu LZ, Tung CH, Zhang TR (2013) Carbon quantum dots/ $\text{TiO}_2$  composites for efficient photocatalytic hydrogen evolution. *J Mater Chem A* 2(10):3344-3351
5. Fujishima A, Honda K (1972) Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode. *Nature* 238:37-38
6. Turchi CS, Ollis DF (1990) Photocatalytic degradation of organic water contaminants: mechanisms involving hydroxyl radical attack. *J Catal* 122(1):178-192
7. Zhao YF, Chen GB, Bian T, Zhou C, Waterhouse GIN, Wu LZ, Tung CH, Smith LJ, O'Hare D, Zhang TR (2015) Defect-rich ultrathin ZnAl-layered double hydroxide nanosheets for efficient photoreduction of  $\text{CO}_2$  to CO with water. *Adv Mater* 27(47):7824-7831
8. Zhao YF, Zhao B, Liu JJ, Chen GB, Gao R, Yao SY, Li MZ, Zhang QH, Gu L, Xie JL, Wen XD, Wu LZ, Tung CH, Ma D, Zhang TR (2016) Oxide-modified nickel photocatalysts for the production of hydrocarbons in visible light. *AngewChemInt Ed* 55(13):4215-4219
9. Kamat PV, Meisel D (2002) Nanoparticles in advanced oxidation processes. *Curr Opin Colloid Interface Sci* 7(5-6):282-287
10. Amin SA, Pazouki M, Hosseinnia A (2009) Synthesis of  $\text{TiO}_2\text{-Ag}$  nanocomposite with sol-gel method and investigation of its antibacterial activity against *E. coli*. *Powder Technol* 196(3):241-245
11. Tanaka K, Abe K, Hisanaga T (1996) Photocatalytic water treatment on immobilized  $\text{TiO}_2$  combined with ozonation. *J Photochem Photobiol A Chem* 101(1):85-87
12. Guan HN, Chi DF, Yu J, Li XC (2008) A novel photodegradable insecticide: preparation, characterization and properties evaluation of nano- Imidacloprid. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 92(2):83-91
13. Okawa K, Suzuki K, Takeshita T, Nakano K (2005) Degradation of chemical substances using wet peroxide oxidation under mild conditions. *J Hazard Mater* 127(1-3):68-72
14. Kumar SG, Devi LG (2011) Review on modified  $\text{TiO}_2$  photocatalysis under UV/visible light: selected results and related mechanisms on interfacial charge carrier transfer dynamics. *J PhysChem A* 115(46):13211 -13241
15. Chen XB, Mao SS (2007) Titanium dioxide nanomaterials: synthesis, properties, modifications, and applications. *Chem Rev* 107(7):2891 -2959
16. Kouloumbos VN, Tsipi DF, Hiskia AE, Nikolic D, Breemen RB (2003) Identification of photocatalytic degradation products of diazinon in  $\text{TiO}_2$  aqueous suspensions using GC/MS/MS and LC/MS with quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *J Am Soc Mass Spectrom* 14(8):803-817



## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЁМОВ Г. БРЕСТА

**Кириченко Л. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь, email: lakobrinetch@mail.ru  
Научный руководитель – Волчек Ан. А., к.т.н., доцент.

*The article considers conditions of monitoring water reservoirs in the Western Bug catchment. The directions of studying an anthropogenic impact on the reservoirs are defined. The degree of studies of an ecological condition of the reservoirs around Brest is presented in the article.*

### Введение

В последние десятилетия в определении загрязнения водных объектов наблюдается тенденция смещения акцента от оценки качества воды как ресурса к оценке поверхностных вод как среды обитания. Сейчас основной целью является предотвращение ухудшения состояния всех водных объектов и достижения ими удовлетворительного (относительно благополучного) и хорошего состояния [1].

В связи с этим мониторинг поверхностных вод при определении экологического состояния поверхностных водных объектов за последние четыре года был изменен в соответствии с положениями Водного кодекса РБ 2014 года. В основу определения экологического статуса поверхностных вод положены гидробиологические показатели со ссылкой на гидрохимические и гидроморфологические показатели.

При определении экологического (гидробиологического) состояния водных объектов (речных и озерных экосистем) пользуются недавно введенными руководствами: ТКП 17.13-10-2013 и ТКП 17.13-11-2013; порядок отбора проб и определения гидробиологических показателей определяется ТПК 17.13-18-2014 [2].

Классификация качества поверхностных вод по индексу загрязненности воды (ИЗВ) в 2014 г. замещена разделением по гидрохимическому состоянию поверхностных вод на пять классов качества, указанных в технических нормативах ТКП 17.13-08-2013, ТПК 17.13-09-2013 [2].

Гидроморфологический мониторинг водных объектов в Беларуси практически не проводится. Базой для развития такого вида мониторинга в нашей стране являются следующие руководства: по оценке гидро-морфологических показателей состояния рек (СТБ 17.13.04-01-2012/EN 14614:2004) и по определению степени изменения гидроморфологических показателей состояния рек (СТБ 17.13.04-02-2013/EN 15843:2010). На основе этих стандартов был выполнен анализ гидроморфологических характеристик отдельных участков рек, где расположены крупные гидротехнические сооружения [2].

Комплексная оценка экологического состояния водных объектов определяется ТПК 17.13-21-2015, согласно которому регламентирован порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса).

При определении экологического статуса водоемов практически не учтены гидроморфологические показатели, которые показывают степень антропогенного влияния на поверхностные воды.

В стране не проводится регулярный мониторинг донных отложений, накапливающихся на дне участков рек вниз по течению от крупных городов и промышленных комплексов и являющихся источниками вторичного загрязнения поверхностных вод. Такой мониторинг необходим для количественной оценки их вклада в загрязнение поверхностных вод и для планирования и осуществления восстановительных мер, таких как землечерпательные работы на участках, где отложения имеют высокий уровень загрязнения [2].

Загрязнение поверхностных вод урбанизированных территорий изучалось многими авторами. Было установлено, что основными источниками загрязнения и засорения водоемов городской черты являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, сбросы водного и железнодорожного транспорта; бытовые отходы, естественный грунтовый и техногенный поверхностный стоки, талый сток, вынос загрязняющих веществ с мелиоративной системы сельскохозяйственных угодий и т. д., поверхностный сток с городских территорий, неорганизованные выпуски сточных вод и стихийные свалки на водозаборах [3].

В 2013 году самое сильное антропогенное влияние на качество вод с повышенным содержанием биогенных элементов отмечено в бассейнах рек Днепр, Припять и Западный Буг. Высокие концентрации таких металлов, как железо, медь, марганец и цинк, в поверхностных водах были обусловлены их естественным фоновым содержанием [2].

Таким образом, целью данной работы является исследование мониторинга экологического состояния водоемов бассейна реки Западный Буг.

#### Объекты и методы исследований

Так как регулярные наблюдения водных объектов бассейна реки Западный Буг проводятся на 7 водотоках и 2 водоемах (р. Западный Буг и ее основные притоки – Мухавец, Лесная, Лесная Правая, Копаявка, Нарев и Рыта, а так же вдхр. Беловежская пуца и вдхр. Луковское) для наблюдений были выбраны водоемы, подвергающиеся наибольшей антропогенной нагрузке – водоемы г. Бреста.

Исходя из классификации водоёмов согласно водному кодексу, действующему в Республике Беларусь с 2014 г. (статья 5), для наблюдений были выбраны следующие типы водоемов г. Бреста: а) озера (естественные водоемы); б) водохранилища; в) пруды; г) пруды-копани; д) обводненные карьеры; е) технологические пруды (поля фильтрации, пожарные водоемы).

Содержание тяжелых металлов в водоёмах определялось атомно-адсорбционным методом.

#### Обсуждение результатов

Несмотря на различное происхождение, каждый водоём города активно используется в зависимости от потребностей жителей.

Конкретный тип водоёма испытывает характерный для него антропогенный пресс. Вследствие чего некоторые источники загрязнения не будут оказывать или будут, но косвенно, на водоём своего загрязняющего действия.

Исходя из гидрографического анализа, было выделено более 350 водоёмов, находящихся на территории г. Бреста, проведена их типовая классификация по происхождению, назначению, антропогенной нагрузке и предполагаемым источникам поступления загрязняющих веществ (таблица 1).

**Таблица 1 – Виды загрязняющих веществ различных по типологии водоёмов в зависимости от источника загрязнения**

ТИП ВОДОЁМА	ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ	ВИД ЗАГРЯЗНИТЕЛЯ
Озера (естественные, рекреационные)	Бытовые отходы, грунтовый смыв, грунтовый сток частного сектора, аэрозольные осадки, вторичное загрязнение	СПАВ, ТМ, пестициды, биогенные элементы и др.
Водохранилища	Бытовые отходы, стоки ЖКХ, промышленные стоки, стоки грунтовых вод частного сектора, аэрозольные осадки, вторичное загрязнение	Нефтепродукты, ТМ, СПАВ, ПАУ, биогенные элементы и др.
Технологические пруды (поля фильтрации, пожарные водоемы)	Стоки ЖКХ, промышленные стоки, стоки ливневой канализации, талый сток	Нефтепродукты, ТМ, биогенные элементы
Пруды	Ливневые стоки, грунтовые стоки частного сектора, бытовые отходы	Нефтепродукты, СПАВ, ПАВ, ТМ, пестициды, биогенные элементы и др.
Пруды-копани	Бытовые отходы, грунтовые стоки частного сектора	Пестициды, ТМ, биогенные элементы и др.

Таким образом, при гидрохимическом анализе водоемов особое внимание необходимо уделить содержанию биогенных элементов, СПАВ, нефтепродуктов и тяжелых металлов.

В 2011 – 2013 гг. на базе института НАН Республики Беларусь «Полесский аграрно-экологический институт» были проведены исследования донных отложений водоемов г. Бреста. Качество вод, загрязненных металлами, определялось сопоставлением данных по их валовому содержанию с величинами ПДК в грунтовых отложениях (таблица 2, таблица 3).

**Таблица 2 – ПДК подвижных форм тяжелых металлов грунтовых отложений (мг/кг)**

6,0	3,0	23,0	-	4,0	5,0
Pb	Cu	Zn	Fe	Ni	Co

**Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в различных отложениях водно-болотных объектов г.Бреста**

Тип водоёмов	Диапазон концентраций ТМ (мг/кг)					
	Pb	Cu	Zn	Fe	Ni	Co
Пруды	1,63-- 72,47	0,85-- 17,56	2,33-- 68,93	373-- 12988	0,50-- 8,90	0,50-- 2,87
Пруды-копани	2,14-- 27,08	0,63-- 11,73	4,37-- 81,35	46,86-- 3483	0,29-- 2,52	0,19-- 3,77
Водохранилища (ведомственные, пожарные)	2,03-- 15,43	2,36-- 2,76	4,43-- 28,45	162-- 1032	0,31-- 1,10	0,17-- 0,48
Озера (рекреационные, естественные, дачные)	1,54-- 10,40	0,41-- 11,60	2,71-- 21,21	12-- 11084	0--6,12	0--2,62
Технологические пруды (поля фильтрации)	0,82	0,81	3,83	109,54	0,29	–

## Заключение

В существующую сеть мониторинга поверхностных вод практически не включены воды водоемов урбанизированных территорий.

Отсутствует мониторинг водоемов населенных пунктов по гидроморфологическим, гидрохимическим показателям, которые учитывают уровень антропогенной нагрузки на воды.

При определении экологического статуса водоемов урбанизированных ландшафтов первоначально определению гидробиологических показателей, так как эти водоемы несут в себе рекреационную нагрузку, таким образом опосредованно влияют на жизнедеятельность человека.

Появление большого количества озер антропогенного происхождения в г. Бресте определяется условиями припойменного расположения города и повышения уровня грунтовых вод под действием затопления и строительства.

## Список цитированных источников

1. Directive 2000 /60/ EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for European Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. – L. 327, 22.12.2000. – 72 p.

2. ОБЗОРЫ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. БЕЛАРУСЬ. Третий обзор. Серия обзоров результативности экологической деятельности. Выпуск № 44. Printed at United Nations, Geneva – 1602149 (R) – March 2016 – 572 – ECE/CEP/178

3. Хомич, В. С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В. С. Хомич, С. В. Какарека, Т. И. Кухарчик. – Минск, 2004. – 280 с.

УДК 581.5

## О ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РИСКАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ НА КЛЕТОЧНОМ УРОВНЕ

**Колб В. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, ovikysiko@mail.ru  
Научный руководитель – Ленивко С. М., к.б.н., доцент

*As nanotechnologies are developing actively, it is necessary to conduct research of potential toxicity of metal-containing nanoparticles for living organisms. Because of their specific properties, they can enter a body and lead to adverse effects.*

В Республике Беларусь с начала 2000-х гг. активно ведутся работы в области нанотехнологий в рамках отраслевых научно-технических программ, программ фундаментальных исследований НАН Беларуси и грантов БРФФИ. Рост исследований наночастиц в настоящее время связан с расширением их использования в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства и медицины. К наиболее часто используемым наноразмерным препаратам относятся наночастицы меди благодаря их мощным антибактериальным свойствам и относительно низкой себестоимости. Основное вещество наночастиц –

медь является необходимым элементом для осуществления многих физиолого-биохимических процессов в растительных организмах, однако при высоких концентрациях вызывает негативные эффекты. В связи с этим действие меди в наноформе также может быть различным, в том числе может вызывать отрицательные эффекты. Основываясь на результатах исследований по оценке токсичности наночастиц [1], можно выделить некоторые причины, обуславливающие отрицательное действие наночастиц на живые организмы. Во-первых, наночастицы, содержащиеся в небольших количествах в окружающей среде, обычно не оказывают негативного влияния на организм, однако потенциально они могут выступать в роли катализаторов, приводящих к образованию токсических веществ в биообъектах. Во-вторых, достаточно легко проникнув в клетки, наночастицы, как правило, не биотрансформируются, поэтому могут переходить по трофической цепи, увеличивая свою концентрацию. В случае абиотического повышения концентрации наночастиц ответной реакцией организма может служить включение запрограммированной клеточной гибели (ЗКГ) в качестве защитного механизма. В связи с этим обоснованным является проведение нами исследований по определению потенциального риска токсичного влияния наночастиц меди на клетки корней трехдневных проростков *Triticum aestivum* L. – чувствительного к меди растения.

Цель работы – выявить морфологические изменения в корневых волосках пшеницы под действием наночастиц меди (Cu НЧ) в различных концентрациях.

Объектом исследования выступали трехдневные проростки *Triticum aestivum* L. сорта Дарья. Для проведения исследований на предмет проявления типичной для ЗКГ морфологии (отделение плазматической мембраны от клеточной стенки в сторону основания корневого волоска, потемнение и образование темных телец) использовалась световая микроскопия. Базовый раствор солей 0,1 мМ KCl и 0,1 мМ CaCl<sub>2</sub> (2 мМ Tris /4 мМ Mes) являлся контрольным, в опытных вариантах к нему добавлялись суспензии медных наночастиц (Cu НЧ) размером 38±4 нм в концентрациях 1, 5, 20, 100 и 500 мг/л. Суспензии Cu НЧ предварительно диспергировались 15 мин. ультразвуком. Трехдневные проростки пшеницы инкубировались в чашках Петри с исследуемыми растворами на протяжении 24 ч., после чего растения использовались для дальнейших исследований. Для каждой серии экспериментов подсчет относительного количества корневых волосков с симптомами ЗКГ велся в 3–5 независимых выборках по 50 клеток в каждой. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы MS Excel 2007. Достоверность определялась с помощью t-критерия Стьюдента.

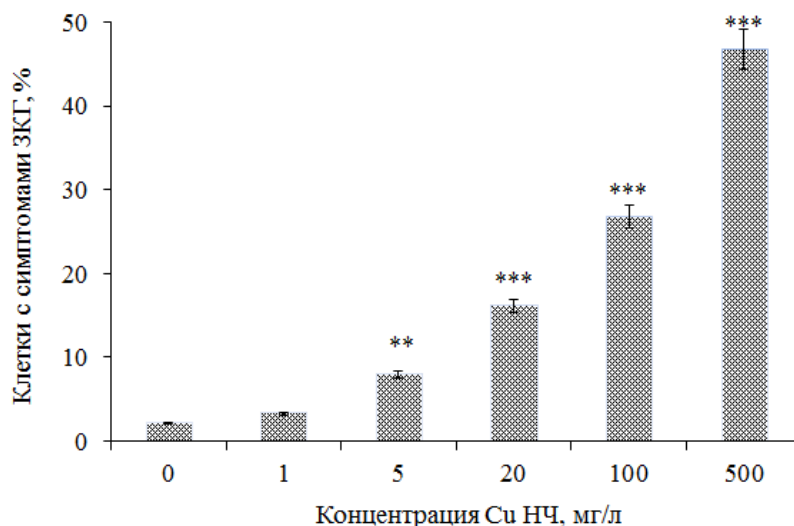
В результате проведенных исследований выявлено, что количество клеток с симптомами ЗКГ при обработке корней Cu НЧ в концентрации 1 мг/л превышало контрольные значения в 1,6 раз (рисунок). Однако полученные данные статистически не подтверждены. Использование 5 мг/л Cu НЧ привело к статистически достоверному увеличению количества корневых волосков с симптомами ЗКГ ( $p \leq 0,01$ ) по сравнению с контролем в 3,7 раз.

С увеличением концентрации Cu НЧ от 20 до 500 мг/л зарегистрировано статистически высоко достоверно при  $p \leq 0,001$  увеличение ЗКГ по отношению к контролю. Ответной реакцией на увеличение исследуемой концентрации Cu НЧ в 20, 100 и 500 раз было возрастание доли клеток с симптомами ЗКГ у пшеницы сорта Дарья в 8,3, 13,6 и 24,3 раза соответственно.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов установлено, что 24-часовое инкубирование корней проростков мягкой пшеницы сорта Да-

рья в растворах с увеличением концентрации медных наночастиц от 5 до 500 мг/л приводит соответственно к существенному увеличению доли клеток с симптомами ЗКГ. Корневые волоски демонстрируют высокую скорость ответных реакций на действие наночастиц меди.

Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ и Минобразования РБ (№ ГР 20163145).



\*\* –  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $p \leq 0,001$

**Рисунок – Доля корневых волосков *Triticum aestivum* L. с симптомами ЗКГ при инкубировании растений в растворах Cu НЧ**

#### **Список цитированных источников**

1. Mechanisms underlying cytotoxicity induced by engineered nanomaterials: a review of in vitro studies / D.R. Nogueira [et al.]. // *Nanomaterials*. – 2014. – №. 4. – P. 454–484.

УДК 502.4 (476)

### **ПРИРОДООХРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» И ЗАКАЗНИКА «ЗВАНЕЦ»)**

**Концевич А. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, lina.ostapuk@mail.ru  
Научный руководитель – Токарчук О. В., к.г.н., доцент

*The article provides a general description of the environmental potential of the Brest region in terms of landscape types and specially protected natural areas*

**Введение.** Целью настоящего исследования являлся анализ природоохранного потенциала Брестской области на примере Национального парка «Беловежская пуца» и заказника «Званец». Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) рассмотреть теоретические и методи-

ческие подходы к изучению природоохранного потенциала территории, 2) дать общую характеристику природоохранного потенциала Брестской области; 3) дать характеристику природоохранного потенциала Национального парка «Беловежская пуца» и заказника «Званец». Объектом исследования являлись природные ландшафты и сеть особо охраняемых природных территорий Брестской области. В качестве предмета исследований рассматривался природоохранный потенциал региона как возможность территории сохранить уникальные объекты природы для будущих поколений. При этом рабочая гипотеза исследования заключалась в том, что чем больше таких объектов (уникальных ландшафтов, редких видов и т. д.), тем больше природоохранный потенциал.

*Проблематика и методы исследований.* В настоящее время изучение природоохранного потенциала представляет собой новое направление в географии, которое ещё не устоялось. Анализ работ разных авторов по данной проблематике показывает, что единой методики по определению природоохранного потенциала территории нет. Под природоохранным потенциалом, как правило, понимается: 1) совокупность показателей сохранности природных геосистем как главной предпосылки по обеспечению устойчивости природной среды к внешним (в первую очередь, антропогенным) воздействиям и 2) обеспеченность территории природоохранными объектами как основной фактор, уменьшающий степень антропогенного воздействия на геосистемы [1]. В качестве одного из показателей природоохранного потенциала рассматривается коэффициент сохранности природных геосистем, который учитывает удельный вес элементов природного каркаса (лесопокрытых земель, болот, естественных лугов, кустарников, земель под водой) и степень выраженности выполняемых ими экологических функций [2]. Следует отметить, что исследования по определению природоохранного потенциала, как правило, проводятся на уровне отдельно взятых регионов (например, административных областей [3], административных районов [1], единиц природного районирования [2]).

В ходе настоящего исследования изучался природоохранный потенциал природных ландшафтов Брестской области: в разрезе видов ландшафтов [4] в пределах региона определялся коэффициент обеспеченности их территории природоохранными объектами по [1], учитывающий наличие в пределах территорий, занятых отдельными видами ландшафтов основных видов (национальные парки, заказники и памятники природы) и категорий (республиканские и местные) особо охраняемых природных территорий.

Природоохранный потенциал отдельных особо охраняемых природных территорий изучался с позиций общего количества охраняемых видов в их пределах и их структуры по категориям.

Природоохранный потенциал модельных объектов исследования (Национальный парк «Беловежская пуца» и заказник «Званец») изучался с позиций ландшафтного разнообразия и структуры земельных угодий их территорий, а также количества и систематической структуры представленных здесь охраняемых видов и их категорий охраны.

*Полученные результаты и их обсуждение.* Анализ природоохранного потенциала природных ландшафтов Брестской области в разрезе видов ландшафтов показал, что наибольшим показателем природоохранного потенциала характеризуются холмисто-волнистые с сосновыми, широколиственно-сосново-еловыми, дубовыми лесами, внепойменными лугами морено-зандровые

ландшафты, так как именно в пределах данного вида ландшафтов расположена наиболее значительная часть Национального парка «Беловежская пу́ща» в пределах региона, а также ряд других меньших по площади природоохранных объектов. Ряд заказников региона полностью и практически полностью расположены в пределах одного вида ландшафтов. Например, заказник «Званец» полностью расположен в пределах плоских с минеральными останками, сосновыми и пушистоберёзовыми лесами, внепоменными лугами, болотами озёрно-болотных ландшафтов.

Анализ природоохранного потенциала отдельных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Брестской области показал, что среди заказников республиканского значения наибольшими его величинами характеризуются ландшафтные заказники. Именно здесь представлено наибольшее количество видов флоры и фауны, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Наибольшее количество охраняемых видов представлено в заказнике «Прибужское Полесье». Из охраняемых видов здесь представлены 44 вида птиц, 30 видов сосудистых растений, 30 видов беспозвоночных животных, 9 видов млекопитающих, 2 вида рептилий, 2 вида амфибий, 2 вида рыбообразных. Из биологических заказников выделяется заказник «Споровский», в котором представлены 17 видов птиц, занесенных в Красную книгу. Относительно высокий природоохранный потенциал имеет водно-болотный заказник «Морочно», в котором представлены 11 охраняемых видов птиц, 9 видов сосудистых растений, 3 вида насекомых, 2 вида пресмыкающихся, 2 млекопитающих.

Анализ природоохранного потенциала модельных объектов исследования (Национальный парк «Беловежская пу́ща» и заказник «Званец») показал, что наибольшую долю национального парка занимают лесные земли – 81,75%, сельскохозяйственные (пахотные, сенокосные, пастбищные) занимают 8,7%, водно-болотные угодья – 7,6%. В составе земель заказника 77,7% занимают болота, 17,7% – лесопокрываемые земли и только 2,1% – сельскохозяйственные земли, представленные, в основном, островными участками пашни и естественных лугов.

В Национальном парке «Беловежская пу́ща» представлено наибольшее по сравнению с другими ООПТ количество охраняемых видов. Из этого числа 61 вид сосудистых растений, 17 видов лишайников, 10 видов грибов, 9 видов мхов включены в Красную книгу Республики Беларусь. Следует отметить, что большое количество редких растений Беловежской пу́щи являются реликтами третичного периода, что существенно повышает природоохранный потенциал территории. Здесь встречаются 123 вида животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: 62 вида птиц (около 89% общего списка редких и исчезающих видов птиц Беларуси), 43 вида беспозвоночных (40 видов насекомых, 1 вид пиявок, 1 вид многоножек, 1 вид паукообразных), по 2 вида земноводных и пресмыкающихся, 14 видов млекопитающих.

В составе флоры заказника «Званец» насчитывается 644 вида сосудистых растений, из которых 27 видов включены в Красную книгу Республики Беларусь. На болотах заказника выявлено 10 видов редких для Беларуси и Европы растительных сообществ, подлежащих охране в соответствии с международным законодательством. Всего на территории заказника установлено обитание 49 видов животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: 25 видов насекомых, 17 птиц, 3 вида млекопитающих, 1 вид многоножек, 1 вид паукообразных, 1 вид земноводных, 1 вид пресмыкающихся.



### Список цитированных источников

1. Токарчук, С. М. Геоэкологическая оценка природоохранного потенциала административных районов Беларуси (как один из методов оценки репрезентативности сети особо охраняемых природных территорий) / С. М. Токарчук // Псковский регионалогический журнал. – 2016. – № (3) 27/2016. – С. 31–45.
2. Брилевский, М. Н. Геоэкологическая оценка природоохранного потенциала физико-географических регионов Беларуси / М. Н. Брилевский, Н. В. Гагина, Е. В. Морозов // Вестник БГУ. Серия 2, Химия. Биология. География. – 2009. – № 2. – С. 88–93.
3. Новик, С. М. Геоэкологическая оценка природоохранного потенциала Минской области / С. М. Новик // Северо-Западная Россия и Белоруссия: вопросы экологической, исторической и общественной географии: материалы общественно-науч. конф. с международным участием, Псков, 27–28 ноября 2003 г. – Псков : Издательство ПГПИ при содействии издательства ОЦНТ, 2003. – С. 183–193.
4. Республика Беларусь : ландшафтная карта / сост. и подгот. к печ. Респ. унитар. предприятием «Белкартография». – 1 : 500 000, 50 км в 1 см. – Минск : РУП "Белкартография", 2014. – 1 к.

УДК 546.3

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИОНАМИ МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВОДОЁМОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

**Корецкая Е. Б.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, elena.kraun206@gmail.com  
Научный руководитель – Ступень Н. С., к. т. н., доцент.

*The article presents the dynamics of the content of iron and manganese ions in the surface waters of water bodies of Brest region in the period 2008 – 2017. The study of physico-chemical forms of metals is a promising direction for the integrated assessment of the degree of pollution of water bodies.*

Развитие промышленности и сельского хозяйства в последние десятилетия шло в основном с использованием традиционных методов без особого учета современных экологических требований. Все это привело к проблеме качества водных ресурсов, так как они наиболее подвержены антропогенному прессу.

При оценке состояния экосистемы важно учитывать загрязненность водного объекта токсичными веществами. Наибольшую опасность среди них представляют тяжелые металлы, которые в определенных концентрациях не только влияют на качество пресных вод, но и становятся токсичными для гидробионтов, аккумулируясь в их тканях. По трофическим цепям металлы могут попадать в организм человека. Эти обстоятельства и обуславливают необходимость исследования загрязненности водной среды тяжелыми металлами [1, 2].

**Цель** нашего исследования – оценка динамики содержания ионов железа и марганца в поверхностных водах водоемов Брестской области избирательно по годам за период 2008 – 2017 гг.

В рамках работы мы провели анализ данных Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) по содержанию ионов железа и марганца в водохранилище «Беловежская пуца», реках Копаювка и Западный Буг за 2008, 2013 и 2017 годы [3].

В таблице 1 приведены данные по содержанию ионов железа.

**Таблица 1 – Содержание железа в водных объектах Брестской области**

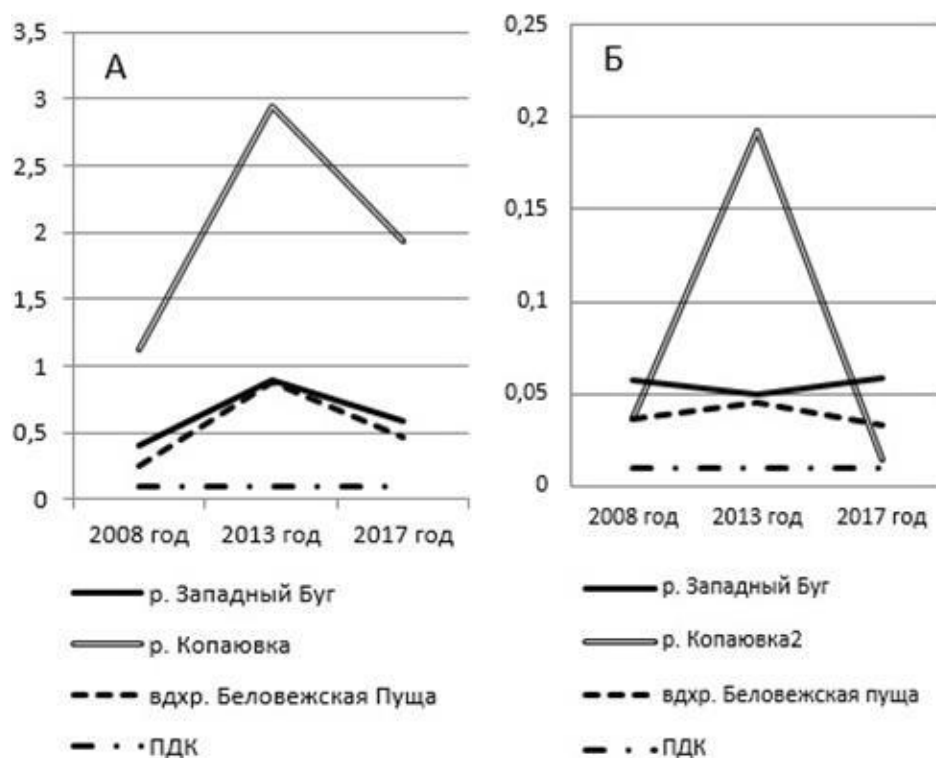
Водоём	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Содержание в воде, мг/дм <sup>3</sup>		
		2008	2013	2017
Река Западный Буг	0,1	0,41	0,89	0,58
Река Копаювка		1,13	2,94	1,94
Водоохранилище «Беловежская Пуца»		0,25	0,87	0,47

В таблице 2 приведены данные по содержанию ионов марганца.

**Таблица 2 – Содержание марганца в водных объектах Брестской области**

Водоём	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>	Содержание в воде, мг/дм <sup>3</sup>		
		2008	2013	2017
Река Западный Буг	0,001	0,057	0,049	0,058
Река Копаювка		0,036	0,193	0,014
Водоохранилище «Беловежская Пуца»		0,036	0,045	0,033

Динамика изменения концентрации ионов железа и марганца в водоёмах Брестской области за период 2008 – 2017 гг. представлена на рисунке 1.



А – железа; Б – марганца

**Рисунок 1 – Изменение содержания ионов металлов в водоёмах Брестской области за период 2008–2017 гг.**

На основе анализа литературных данных можно сделать следующие выводы.

Содержание ионов марганца и железа в поверхностных водах водоемов Брестской области превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК).

2. Гидрохимическое состояние водоёмов Брестской области характеризуется повышенным содержанием ионов железа. Такая особенность связана с высокой кислотностью почв этого региона. В природе железо встречается обычно в форме гидроксида, подвижность которого увеличивается в сильно-кислой среде ( $\text{pH} < 3$ ), что приводит к появлению ионов  $\text{Fe}^{3+}$  в почвенном растворе [4].

3. Для водных объектов Брестской области наблюдается тенденция снижения концентрации ионов железа за период 2008 – 2017 гг. Такая закономерность объясняется работой в регионе обезжелезивающих станций, введенных в эксплуатацию в 2014 году, а также с реконструкцией старых очистных станций в рамках проекта «Беларусь: экологический инфраструктурный проект – 1 этап» [5].

Уменьшение содержание марганца за 2008 – 2017 гг. наблюдается в поверхностных водах р. Копаявка и водохранилища «Беловежская пуца», однако этот показатель увеличился в р. Западный Буг, протекающей по территории с развитым сельским хозяйством, вероятно применяющим марганецсодержащие удобрения. В природные воды марганец попадает вместе с талыми и грунтовыми потоками с территорий, где используются данные удобрения.

Для водохранилища «Беловежская пуца» наблюдается относительное постоянство концентраций ионов металлов, которое объясняется его расположением. Водоём находится на территории Национального парка «Беловежская пуца», где на большей части площади запрещена хозяйственная деятельность.

Информации о количественном содержании тяжелых металлов в природных водах недостаточно для оценки степени загрязненности. Известно, что различные формы тяжелых металлов характеризуются неодинаковой степенью доступности для гидробионтов. Наиболее доступными являются не комплексованные ионы, связывание которых в комплексные соединения, как и адсорбция на взвешях, – процессы, существенно снижающие их токсичность [6, 7]. Поэтому для полной оценки степени загрязнения водоемов ионами тяжелых металлов необходимы исследования соединений, в которые входят ионы тяжелых металлов.

Таким образом, для водоёмов Брестской области характерна высокая степень загрязнения ионами железа, обусловленная природными особенностями почв региона, и ионами марганца, связанная с хозяйственной деятельностью человека. Для решения этих вопросов крайне важным является изучение физико-химических форм металлов.

### **Список цитированных источников**

1. Грушко, Я. М. Ядовитые металлы и их неорганические соединения в промышленных сточных водах / Я. М. Грушко. – Л. : Наука, 1972. – 250 с.

2. Удод, В. М. Охрана водоемов от загрязнения сточными водами / В. М. Удод, В. И. Писоренко. – Киев : Мир, 1990. – 118 с.

3. Мониторинг поверхностных вод [Электронный ресурс] / Главный информационно аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. – Режим доступа : <http://www.nsmos.by/> . – Дата доступа : 25.02.2019.

4. Кауричев, И. С., Почвоведение / И. С. Кауричев, Н. П. Панов, Н. Н. Розов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 719 с.
5. Очистные сооружения [Электронный ресурс] /Брестводоканал. – Режим доступа : <http://www.bvod.by> . –Дата доступа : 01.03.2019.
6. Котова, Л. И. Биологический контроль качества вод / Л. И. Котова, Л. П. Рыжикова. – М. : Наука, 1989. – 240 с.
7. Грушко, Я. М. Вредные соединения в промышленных сточных водах / Я. М. Грушко. – Л. : Наука, 1979. – 161 с.

УДК 630\*232.324

## **ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАНТА «ЭРИДГРОУ» НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН И РОСТ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Крижановская Е. И. Борцов В. А.,**

ТОО Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, г. Щучинск, Казахстан, 7916390@mail.ru  
Научный руководитель - Кабанова С. А., к.б.н.,

*The article presents a comparative analysis of testing an ameliorant used as a stimulating substance for rapid germination of seeds and accelerated growth of seedlings of Scots pine.*

В Казахстане для возобновления лесов требуется большое количество посадочного материала высокого качества, потому что страна находится в сложных климатических условиях и восстанавливать культуры посевом на лесокультурной площади практически невозможно. Но одним из главных минусов в выращивании посадочного материала является плохое качество семян, что влечет за собой ряд проблем – это низкая всхожесть семян и слабый рост сеянцев. Замедленное развитие сеянцев не дает возможность выращивать стандартный посадочный материал хорошего качества за короткий промежуток времени. Для увеличения всхожести и ускорения роста существует ряд агроприемов.

В 2018 году сотрудники КазНИИЛХА проводили исследования в разных почвенно-климатических условиях Республики Казахстан, заложив опыты в лесных питомниках Павлодарской (ГЛПР «Ертіс орманы»), Акмолинской (Ф «СР» РПКП «РЛССЦ») и Северо-Казахстанской (Арыкбалыкский филиал ГНПП «Кокшетау») области. Целью исследования являлось ускоренное выращивание стандартного посадочного материала сосны обыкновенной с применением стимуляторов роста и агрохимии. В опытах использовали несколько способов их применения. В одном из опытов в качестве стимулирующего вещества для быстрого прорастания семян и ускоренного роста был использован мелиорант «ЭридГроу».

«ЭридГроу» – мелиорант, почвоулучшитель длительного действия. Разработан белорусскими учёными на базе Национальной академии наук Беларуси. В качестве стимулирующего вещества для хвойных пород мелиорант изучен мало, что и определило тему исследования.

Опыты закладывались в грядках площадью по два квадратных метра в трех повторностях. Посев производился по 5 и 6-строчной схеме вручную. Полив с «ЭридГроу» – по уже посеянным семенам. После наблюдений было отмечено, что самый высокий показатель грунтовой всхожести 43,3% был в ГЛПР «Ертіс орманы», самый низкий – 15,3% в Ф «СР» РПКП «РЛССЦ» (таблица 1). Но во всех представленных лесных питомниках показатели грунтовой всхожести на опытных площадках превышали контрольные данные. Так, в Арыкбалыкском филиале ГНПП «Кокшетау» на 52.5%, в ГЛПР «Ертіс орманы» на 22.3% и в Ф «СР» РПКП «РЛССЦ» на 3,4%. В процентном отношении лучший результат работы «ЭридГроу» был в Арыкбалыкском филиале ГНПП «Кокшетау».

**Таблица 1 – Грунтовая всхожесть**

Наименование	ГЛПР «Ертіс орманы»	Арыкбалыкский филиал ГНПП «Кокшетау»	Ф «СР» РПКП «РЛССЦ»
	Грунтовая всхожесть, %	Грунтовая всхожесть, %	Грунтовая всхожесть, %
День посева	12 мая	6 июня	7 июня
«ЭридГроу»	43,3	18,3	15,3
Контроль	35,4	12,0	14,8

Высота сеянцев по питомникам на опытных площадках колебалась от 1,8 до 4,6 см, а высота контрольных сеянцев – от 1,5 до 3,9 (таблица 2). Более высокий биометрический показатель в лесном питомнике ГЛПР «Ертіс орманы», самый низкий – в Арыкбалыкском филиале ГНПП «Кокшетау». Но во всех трех питомниках высота опытных сеянцев превышала контрольные показатели – в Арыкбалыкском филиале ГНПП «Кокшетау» на 20.0%, в ГЛПР «Ертіс орманы» на 17.9% и в Ф «СР» РПКП «РЛССЦ» на 17.4%.

**Таблица 2 – Средний показатель высоты однолетних сеянцев сосны обыкновенной по вариантам опытов**

Наименование	Доза внесения	Средняя высота, см		
		ГЛПР «Ертіс орманы»	Арыкбалыкский филиал ГНПП «Кокшетау»	Ф «СР» РПКП «РЛССЦ»
ЭридГроу	100мл/10л	4,6±0,11	1,8±0,05	2,7±0,07
Контроль		3,9±0,09	1,5±0,05	2,3±0,05

По данным исследования видно, что лесной питомник ГЛПР «Ертіс орманы» имеет более высокие показатели по грунтовой всхожести и высоте в сравнении с двумя другими питомниками. В данном лесном питомнике посев сделан на три недели раньше. Два других питомника произвели более поздний посев. Но во всех трех лесных питомниках «ЭридГроу» увеличил показатель высоты сеянцев на 17.4-20.0% в сравнении с контролем. Можно отметить, что мелиорант «ЭридГроу» выполнил функцию стимулирующего вещества для ускорения роста, увеличив в среднем на 18 % высоту опытных сеянцев сосны обыкновенной.

### **Список цитированных источников**

1. Кабанова, С.А. Оценка результативности влияния стимуляторов на количественные показатели семян и сеянцев сосны обыкновенной / С.А. Кабанова, М.А. Данченко // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2. – С.134-139.
2. Кабанова, С.А. Влияние стимуляторов на количественные признаки посадочного материала сосны обыкновенной в Северо-Казахстанской области / С.А. Кабанова, М.А. Данченко, А.Н. Кабанов // Новые технологии. – 2018. – № 1. – С. 127-132.
3. Борцов, В.А. Влияние предпосевной обработки стимуляторами семян сосны обыкновенной в лесном питомнике Павлодарской области / С.А. Кабанова, М.А. Данченко, И.С. Кочегаров, А.Н. Кабанов // Карельский научный журнал. – 2016. – Том 5. – №3 (16). – С. 31-33.
4. Проказин, Н.Е. Влияние биостимуляторов и микроудобрений на рост сеянцев хвойных пород / Е.Н. Лобанова, Н.В. Пентелькина, В.И. Казаков, Г.И. Иванюшева, В.В. Сахнов, А.В. Чукарина, С.С. Багаев // Лесохоз. Информ. – 2015. – № 1. – С.54.
5. Чукарина, А.В. Воздействие способов и норм внесения подкормок на рост сеянцев сосны в условиях Казанско-Вешенского массива / А.В. Чукарина // Научные чтения, посвященные 70-летию Заслуженного лесовода России д.с.-х.н. профессора Аглиуллина Ф.В. – Казань: КГУ, 2005. – С. 368.

УДК 574.24

## **АНАЛИЗ И ДИНАМИКА ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Кутай А. С.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, kutay1999@mail.ru  
Научный руководитель – Осипенко Г.Л., старший преподаватель

*This article provides a description of the largest chemical enterprises in the region, the main indicators of polluting substances, and also analyzes the impact of the chemical industry enterprises of the Gomel region on the air condition in the period 2010-2015.*

Основными предприятиями химического комплекса Гомельской области, на примере которых будем рассматривать динамику выбросов в окружающую среду, являются: РУП «Светлогорское производственное объединение Химволокно» г. Светлогорск, ОАО «Гомельский химический завод» г. Гомель, ОАО «Мозырский НПЗ» г. Мозырь.

1. РУП «Светлогорское производственное объединение Химволокно» является крупнейшим государственным предприятием химической промышленности Беларуси и включает в себя завод полиэфирных текстильных нитей и завод искусственного волокна. Основной продукцией предприятия являются нити вискозные для кордной ткани, вискозная текстильная нить, полиэфирные текстильные нити, термостойкие нити и волокна «Арселон», нетканые мате-

риалы, волокнистые углеродные материалы и композиты на их основе. Продукция предприятия пользуется спросом на внутреннем и внешнем рынках, поставляется в целый ряд стран мира. Имеются давние и отлаженные связи с поставщиками сырья и потребителями готовой продукции. Продукция предприятия демонстрировалась и завоевала признание у посетителей ряда международных выставок в Монреале, Барселоне, Познани, Будапеште, Москве.

2. ОАО «Гомельский химический завод» – одно из крупнейших предприятий Беларуси по производству различной химической продукции, и в первую очередь по производству фосфорсодержащих NPK и NP удобрений, азотно-фосфорно-калийных удобрений, аммофоса, суперфосфата аммонизированного, тукосмесей различных марок. ОАО «Гомельский химический завод» является одним из крупнейших предприятий нефтехимической отрасли Беларуси и единственным в стране выпускающим фосфорсодержащие минеральные удобрения. ОАО «Гомельский химический завод» относится к химической отрасли, входит в состав Белорусского государственного концерна по нефти и химии и является монопольным производителем фосфорных минеральных удобрений в Республике Беларусь. В состав предприятия входят производства: серной кислоты, фосфорной кислоты, минеральных удобрений, фтористых солей, сульфита натрия, химических продуктов.

3. ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод» – одно из двух белорусских нефтеперерабатывающих предприятий. Завод расположен в промышленной зоне Мозыря в 15 км к югу от жилых массивов города, для связи завода с городом в 1988 году была запущена трамвайная система.

Нефть поступает на завод по нефтепроводу «Дружба» и с Речицких месторождений. Основной продукцией является автомобильный бензин и дизельное топливо с низким содержанием серы, бытовое печное топливо, бытовой газ, технический бутан и осветительный керосин.

Продукция ОАО «Мозырского НПЗ» всегда отличалась высоким качеством:

- низким содержанием сернистых соединений в реактивном и дизельном топливах;

- отсутствием тетраэтилсвинца в автомобильных бензинах;

- высокой теплотворной способностью мазутов.

Сегодня ОАО «Мозырский НПЗ» производит широкий ассортимент нефтепродуктов. Среди них:

1. топлива: топливо печное бытовое, топочный мазут, бензины автомобильные, дизельное топливо, компонент бензиновый высокооктановый алкилат;

2. битумы нефтяные: дорожные нефтяные битумы, кровельные нефтяные битумы, строительные нефтяные битумы;

3. сжиженные газы: газы углеводородные топливные, фракция бутан – бутиленовая;

4. другие продукты: вакуумные газойли, сера техническая, бензин – сырье для пиролиза, газойль каталитический, бензол нефтяной, керосин экологически улучшенный.

В результате анализа за период 2010-2015 гг. нами установлено, что объем твердых выбросов по области и по трем предприятиям химического комплекса области сократился за 5 лет в среднем на 33 %, за исключением г. Светлогорска, где по твердым выбросам изменений не произошло.

Объем выбросов углерода оксида по области и по трем предприятиям химического комплекса области сократился за 5 лет в среднем на 5 %, за исключением г. Светлогорска, где по выбросам оксида углерода изменений не произошло.

Установлено, что объем выбросов диоксида серы по области и по трем предприятиям химического комплекса области вырос за 5 лет в среднем на 15 %, за исключением г. Светлогорска, где рост составил в 1,23 раза.

Объем выбросов оксида азота по области и по трем предприятиям химического комплекса области сократился за 5 лет в среднем на 7,8 %.

В ряду экологических показателей, характеризующих загрязнение атмосферного воздуха, выделяются показатели удельных выбросов загрязняющих веществ в расчете на единицу площади территории страны и на одного жителя. Данные показатели широко используются для сравнения между собой различных стран, а также регионов внутри страны.

В 2015 г. удельные валовые выбросы загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников, рассчитанные на единицу площади, составили 6,06 т/км<sup>2</sup>, что на 0,41 т/км<sup>2</sup> меньше, чем в 2014 г.

### **Список цитированных источников**

1. Окружающая среда Республики Беларусь / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Бел. науч.-исслед. центр «Экология»; сост. О.А. Белый. – Минск: Арт-Пресс, 2014.

2. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2014 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2015. – 347 с.

УДК 581.526.33/.35:502.171(082)

## **ЭРИКОИДНЫЕ ГРИБЫ БОЛОТНЫХ РАСТЕНИЙ**

**Лесько О. В.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, oksana.lesko.96@mail.ru  
Научный руководитель – Жебрак И. С, к.б.н.

*The goal of this work is to study frequency and intensity of mycorization of ericoid mycorrhizal fungi in marsh plants (F.Ericaceae (L.) Nlub) and determine their dependence on physical and chemical parameters of soils.*

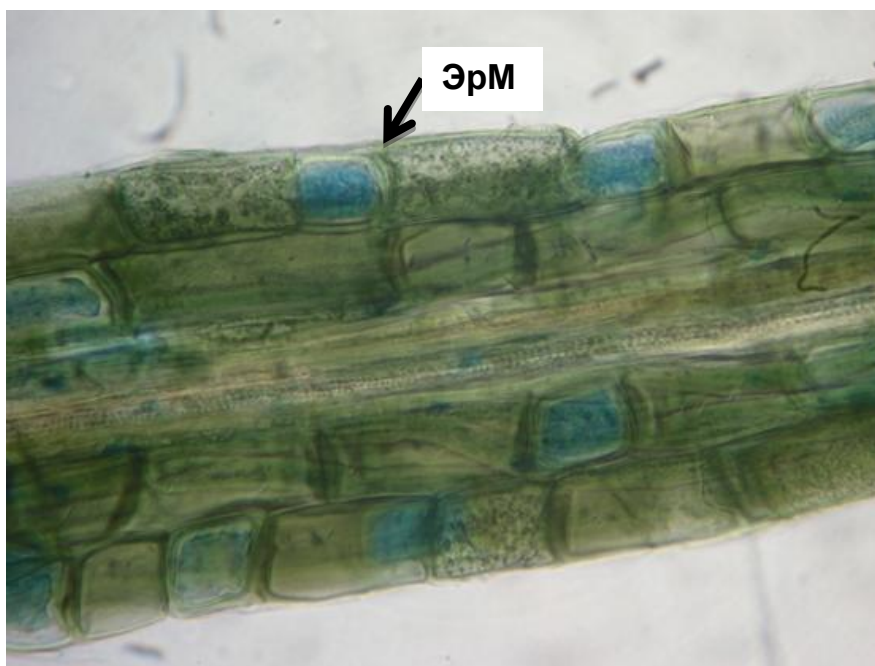
Жизнь на бедных почвах выработала у вересковых ряд приспособлений, важнейшее из них – симбиоз с грибами в форме микоризы. Корни почти всех вересковых тесно оплетают грибные нити, поставляющие им питательные вещества из почвы. Грибы как бы в обмен получают вещества, вырабатываемые эрикоидным кустарничком. Эндомикоризные грибы живут целиком в клетках корня вересковых и постепенно перевариваются ими. Микориза имеет огромное положительное значение в жизни вересковых. В некоторых случаях зараженные корешки превращаются в грушевидные клубеньки, эпидермальные клетки которых преобразуются в корневые волоски. Установлено, что семена вереска, например, прорастают только с помощью микоризы. Некоторые исследователи считают, что вересковые потому и живут на кислых почвах, что грибы, сожительствующие с ними, не выносят щелочных почв [1; 2; 3].

**Цель работы** – изучить частоту встречаемости эрикоидных микоризных грибов и интенсивность микоризной у растений сем. Ericace.



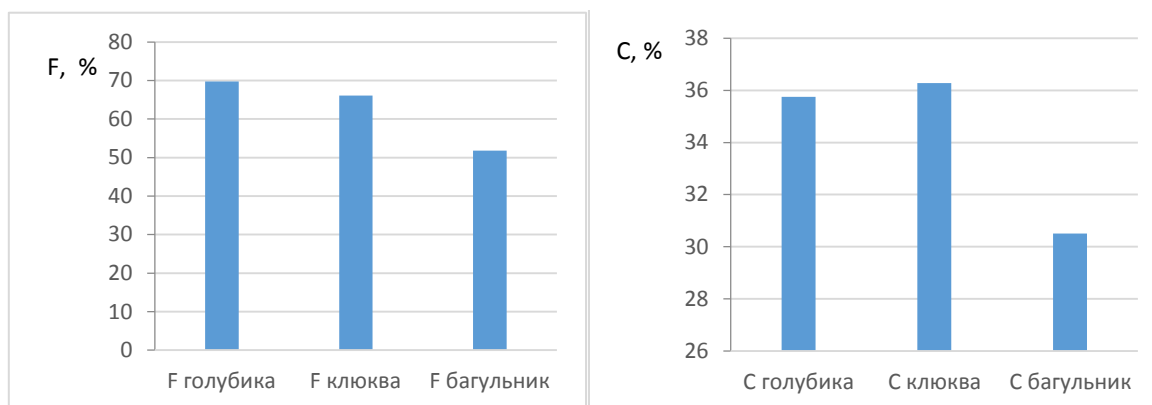
**Методы исследований:** Нами исследовались три растения сем. Ericaceae (*Oxycoccus palustris* Pers., *Vaccinium uliginosum* L., *Ledum palustre* L.). Собирали по пять экземпляров растений с пяти пробных площадей на верховом и переходном болоте в Гродненском районе Гродненской области Беларуси, ~3 км на ЮЮЗ от д. Рыбница, окр. оз. Чёртово (Республиканский ландшафтный заказник «Озеры»). Корни растений фиксировали в 50 % спирту. Затем проводили их мацерацию и окрашивали анилиновым синим. Готовили препараты корней, на предметное стекло помещали пятнадцать фрагментов корней по 1 см. Под микроскопом просматривали 100 полей зрения и отмечали количество полей зрения, в которых наблюдали эрикоидные микоризные грибы и оценивали их обилие по пятибалльной шкале. Рассчитывали встречаемость (F, %) и интенсивность микоризной инфекции (С, %) эрикоидных микоризных грибов [4]. Полученные данные обрабатывали на персональном компьютере с помощью статистического пакета Statistica for Windows 7,0 (StatSoft), MS Excel 2007.

Во всех исследуемых растениях были выявлены эрикоидные микоризные грибы только в очень тонких волосковидных корнях. Эрикоидные грибы наблюдались в клетках растения-хозяина и представляли собой клубки недифференцированных гиф. Иногда встречались микоризованные корни, покрыты рыхлой сетью гиф. Однако в наблюдаемых нами корнях в большинстве случаев обнаруживались внутриклеточные завитки гиф, которые прокрашивались анилиновым синим и были хорошо видны при микроскопировании (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Эрикоидные микоризные грибы (ЭрМГ) в корнях *Oxycoccus palustris***

На разных фрагментах корней их численность колебалась. При подсчете средней частоты встречаемости эрикоидных грибов и интенсивности микоризации исследуемых растений, собранных на пяти пробных площадях, установили, что голубика и клюква (*Oxycoccus palustris*, *Vaccinium uliginosum*) в большей степени микоризована по сравнению с багульником (*Ledum palustre*) (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Средняя частота встречаемости (F) эрикоидных микоризных грибов и интенсивность микоризации (C) в корнях растений сем. *Ericaceae* на всех исследуемых участках**

Показатели частоты встречаемости эрикоидных грибов и интенсивности микоризации болотных растений с пяти пробных площадей представлена в таблице 1. Степень микоризации исследованных растений зависела от их видовой принадлежности, а также от места их произрастания. На пяти пробных площадях частота встречаемости эрикоидных грибов на корнях голубики колебалась от 5,1-8,9%, у багульника – 4-3-6,0%, у клюквы – 5,3-8,1%. Интенсивность микоризации голубики составляла 2,8-4,4%, багульника – 2,5 -3,9%, клюквы 3,3-4,1%. Скорей всего это связано с физико-химическими условиями произрастания растений.

**Таблица – Частота встречаемости и интенсивность микоризации эрикоидных микоризных грибов в корнях растений сем. *Ericaceae* на пяти пробных площадях**

Вид растений	Пробные площади (ПП)				
	№1	№2	№3	№4	№5
	F – частота встречаемости эрикоидных грибов (%)				
<i>V. uliginosum</i>	83±8	70±12	89±6	51±6	54±14
<i>L. palustre</i>	43±8	55±5	52±6	60±14	58±7
<i>O. palustris</i>	81±11	62±13	62±12	53±14	70±11
	C – интенсивности микоризации (%)				
<i>V. uliginosum</i>	38±4	28±3	44±2	25±3	32±6
<i>L. palustre</i>	30±3	37±9	25±5	28±4	39±6
<i>O. palustris</i>	33±8	34±8	34±7	41±11	37±5

Таким образом, у всех трех исследуемых нами болотных растений выявлены эрикоидные микоризные грибы, которые в большинстве случаев были представлены внутриклеточными завитками гиф. Более высокую степень микоризованы отмечали у *Oxycoccus palustris*, *Vaccinium uliginosum* по сравнению с *Ledum palustre*. Частота встречаемости эрикоидных грибов и интенсивность микоризации растений, собранных на разных пробных площадях, незначительно варьировала. По-видимому, микотрофность растений зависит не только от их видовой принадлежности, но и от физико-химических свойств субстрата, на котором они произрастают.

### Список цитированных источников

1. Микориза в жизни растений// Национальный портал биоресурсов и природопользования [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/3540945/>. – Дата доступа: 26.02.2019.
2. Воронин, Е.Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов / Е.Ю. Воронин // Микология сегодня: в 1 т / Под редакцией Ю.Т. Дьякова и Ю.В. Сергеева. – Москва: Национальная академия микологии. – 2007. – Т.1: – С. 142-234.
3. Смит С.Э., Дж Д. Микоризный симбиоз. – М: Товарищество научных изданий, 2012. – 776.
4. Бетехтина, А.А. Микротехнические исследования на базе современного оборудования: Руководство к практическим занятиям / А.А. Бетехтина, И.А. Уткина. – Екатеринбург, 2008. – 110 с.

УДК 551.492

## ФИТОТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. БРЕСТА С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

**Ликович М. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [marta.lik@mail.ru](mailto:marta.lik@mail.ru)  
Научный руководитель – Домась А. С., к.с.-х.н.

*The article presents the results of a study of soil toxicity in some roadside areas of Brest with different anthropogenic stress. The research applies a method of biotesting. *Lepidium sativum* L. is taken as a test object.*

**Актуальность.** В настоящее время наблюдается значительное усиление антропогенного давления на окружающую среду. В первую очередь инструментом воздействия является автомобильный транспорт, который в результате своей деятельности подвергает загрязнению не только дорожное покрытие и атмосферный воздух, но также и придорожные территории. В данных условиях возникает необходимость в оценке степени загрязненности почв. Ввиду высокой стоимости стандартных физико-химических методов исследования появилась необходимость в поиске более доступных для массовых исследований методик оценки токсичности окружающей среды. Использование методов биотестирования почв является доступным и достаточно надежным инструментом для решения подобных задач.

**Методика исследования.** Отбор почвенных проб для определения их фитотоксичности производился в мае–июне 2018 года. Точечные пробы отбирали почвенным буром на глубину 10–20 см с интервалом в 10 м. Из точечных проб составлялся смешанный образец. Всего было отобрано 30 смешанных образцов почв придорожных территорий (ул. Горького, ул. Катин Бор, окрестности д. Скоки). В качестве контроля был взят почвогрунт универсальный «Клубничная поляна» производства ООО «Карио» г. Минск.

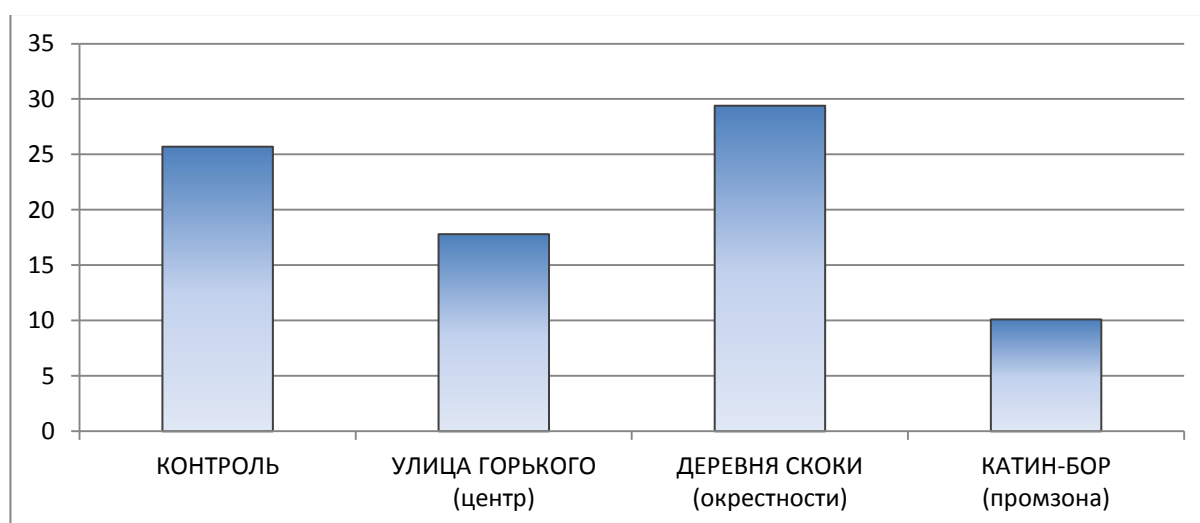
Для оценки фитотоксичности почв использовался метод фитотестирования. В качестве тест-культуры для определения фитотоксичности был исполь-

зован кресс-салат (*Lepidium sativum* L.). Подготовка почвы проводилась стандартным методом. Исследуемые образцы высушивались до воздушно-сухого состояния. Из них отбирались крупные включения (камни и т. д.). Почвенные образцы распределялись по пластиковым емкостям и увлажнялись равным количеством отстоявшейся водопроводной воды. На выравненную поверхность почвенных образцов в пластиковых емкостях равномерно распределяли по 30 семян тест-культуры – кресс-салата. Глубина заделки составила не более 0,5 см. В качестве ухода за культурой применялось дополнительное увлажнение почвы с помощью пульверизатора на 3-й день проращивания.

В качестве показателей тест-растения под влиянием загрязнения почвы учитывались: всхожесть семян на 5-й день, морфологические особенности проростка. Эксперимент проводили в трехкратной повторности.

**Результаты и их обсуждение.** Всхожесть семян в контрольном образце составила 100 %. Также в контрольном варианте отмечалась наибольшая длина проростков – 2,9 см. при средней высоте проростков 20 мм. Необходимо отметить, что контрольный образец отличался и наибольшим размахом вариации – разница между наиболее высоким и наиболее низким проростком составила 15 мм.

Расчет коэффициента вариации показал значительное рассеяние значений высоты проростков в почвенном образце с ул. Катин Бор. Так, если степень рассеивания данных в контрольном образце находилась в пределах 16 %, то на почве промышленного района этот показатель составил уже 38,9 %, что говорит о значительном колебании исследуемых признаков. При этом всхожесть тест-культуры на данном образце составила всего 63,3 %, что является очень низким показателем. Здесь же отмечается и наиболее низкая средняя высота проростков тест-культуры – 14 мм. Варьирование признака происходило в диапазоне от 3 до 17 мм. В целом, растения в данном варианте отличались тонким, слабым стеблем. Высота наиболее крупных растений в данном варианте была на 15 % меньше среднего значения в контроле, что может свидетельствовать об очень существенном ингибировании ростовых процессов тест-культуры в условиях придорожной территории промышленного района.



**Рисунок – Высота проростков тест-культуры на 5-й день**

Довольно низкую всхожесть продемонстрировали также растения кресс-салата, выращиваемые на почвенных образцах, взятых с придорожной терри-

тории по ул. Горького – 83,3 %. При этом средняя высота проростков составила 14 мм. Расчет коэффициента вариации для данных образцов показал среднюю степень варьирования признака – 18 %. Данные результаты свидетельствуют о заметном отклонении значений от полученных в контроле, что может свидетельствовать о токсичности данных почв для тест-культуры. Тем не менее, показатели образцов с ул. Горького выглядят значительно предпочтительнее аналогичных данных с почв придорожных территорий ул. Катин Бор.

В качестве дополнительного контроля нами были взяты образцы почв в окрестностях д. Скоки. Подбор места отбора образцов осуществлялся с учетом следующих критериев: отсутствие дорожного покрытия на расстоянии 100 м, отсутствие активной хозяйственной деятельности, сходство гранулометрического состава почв с таковым исследуемых образцов, отобранных с придорожной территории.

Анализ полученных данных засвидетельствовал благоприятные условия для выращивания растений. Так, всхожесть тест-культуры в данном варианте составила 100 %. Средняя высота проростков была близка к таковой в контроле – 18 мм. При этом полученные результаты характеризовались наибольшей выравненностью – коэффициент вариации составил менее 10 %.

**Выводы.** Столь низкие результаты объясняются высокой фитотоксичностью почв придорожных территорий исследуемых объектов, что обусловлено сложной экологической обстановкой, связанной с большим количеством автомобильного транспорта. Так, в центральной части г. Бреста отмечается большое количество легкового транспорта, тогда как ул. Катин Бор, расположенная в пределах СЭЗ «Брест», характеризуется большим количеством большегрузного транспорта и прочей техники. Тогда как участок, взятый для сравнения, в окрестностях д. Скоки отличался отсутствием транспортного движения в непосредственной близости от места отбора почвенных образцов.

УДК 581.5

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИОННЫХ РАСТЕНИЙ В Г. БРЕСТЕ

**Лицук А. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, litsuk\_vyacheslav@mail.ru  
Научный руководитель – Шкуратова Н. В., к.б.н., доцент

*The city of Brest is in a favorable location for plant infestations. 25 species belonging to 15 families were identified in the surveyed areas of Brest. The Asteraceae family is represented by a large number of species. Widespread species are Acer negundo, Robinia pseudoacacia, Populus alba, Phalacrolooma annuum, Helianthus tuberosus, Oenothera biennis, Rumex confertus.*

Вследствие антропогенного влияния на флору в ее составе увеличивается доля адвентивного элемента, в частности и тех видов, которые более устойчивы в изменяющихся условиях среды, т. е. инвазионных растений. В наибольшей степени этот процесс затрагивает урбанизированные территории. Многочисленные транспортные потоки и глобальное потепление климата

обеспечивают постоянный занос, распространение и натурализацию видов. Для сохранения естественного биоразнообразия флоры необходимо осуществлять мониторинг распространения чужеродных растений, оценивать их взаимодействия с аборигенной флорой, а также планомерно препятствовать их распространению.

В республике ведутся работы по инвентаризации и картированию мест произрастания инвазионных видов растений. Эта работа координируется отделом кадастра растительного мира ИЭБ им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. Ведутся работы по изучению внедрения особо опасных инвазионных видов в природные растительные сообщества [1].

Город Брест находится в благоприятном для растительных инвазий местоположении – юго-запад республики, пересечение транспортных путей с запада на восток и юга на север, многочисленны зеленые зоны, парковые территории, в городскую черту включены лесные массивы.

Поскольку инвазионные виды выступают в роли участников различных сообществ (луговых, придорожных, лесных, водно-прибрежных), в городе нами была выбрана стратегия анализа территорий в направлении с запада на восток вдоль главной транспортной артерии города (ул. Машерова – Московская) и реки Мухавец (Брестская крепость, Варшавское шоссе, ПВИ и т. д.), а также территории, расположенные в некотором удалении от левого и правого берегов. Исследование территории проводили маршрутным методом, фиксировали координаты мест произрастания, производили фоторегистрации, сбор гербарных материалов.

Особо опасных инвазионных видов сегодня в Беларуси более 50. Мы проанализировали территории Бреста на их присутствие, руководствуясь данными Информационно-поисковой системы ЦБС НАН Беларуси «Hortus Botanicus Centralis – Info» и издания «Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси»[2].

В микрорайоне Вулька обнаружили 6 инвазивных видов, относящиеся к инвазивным видам, в том числе *Populus alba*, *Acer negundo*, *Robinia pseudo-acacia*, *Festuca trachyphylla*, *Oenothera biennis*, *Phalacrolooma annuum*.

В окрестностях «Старого города» в микрорайоне Ковалево распространен *Xanthium albinum*.

На обочинах Брестского, Варшавского шоссе и улицы Ковельской повсеместно регистрируются – *Rumex confertus*, *Helianthus tuberosus*.

На территории Парка воинов интернационалистов нами было зарегистрировано 19 видов, в том числе *Quercus robur*, *Sambucus nigra*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Oenothera biennis*, *Lupinus polyphyllus*, *Phalacrolooma annuum*, *Rumex confertus*, *Bidens frondosa*, *Phragmites australis*, *Echinocystis lobata*, *Acer negundo*, *Populus alba*, *Solidago canadensis*, *Impatiens parviflora*, *Impatiens glandulifera*, *Rumex confertus*, *Xanthium albinum*, *Helianthus tuberosus*, *Sarothamnus scoparius*.

На территории городских лесов, в зоне примыкания к ОАО «Брестский комбинат строительных материалов» были обнаружены 9 видов: *Populus alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Rumex confertus*, *Solidago canadensis*, *Oenothera biennis*, *Lupinus polyphyllus*, *Helianthus tuberosus*, *Sarothamnus scoparius*.

В микрорайоне Новые Задворцы нами были выявлены 5 видов: и *Parthenocissus quinquefolia*, *Phalacrolooma annuum*, *Acer negundo*, *Solidagocanadensis*, *Helianthus tuberosus*.

В окрестностях Брестской крепости выявлены 10 видов, относящихся к опасным инвазионным растениям: *Phalacrolooma annuum*, *Rumex confertus*, *Phragmites australis*, *Acer negundo*, *Populus alba*, *Sambucus racemosa*, *Helianthus tuberosus*, *Impatiens glandulifera*, *Hippophae rhamnoides*, *Heracleum sosnowskyi*.

Из древесных форм широкое распространение получили *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus rubra*, *Populus alba*, *Padus serotina*. *Acer negundo* в поймах рек Буг, Мухавец, образует монодоминантные растительные сообщества. *Robinia pseudoacacia* внедрилась в сосновые и смешанные леса, образуя густой подлесок и даже чистые насаждения. *Quercus rubra* в подросте сосняков конкурирует с *Quercus robur*.

В подлеске сосняков городских лесов обнаруживаются *Sambucus nigra*, *Sambucus racemosa*, *Parthenocissus quinquefolia*, на опушках *Sarothamnus scoparius*, *Parthenocissus quinquefolia* – древовидная листопадная, ягоды съедобны для птиц, что способствует его распространению.

На песках, вдоль дорог расселились *Hippophae rhamnoides*, *Helianthus tuberosus*, *Xanthium albinum*, их заросли доходят до воды на левом берегу реки Мухавец.

Засоряют луговые местообитания пастбища, выгоны, залежи, лесные опушки, вырубки, мелиорированные болота, пустыри, придорожье *Rumex confertus*, *Oenothera biennis*, *Solidago canadensis*, *Phalacrolooma annuum*.

Агроценозы засоряет *Galinsoga parviflora*. В понижениях с более увлажненной почвой произрастает *Impatiens parviflora*.

Регистрируются единичные местообитания *Echinocystis lobata*, *Heracleum sosnowskyi*, *Reynoutria japonica*.

В старицах рек Западный Буг и Мухавец частями побегов активно размножается *Elodea canadensis*. Обширные заросли по берегам водоёмов, серьёзно угрожающие естественной растительности, образуют *Impatiens glandulifera*, *Phragmites australis*, *Acorus calamus*.

Прекращение использования инвазионных видов при благоустройстве и озеленении, учет их местообитаний, механическое удаление и химобработка способствуют планомерному препятствованию распространению чужеродных растений.

Таким образом, на обследованных территориях г. Бреста выявлено 25 видов, относящихся к 15 семействам. Большим количеством видов представлено семейство *Asteraceae*. Повсеместно распространены *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus alba*, *Phalacrolooma annuum*, *Helianthus tuberosus*, *Oenothera biennis*, *Rumex confertus*.

### Список цитированных источников

1. Распределение инвазивных видов растений на территории Беларуси / О.М. Масловский [и др.] // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира: сб. материалов Международной научной конф., Минск – Нарочь, 23-26 октября 2014 г. // Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича. – Минск: Экоперспектива, 2014. – С. 100–102.

2. Растения-агрессоры. Инвазионные виды на территории Беларуси / Д.В. Дубовик [и др.]. – Минск: Беларуская энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2017. – 190 с.

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ РЕК БАССЕЙНА РЕКИ ПРИПЯТЬ

**Лугин В. И.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, vlad.lugin.1999@mail.ru.  
Научный руководитель – Янчуревич О. В., к.б.н., доцент

*The ichthyofauna species diversity of the Pripyat River and its tributaries – the Goryn and Vetlitsa rivers comparative analysis was carried out. The greatest species richness for the Pripyat River (10 species) is noted. According to the fish species composition the Goryn River is close to the Pripyat River. In the Vetlitsa river only 6 species of fish are noted and the species similarity of its ichthyofauna is insignificant to other rivers.*

В Беларуси насчитывается около 20 800 рек и ручьев. Белорусские реки относятся к двум морским бассейнам – Черноморскому и Балтийскому [1]. Речная сеть густо прорезает земную поверхность нашей страны, создавая богатство пресной воды.

Все водоемы (озера, пруды, каналы и т. д.), расположенные на водосборной территории реки, являются частью ее речной системы. Общая длина рек Беларуси составляет 90 600 км. При этом 19 300 рек, или 93 % их количества, – малые реки и ручьи, длина которых не достигает 10 км. 1452 реки имеют длину от 10 до 100 км, 48 рек – от 100 до 500 км и всего 7 рек – более 500 км. Речная система состоит из главной реки (ствола системы) и притоков 1-го порядка – впадающих в главную реку, 2-го порядка – впадающих в притоки 1-го порядка, и т. д. [0, 3].

Река Припять – крупная река, характеризуется тем, что она является вторым по размерам речным бассейном в пределах Беларуси. Площадь водосбора реки в пределах страны немного меньше 53 тыс. км<sup>2</sup>. На территории Беларуси ее протяженность 500 км. Речная сеть состоит из 10,5 тыс. рек и ручьев, включая водотоки длиной менее 10 км. Общая длина речной сети свыше 47 тыс. км. Ручьи составляют 93% от общего числа водотоков, и их суммарная длина равна почти 55% длины всей речной сети [0].

Припять и её притоки относятся к равнинному типу рек и характеризуются сравнительно невысоким и распростертым весенним половодьем, низкой летней меженью, которая почти ежегодно нарушается наводнениями. Продолжительность наводнений варьируется от 40-45 дней на малых реках до 3,5 – 4 месяцев на Припяти. Средняя величина весеннего наводнения над нижним летним уровнем составляет 3,5 – 4,5 м.

Припять является одной из основных рыбопромышленных рек Беларуси. В ней и ее пойменных водоёмах встречаются 37 видов рыб [0].

Одним из крупнейших притоков Припяти является река Горынь. Это средняя по величине река. Она принадлежит к типу равнинных рек с преобладанием снегового питания и характеризуется высоким весенним половодьем. Водосборная площадь р. Горыни в створе Давид-Городка составляет 27700 км<sup>2</sup> [0].

Одним из самых мелких притоков реки Припять является река Ветлица – малая река. Это правый приток Припяти. Длина ее 30 км. Начинается за 3,5 км



на северо-запад от озера Бережное, устье за 3 км выше впадения в Припять р. Смердь [0].

Целью нашего исследования являлось определение видового разнообразия ихтиофауны реки Припять и ее притоков – рек Горынь и Ветлица. Данные реки относятся к одному бассейну, но отличаются по величине. Река Припять – большая река, река Горынь – средняя, река Ветлица – малая.

Сбор материала производили в трех водотоках в июле-августе 2018 г. в Столинском районе Брестской области. Отлов рыбы производили при помощи спиннинга, донной и поплавочной удочки, также использовали сачок. На каждой из рек отлов рыбы осуществляли на участке протяженностью 100 м. После чего производили определение видовой принадлежности отловленных особей и подвергали их биологическому анализу. Общий объем выборки составил 199 экземпляров.

Анализ полученных результатов показал, что в целом в трех модельных водотоках зарегистрировано 14 видов рыб (таблица 1), которые относятся к 4 отрядам: Карпообразные, Окунеобразные, Щукообразные, Сомообразные.

**Таблица 1 – Видовое разнообразие рыб в реке Припять и ее притоках**

Вид	Доля особей, %			
	Припять	Горынь	Ветлица	Всего
<i>Rutilus rutilus</i>	4%	6%	19%	8%
<i>Abramis brama</i>	66%	57%	45%	58%
<i>Alburnus alburnus</i>	11%	2%	–	5%
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	1%	6%	–	3%
<i>Sander lucioperca</i>	1%	–	–	1%
<i>Silurus glanis</i>	1%	1%	–	1%
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	8%	18%	–	11%
<i>Cyprinus carpio</i>	34%	1%	–	2%
<i>Leuciscus idus</i>	1%	–	–	1%
<i>Aspius aspius</i>	1%	1%	–	1%
<i>Esox lucius</i>	–	7%	24%	8%
<i>Carassius carassius</i>	–	–	2%	1%
<i>Carassius gibelio</i>	–	–	7%	2%
<i>Perca fluviatilis</i>	–	–	2%	1%

К отряду Карпообразные относятся такие виды, как: *Rutilus rutilus* (плотва обыкновенная), *Abramis brama* (лещ обыкновенный), *Alburnus alburnus* (обыкновенная уклейка), *Scardinius erythrophthalmus* (краснопёрка), *Cyprinus carpio* (обыкновенный карп), *Leuciscus idus* (язь), *Aspius aspius* (жерех обыкновенный), *Carassius carassius* (карась обыкновенный), *Carassius gibelio* (серебряный карась). К Окунеобразным – *Perca fluviatilis* (окунь речной), *Gymnocephalus cernuus* (ёрш обыкновенный), *Sander lucioperca* (судак обыкновенный). К отряду Щукообразные относится щука обыкновенная – *Esox lucius*. К отряду Сомообразные относится обыкновенный сом – *Silurus glanis*.

Исходя из полученных результатов, можно отметить, что наиболее часто встречающимся видом является *Abramis brama* – 58% от всей выборки

(45-66%). В то же время наименьшее количество особей среди всей выборки рыб пришлось на *Sander lucioperca* – 1%, что вероятно связано с особенностями биологии вида (судак является хищником-засадчиком) и гидробиологическими характеристиками мест отлова. Также в небольшом количестве – по 1% выявлены такие виды, как *Silurus glanis*, *Leuciscus idus*, *Aspius aspius*, *Carassius carassius*, *Perca fluviatilis*.

Сравнительный анализ видового разнообразия ихтиофауны трех модельных водотоков показал, что наибольшее видовое богатство отмечено в реке Припять (10 видов) и по видовому составу ихтиофауны она близка к реке Горынь. В реке Ветлица отмечено только 6 видов рыб и видовое сходство ихтиофауны незначительно.

#### **Список цитированных источников**

1. Жуков, П.И. Рыбы / П.И. Жуков. – Минск: Бел. СЭ, 1989. – 311 с.
2. Реки / Справочник. Водные объекты Республики Беларусь (авторский оригинал-макет). Раздел 1. – 2010. – 21 с.
3. Нунэш, А. Обзоры результативности экологической деятельности. Третий обзор / А. Нунэш [и др.]; ЕЭК ООН. – Нью-Йорк и Женева, 2016. – 445 с.
4. Водоемы Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.mail.ru/attachment/15190145190000000619/0;1>. – Дата доступа: 18.03.2018
5. Скарбы прыроды Беларусі: тэрыторыі, якія маюць міжнароднае значэнне для захавання біялагічнай разнастайнасці / А.В. Казулін, Л.А. Вяргейчык, М.Я. Нікіфараў [і інш.]. – Мн.: Беларусь, 2002. – 160 с.
6. Михневич, Э. И. Обеспечение устойчивости откосов дамб для защиты от наводнений на реке Горынь / Э. И. Михневич, П. М. Богославчик, Е. А. Володько // Наука и техника: международный научно-технический журнал. – 2013. – № 5. – С. 34 – 39.
7. Блакітная кніга Беларусі / Беларуская энцыклапедыя; рэд. кал.: Н.А. Дісько. – Минск: БелЭн, 1994. – 415 с.

УДК 502/504: 004.65

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СИСТЕМАТИЗАЦИИ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**Маевская А. Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [maevskaya.anna@inbox.ru](mailto:maevskaya.anna@inbox.ru)  
Научный руководитель – Токарчук С. М., к.г.н., доцент

*The article deals with the main approaches to systematization of thematic geospatial information on the example of systematization of data on natural monuments of Brest region and ecologically significant objects of Zhabinka district.*

В современном мире отмечается стремительный рост использования геопрограммной информации. Большинство людей, которые не являются экспертами в сфере геопрограммной информации и которые даже вряд ли знакомы с данным термином, достаточно часто используют ее, взаимодействуют с ней, а также вносят вклад в ее сбор [1].

Однако, несмотря на то, что геопространственная информация приобретает сегодня большую популярность, в научной литературе не сложилось единого подхода к определению данного термина.

Так, например, А. П. Карпик [1] под геопространственной информацией понимает координированную информацию о геопространстве и его объектах в цифровой компьютерно-воспринимаемой форме, предназначенную в качестве исходного материала для моделирования геопространства в интересах конкретного потребителя, использующего геоинформационные системы.

В журнале «Компьютерра» под геопространственной информацией понимается информация, так или иначе привязанная к конкретному местоположению объектов [2].

Несмотря на то, что в настоящее время нет единого подхода к определению термина «геопространственная информация», в целом, можно выделить несколько ключевых особенностей, характеризующих данное понятие [1]: (1) это информация о конкретном географическом пространстве; (2) она привязана к пространственно-временной координатной системе; (3) она, как правило, представляется в цифровой форме, т. к. формируется, сохраняется и используется компьютерной средой, а не человеком.

Сегодня отмечается постоянное возрастание интереса к использованию геопространственной информации. Однако, несмотря на то, что в настоящее время сбором геопространственной информации занимается множество организаций, многие из них (по разным причинам) не хотят делиться накопленными данными, что приводит к возникновению информационных «островов», как следствие, к недоиспользованию данных и дублированию усилий, направленных на их сбор [3]. Поэтому важным аспектом является не только систематизация тематической геопространственной информации, но и обеспечение свободного доступа к ней.

В данной работе приводятся различные подходы к систематизации тематической геопространственной информации с использованием тематической информации, на примере систематизации данных для регионов разного территориального уровня: (1) административная область (информация о памятниках природы Брестской области); (2) административный район (информация об экологически значимых объектах Жабинковского района).

Систематизация информации о памятниках природы Брестской области и экологически значимых объектах Жабинковского района осуществлялась несколькими способами, путем создания: (1) электронных баз данных; (2) ГИС; (3) веб-приложений; (4) интернет-порталов.

**Электронные базы данных (БД)** – представляют собой набор данных для информационных сетей и пользователей, хранящихся в особом, организованном виде.

Сегодня существует множество программных оболочек для создания баз данных. В данном исследовании использовались следующие виды программного обеспечения: *Microsoft Excel*, *Microsoft Access*, *ArcGIS*. Использование данных программных оболочек проводилось либо независимо друг от друга (разные БД в разных оболочках), либо параллельно друг с другом.

Для уровня административной области была выполнена полная инвентаризационная база данных памятников природы Брестской области, разработанная в нескольких вариантах: (1) как многостраничная база данных *Microsoft*

*Excel*; (2) как две базы данных *Microsoft Access*: по каждому памятнику природы и в целом по области; (3) как картографическая база данных в формате «шейп-файл в ZIP-архиве» (для использования в программных ГИС-оболочках), (4) как интерактивная карта размещенная в сети Интернет (<https://arcg.is/0iia5C>); (5) как картографическое web-приложение (<http://arcg.is/uvjTy>). Для территории Жабинковского района были разработаны базы данных для экологически значимых объектов. В частности, (1) база данных объектов, оказывающих неблагоприятное воздействие на качество вод в районе, выполненная в *Microsoft Excel*; (2) база данных уникальных природных объектов Ленинского сельсовета (<http://arcg.is/2gLLr21>).

Одним из наилучших инструментариев для систематизации геопространственной информации являются географические информационные системы (ГИС). Само возникновение термина «геопространственная информация» тесным образом связано с появлением и развитием ГИС-технологий. Т. к. именно ГИС позволяют абстрагировать мир в виде модели пространственных данных, которая состоит из слоев таких данных, относящихся к землепользованию, рельефу местности и др.

ГИС представляет собой систему сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о географических объектах.

В данном исследовании было выполнено два ГИС проекта: «Памятники природы Брестской области» и геоэкологическая ГИС Жабинковского района.

ГИС «Памятники природы Брестской области» включает (1) набор тематических слоев по области; (2) точечный слой с памятниками природы и привязанной к нему базой данных; полигональный слой «Административные районы» с привязанной БД по количеству и площадям ПП разных видов.

ГИС Жабинковского района содержит три проекта: (1) топографическая основа, (2) физико-географическая основа, (3) геоэкологическая основа.

Одним из достаточно популярных видов систематизации геопространственной информации могут выступать картографические веб-приложения, для создания которых используются различные веб-сервисы. Одним из таких сервисов является облачная платформа картографирования *ArcGIS Online*, которая предоставляет доступ к готовым шаблонам для создания веб-приложений.

В данном исследовании на основе использования шаблонов карт-историй была разработана серия картографических веб-приложения по памятникам природы Брестской области для разных территориальных уровней (область, район, город) и тематических направлений (туристического, природоохранного, образовательного).

Также были выполнены несколько групп веб-приложений для территории Жабинковского района: (1) комплексные, например «Экологические акции в Жабинковском районе» (<https://arcg.is/1ey0uz>); (2) экологические, например «Борщевик Сосновского» (<https://arcg.is/0HWWij>); (3) приложения для ООПТ, например «Заказник «Непокойчицы»» (<https://arcg.is/1bWqCm>); (4) приложения для территории Ленинского сельсовета (<https://arcg.is/584bq>).

В то же время, представленные виды систематизации геопространственной информации, несмотря на значительное количество преимуществ, имеют некоторые недостатки. Например, в базах данных и картографических веб-

приложениях сложно объединять большие объемы разноуровневой информации. Для работы с ГИС – необходимо специальное программное обеспечение. Решение значительной части данных проблем возможно путем создания интернет-порталов, которые позволяют объединять большие объемы информации и обеспечивать к ним общий доступ.

Интернет-портал, или веб-портал – это (1) веб-сайт, который предоставляет пользователю сети Интернет различные интерактивные сервисы, работающие в рамках одного веб-сайта; (2) веб-сайт, служащий удобной точкой входа во Всемирную паутину.

В данной работе был использован конструктор сайтов *wix.com*, с помощью которого были разработаны два интернет-портала: «Памятники природы Брестской области (<https://maevskayaanna.wixsite.com/naturalmonument>) и «Природоохранный портал Жабинковского района» (<https://maevskayaanna.wixsite.com/zhabincadistrict>).

### **Список цитированных источников**

1. Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография / А. П. Карпик. – Новосибирск : СГГА , 2004. – 260 с.

2. Компьютерра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.computerra.ru>. – Дата доступа: 10.01.2019.

3. Пиньде, Ф. Веб-ГИС: принципы и применение / Ф. Пиньде, С. Цзюлинь. – М.: Издательство Дата+, 2013. – 356 с.

УДК 581.557.24:631.445.4

## **ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ АРБУСКУЛЯРНЫМИ МИКОРИЗНЫМИ ГРИБАМИ И ПИГМЕНТАМИ ФОТОСИНТЕЗА РАСТЕНИЙ *TRIFOLIUM PRATENSE* L. ПРИ ДЕМУТАЦИИ**

**Мазурек Б. Г.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы, г. Гродно, Республика Беларусь, bozhena.mazurek@mail.ru

*This article shows the research results of relation between arbuscular micorrizal fungi and photosynthesis rate at different stages of succession. These relations have been studied insufficiently so far.*

Все растительные сообщества изменяются. Эти изменения имеют направленный и необратимый характер и называются сукцессиями. Они выражаются в увеличении видового разнообразия и повышении растительного покрова. Одним из проявлений сукцессии является демутация. **Демутация** – процесс восстановления экосистемы до состояния, близкого к исходному, после разрушения или существенного нарушения ее состава и структуры.

При изучении демутаций важно учитывать способ почвенного питания растений. Различия в конкурентоспособности растений в отношении почвенного

питания – специфика микоризных взаимодействий, связанных с некоторыми механизмами сукцессии. В зависимости от состояния микоризы ухудшается или улучшается питание растений, от чего может зависеть исход конкуренции между растениями за средства существования [1].

Большинство видов растений образуют квазиорганизмы или конфасции с арбускулярными микоризными грибами, т. е. автотрофные и гетеротрофные организмы, которые объединены совместным физиологическим функционированием.

**Цель работы:** изучить, существует ли закономерность интенсивности фотосинтеза и развития арбускулярных микоризных грибов при демутиации.

Собирали растения клевера лугового на четырех участках, которые находятся на разных стадиях сукцессии. В качестве контроля был взят естественный луг. В каждом биотопе отбирали по 25 растений *Trifolium pratense* во время цветения. Корни отмывали, проводили мацерацию и окрашивали анилиновым синим. Готовили препараты корней по методу Травло, микроскопировали и проводили оценку степени микоризации корней арбускулярными микоризными грибами. Выборка исследования составила 100 стекол при наличии на каждом по 15 фрагментов корней [3]. Учет микоризы проводился во время цветения растений [2]. Оценивали степень микоризации корней арбускулярными грибами, используя метод, который основан на определении для каждого фрагмента корня длиной 1 см степени микоризации и обилия образования арбускул. Полученные результаты рассчитывали в компьютерной программе *Mikoryza 1.1 beta*.

В листьях клевера определяли концентрацию флаваноидов. Готовили вытяжку листьев клевера лугового. К 0,1 мл полученного извлечения прибавляли 5 мл 0,05 М раствором алюминия хлорида в этаноле. Оптическую плотность полученного раствора измеряли на фотоколориметре при длине волны 410 нм. Рассчитывали содержание флаваноидов в процентах [4].

Определение концентрации хлорофилла в листьях клевера проводили по следующей методике. Готовили вытяжку листьев клевера лугового (5 навесок) в этаноле. Измеряли оптическую плотность вытяжки на фотоколориметре при длине волны 665 нм и 649 нм. Рассчитывали процентное содержание хлорофилла а и б [5].

Как видно из таблицы, отмечалось увеличение интенсивности микоризации (9,01–64,69%), обилия арбускул (7,47–56,72%), частоты встречаемости арбускулярных микоризных грибов (69,14–96,37%) в корнях растений клевера лугового, произрастающего на более поздних стадиях развития. Наименьшая концентрация флаваноидов была выявлена у растений, собранных на участке с третьей стадии сукцессии (1,57%). Самое большое содержание флаваноидов обнаружили в растениях, произрастающих на сформированном лугу (2,81%). Функция флаваноидов малоизучена, считается, что флаваноиды служат защитой растительных клеток от радиации, способствуют повышению иммунитета растений. Флавоноиды играют защитную роль и являются фактором приспособления растений к неблагоприятным условиям среды. Известно, что в растениях, произрастающих на почвах, богатых микроэлементами, содержание флавоноидов увеличивается.

**Таблица – Содержание флавоноидов, хлорофилла в листьях *Trifolium pretense* и показатели его микотрофности**

Стадия сукцессии	Флаваноиды, %	Хлорофилл а, б, %	F, %	A, %	M, %
Начальная	1,78	0,31	69,1	7,5	9,0
Вторая	1,87	0,31	72,0	28,2	28,8
Третья	1,57	0,35	93,6	30,8	33,3
Естественный луг	2,81	0,22	96,4	56,7	64,69

Суммарное содержание хлорофилла а и б было одинаковым у растений, которые произрастали в биотопах на ранних стадиях сукцессии (0,31%). Самые высокие показатели содержания хлорофилла выявили у растений, произрастающих в биотопе, который находится на третьей стадии сукцессии (0,35%), а самый низкий показатель был у растений на контрольном участке (0,22%).

Увеличение содержания флавоноидов и уменьшение концентрации хлорофилла в растениях сформированного луга свидетельствует об угнетенном состоянии, связанном с повышенной конкуренцией. В данной ситуации арбускулярные микоризные грибы выступают в роли стабилизатора и повышают стрессоустойчивость и конкурентоспособность клевера лугового. На третьей стадии сукцессии и у растений выявили наиболее низкое по сравнению с контролем содержание флавоноидов и высокую концентрацию хлорофилла а и б, а также высокую степень микотрофности. Это указывает на то, что в биотопе, который находится на третьей стадии сукцессии, наиболее благоприятные условия для развития клевера лугового. У растений начальных сукцессий отмечали незначительное снижение содержания хлорофилла и увеличение флавоноидов по сравнению с третьей стадией сукцессии. На начальных стадиях сукцессии отсутствовала конкуренция, но отмечалась низкая степень микотрофности.

Таким образом, в ходе проведенных исследований на третьей стадии сукцессии наиболее благоприятные условия для роста и развития клевера лугового, растения менее подвержены стрессу, о чем свидетельствуют показатели содержания флавоноидов.

#### **Список цитированных источников**

1. Веселкин, Д. В. Соотношение микоризных и немикоризных видов растений в первичных техногенных сукцессиях / Д. В. Веселкин, Н. В. Лукина, Т. С. Чибрик // Экология. – 2015. – №5. – С. 345-353.
2. Trouvelot, A. Mesure du taux de mycorhization VA d, un systeme radicaire. Recherche de methods d, estimation ayant une signification fonctionnelle / A. Trouvelot, J.L. Kough, V. Gianinazzi-Pearson // Physiological and genetical aspects of mycorrhizae. Paris. – 1986. – P. 217-221.
3. Лабутова, Н.М. Методы исследования арбускулярных микоризных грибов / Н.М. Лабутова. – С-Пб.: Всесоюз. науч.-исслед. ин-т с.-х. микробиол., 2000. – 24 с.
4. Биохимические методы анализа / Под ред. М.Н. Запрометова, – Москва: Издательство иностранной литературы, 1960. – 592 с.
5. Туманов, В.Н. Качественные и количественные методы исследования пигментов фотосинтеза: практикум / В.Н.Туманов, С.Л.Чирук. – Гродно : ГрГУ им. Я. Купалы, 2007. – 62 с.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА БРЕСТА

**Мартысюк А. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig\_bstu@tut.by

Научный руководитель – Волчек Ан. А., к.т.н., доцент

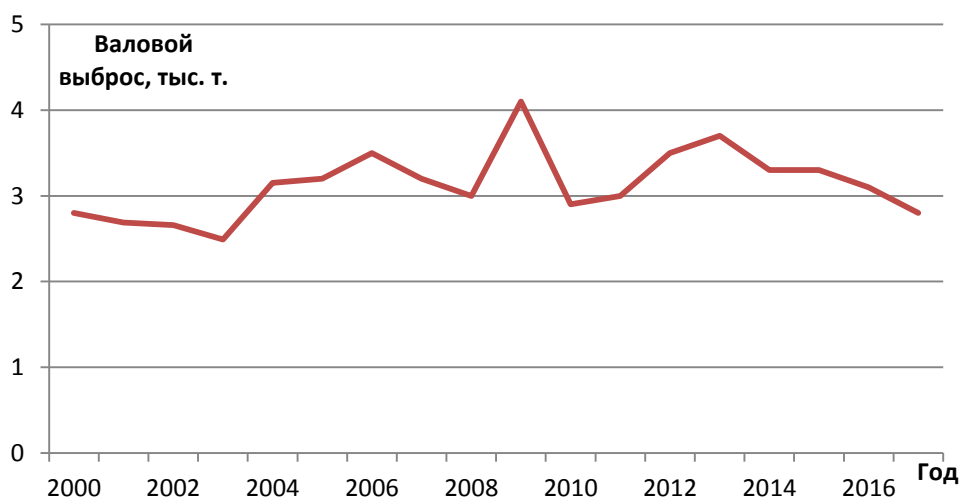
*The purpose of this work is to assess the current state of atmospheric air in the city of Brest. The analysis of quantitative and qualitative composition of air reveals trends in changes of the city's air quality.*

Согласно Закону Республики Беларусь «Об охране атмосферного воздуха» атмосферный воздух – компонент природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений [1].

Все источники выбросов делятся на мобильные и стационарные. К мобильным источникам выбросов относятся транспортные средства и самоходные машины, оснащенные двигателями, эксплуатация которых влечет за собой выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а стационарные источники выбросов – источники выбросов, перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно [1].

Основными источниками загрязнения воздуха города являются предприятия теплоэнергетики, пищевой промышленности и автотранспорт.

Анализируя количество выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников за 2000 – 2017 годы, можно отметить тенденцию снижения количества загрязняющих веществ (рис.1). Наибольшая величина выбросов характерна для 2009 года и составила 4,1 тыс. т.



**Рисунок 1 – Тенденция изменения выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников**

Значительное увеличение выбросов в 2009 г. по сравнению с предыдущими годами связано с возросшим уровнем поступления загрязняющих веществ от энергетического сектора.



Наибольший вклад в загрязнение города вносят такие предприятия, как КПУП «Брестводоканал», ф-л Брестские ТС РУП "Брестэнерго", КУПП "Брестское котельное хозяйство", СП "Санта Бремор" ООО (табл. 1).

**Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ от предприятий за 2017г.**

Наименование предприятия	Валовый выбос, т
1	2
КПУП "Брестводоканал"	1025,0
Ф-л Брестские ТС РУП "Брестэнерго"	368,2
КУПП "Брестское котельное хозяйство"	217,3
СП "Санта Бремор" ООО	201,2
ОАО "Брестский мясокомбинат"	162,4
УП "Гефест-техника"	75,5
ИП "Инко-Фуд" ООО	67,9
ОАО "Савушкин продукт"	55,3
ОАО "Брестский электроламповый завод"	51,4
Филиал "Кобринское УМГ" (город Брест)	50,1
ОАО "Газпромтрансгаз Беларусь"	

Мониторинг атмосферного воздуха в г. Бресте проводился на четырех стационарных станциях, в том числе на одной автоматической, установленной в районе ул. Северной [2]. На станциях ведутся постоянные наблюдения за фоновыми концентрациями диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, формальдегида и твёрдых частиц.

По результатам стационарных наблюдений, состояние воздуха в городе оценивается как хорошее. Ухудшение качества воздуха связано с повышенным содержанием формальдегида в летний период. По сравнению с другими областными центрами г. Брест лидирует по уровню загрязнения воздуха формальдегидом. Наиболее сильно загрязнён воздух в районе ул. 17 Сентября, где доля проб с концентрациями выше ПДК в летний период составляла около 32 %. Максимально-разовые концентрации формальдегида в районе ул. Пушкинской достигали 1,8 ПДК, ул. 17 Сентября – 3,2 ПДК. В районе пункта наблюдений № 3 (ул. Янки Купалы) превышений норматива качества по формальдегиду не зарегистрировано.

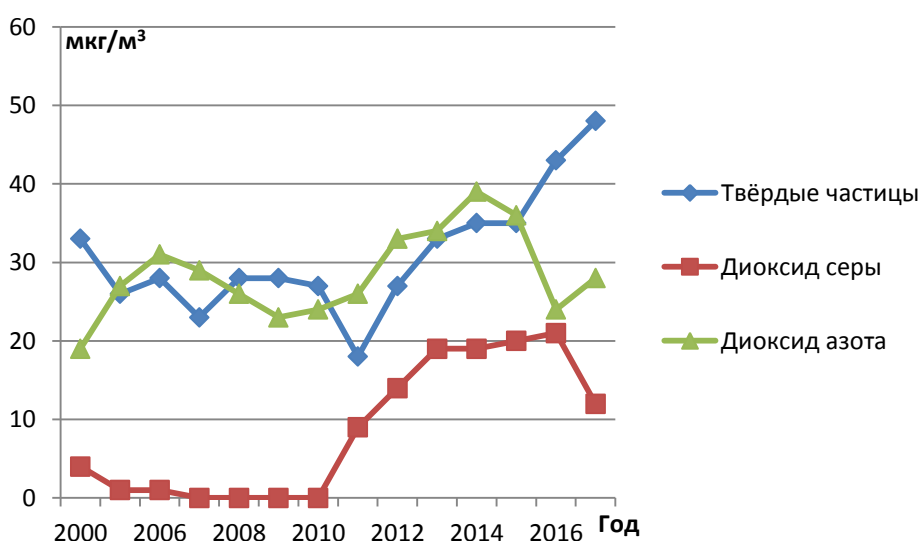
Данные измерений свидетельствуют о том, что уровень загрязнения воздуха формальдегидом в г. Бресте по-прежнему выше, чем в других областных центрах республики.

Среднегодовая концентрация приземного озона составляла 58 мкг/м<sup>3</sup>. Среднесуточные концентрации превышали ПДК в течение 25 дней (самый «пик» загрязнения воздуха приходится на август). Максимальная среднесуточная концентрация 1,7 ПДК зарегистрирована 2 августа [2].

По данным измерений проб концентрации твердых частиц, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота и оксида азота не превышали 0,5 ПДК. Максимальная из разовых концентраций диоксида азота 1,5 ПДК зафиксирована в районе станции №5 (ул. Пушкинская). Незначительные превышения зарегистрированы только в течение трех дней. Превышений нормативов качества по другим основным загрязняющим веществам не зарегистрировано. Среднесуточные и максимальные из разовых концентраций были ниже ПДК.

Зоны загрязнения атмосферного воздуха такими веществами, как формальдегид, оксид углерода и диоксид азота, формируемые выбросами автотранспортных потоков, могут характеризоваться высокими концентрациями, зачастую превышающими значения предельно допустимых концентраций, и охватывать достаточно большие территории. Наибольшие значения максимальных приземных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе формируются вблизи автомобильных дорог и их пересечений, по которым с различной интенсивностью, плотностью и скоростью движутся автотранспортные потоки.

По сравнению с предыдущими годами прослеживается тенденция снижения уровня загрязнения воздуха диоксидом серы. Прослеживается динамика увеличения среднегодовых концентраций твердых частиц. По сравнению с 2016 г. увеличились концентрации диоксида азота более чем на 10%. Уровень загрязнения воздуха углерода оксидом остаётся на прежнем уровне.



**Рисунок 2 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в городе Бресте (микрограммов в кубическом метре)**

Валовые выбросы загрязняющих веществ, начиная с 2006 г. и до 2008 г., снижались, в то время как в 2009 г. произошло резкое увеличение выбросов (за счет выбросов от стационарных источников). Выбросы от мобильных источников за рассматриваемый период характеризуются также некоторым спадом, который в зависимости от вещества составляет от 5 до 10%. В общем, состояние воздуха по городу оценивается как хорошее. Концентрации основных загрязняющих веществ ( диоксид серы, азота диоксид, углерода оксид, твёрдые частицы) в 96 % проанализированных проб были ниже ПДК.

#### **Список цитированных источников**

1. Об охране атмосферного воздуха: закон Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belzakon.net> – Дата доступа: 22.03.2019.
2. Мониторинг атмосферного воздуха в городе Бресте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by>– Дата доступа: 23.03.2019.

## ДИНАМИКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

**Матвиива А. А.**

Учреждение образования «Сибирский федеральный университет»,  
г. Красноярск, Российская Федерация, astasialeksandrovna@gmail.com  
Научный руководитель – Лигаева Н. А., к.г.н., доцент

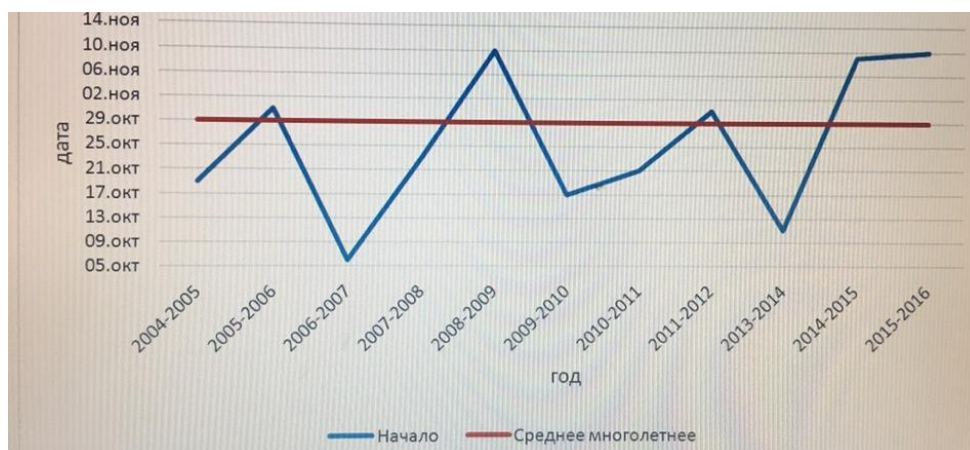
*The article considers phenological indicators observed in the wildlife reserve “Stolby” in the summer period from 2005 to 2016. Studying phenological phenomena of the reserve “Stolby” allows tracing the impact of global climatic changes on the landscape and its change.*

Государственный природный заповедник «Столбы» расположен в пределах северо-западных отрогов Восточного Саяна и является уникальным местом, где организованы стационарные и полевые многолетние сезонные наблюдения за явлениями в природе, которые могут являться неким эталоном в исследовании ландшафтов юга Средней Сибири [1]. Изучение фенологических явлений заповедника «Столбы» позволяет проследить воздействие глобальных климатических изменений на ландшафты и их динамику [2,3].

Целью исследования явилось изучение изменения фенологических показателей зимнего периода заповедника «Столбы» с 2004 по 2016 год.

Начальная зима

Основной процесс – формирование устойчивого снежного покрова. Фенологические границы: от формирования устойчивого снежного покрова до ледостава на водоемах. Температурные границы: от 0° до –15° С. Дата среднего многолетнего наступления для заповедника – 29.10.



**Рисунок 1 – Даты наступления Начальной зимы**

Анализ периода Начальная зима в промежутке с 2004 по 2016 годы показал отсутствие четкой корреляции. Самое большое отклонение зафиксировано в 2006 году. Отмечено наступление на 23 дня раньше среднемноголетнего срока. Более раннее наступление также отмечено в 2004, 2007, 2009, 2010, 2013 годах. Наступление Начальной зимы позже среднемноголетнего срока отмечено в 2014 году (на 14 дней позже), в 2015 и 2008 гг. – на 13 дней позже. 2011 и 2005 гг. практически соответствовали средним многолетним срокам (Рисунок – 1).

### Глубокая зима

Основной процесс – интенсивное охлаждение воздуха и почвы, годовой минимум температур. Глубокий покой растений и впадающих в спячку живых организмов. Фенологические границы: от ледостава на водоемах до начала радиационных оттепелей – притаев. Температурные границы: от  $-15^{\circ}\text{C}$  до начала радиационных оттепелей. Среднее многолетнее наступление – 22.11.



**Рисунок 2 – Даты наступления Глубокой зимы**

В ходе проведенного исследования было установлено, что наступление Глубокой зимы (2004-2016 гг.) более позднее по сравнению со средним многолетним показателем, за исключением 2009 г. (на 8 дней раньше) и 2015 г. (на 6 дней раньше). Самое позднее наступление Глубокой зимы зафиксировано в 2009 году – на 59 дней от среднемноголетнего срока (22.11). Также значительные отклонения составляют годы: 2004 г. (на 30 дней позже), 2007 г. (на 35 дней позже), 2014 г. (на 45 дней позже) (Рисунок – 2).

### Предвесень

Основной процесс – резкое возрастание радиации, радиационные оттепели (притаи), весеннее оживление птиц. Фенологические границы: от первого притая до начала оттепелей. Температурные границы не выражены. Среднее многолетнее наступление – 13.02.



**Рисунок 3 – Даты наступления Предвесенья**

Исследования фенологических показателей Предвесенья в промежутке с 2004 по 2016 годы показало отсутствие четкой. Самое большое отклонение зафиксировано в 2009 году. Отмечено наступление на 15 дней позже среднемноголетнего срока. Более позднее наступление зафиксировано в 2006, 2008, 2010, 2011 годах. Наступление Предвесенья раньше среднемноголетнего срока отмечено в 2007 году (на 12 дней раньше), в 2015 году (на 9 дней раньше) и в 2016 году (на 3 дня раньше). Фенологические показатели 2013 и 2014 гг. практически соответствовали средним многолетним срокам (Рисунок – 3).

Таким образом, анализ фенологических показателей заповедника «Столбы» может являться хорошим индикатором в изучении динамики ландшафтов юга Средней Сибири. Позволит выявить реакцию окружающей среды на изменения климата как на региональном так и на глобальном уровнях.

#### **Список цитированных источников**

1. Буторина, Т.Н. Сезонные ритмы природы Средней Сибири / Т.Н. Буторина, Е.А. Крутовская. – М.: Наука, 1972. – 376 с.
2. Фокина, Н.В. Динамика климата и изменение фенологических сезонов года заповедника «Столбы» / Н.В. Фокина, Н.А Лигаева, Л.В. Бусыгина // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. – 2013. – №24. – С. 228 – 231.
3. Исследование климатических особенностей заповедника «Столбы» / Н.В. Фокина [и др.] // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. – 2006. – №2. – С. 22–27.

УДК 338.51

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

**Мисюля Д. И.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, d.misiulia@yandex.ru  
Научный руководитель – Ступень Н. С., к.т.н., доцент

*The article presents main methods of processing polyethylene terephthalate, their advantages and disadvantages, environmental aspects. A promising approach is the development of a biochemical method of PET decomposition using bacteria Ideonella sakaiensis.*

XXI век – это век высоких технологий, с одной стороны, и век глобальных экологических проблем, с другой. Немалую долю в загрязнении окружающей среды занимают отходы, состоящие из полиэтилентерефталата (ПЭТ). Этот полимер обладает весьма ценными физико-химическими свойствами, они же и обуславливают высокую степень сопротивляемости природному разложению.

**Цель исследований:** изучить и обобщить данные литературных источников по проблеме накопления и переработке отходов из полиэтилентерефталата.

Массовая доля отходов ПЭТ от массы всего мусорного потока составляет 5 – 8 %, однако по объему эта цифра существенно больше и составляет 20 – 25 % [1].

Накопление отходов ПЭТ обусловлено также и их весьма низким уровнем естественной деструкции. Для решения этой проблемы был внедрен ряд способов по переработке этого материала: захоронение (самый бесперспективный метод из всех; ценное полимерное сырье уничтожается, а большие территории становятся пустырями), сжигание, пиролиз, химические методы, механические методы и другие. Отмечено, что доля механической и термической (пиролиз) переработки преобладают над химической [2].

Механическая переработка предусматривает разнообразные способы очистки, отмывки, дробления (хлопья, волокна, гранулы). Тем не менее, отмечается факт уменьшения физико-механических свойств вторичного ПЭТ, полученного при механической обработке сырья, по сравнению с первичным [3]. Результаты исследований позволяют сделать вывод, что полученный вторичный ПЭТ можно использовать в качестве компонента для разнообразных композиционных материалов [2].

Теплотворная способность ПЭТ весьма высока (22700 кДж/кг) [3]. Это лежит в основе его сжигания. При нагревании ПЭТ выше температуры 260 °С возможно выделение разнообразных продуктов термоокислительной деструкции, таких как формальдегид, стирол, диметилтерефталат, ацетальдегид, метиловый спирт, оксид углерода (II) и оксид углерода (IV), поэтому процесс сжигания необходимо проводить, учитывая правильную вентиляцию и очистку воздуха от этих веществ [4]. Система вентиляции для печей сжигания включает в себя специальные фильтры, которые сложны как в производстве, так и в эксплуатации; такие фильтры не обеспечивают должную степень очистки. Также температурный диапазон переработки ПЭТ (260 – 280 °С) лежит выше, чем таковой, например, для полиэтилена (120 – 180 °С) [3]. При этом наличие примесей полиэтилена и поливинилхлорида крайне нежелательно во вторичном сырье из ПЭТ (примеси трудно отделяются). Отмечается факт выделения хлороводорода из поливинилхлорида при температурах переработки ПЭТ, что приводит к деструкции последнего [5].

Химические методы предполагают деполимеризацию полиэтилентерефталата при взаимодействии с химическими веществами. Далее продукты обработки подвергают гидролизу до терефталевой кислоты и этиленгликоля, из которых вновь, путем поликонденсации, получают ПЭТ. Процесс химической деполимеризации достаточно дорогой и сопряжен с использованием высокотехнологичного оборудования, энергетическими затратами и покупкой дорогостоящих химических веществ [2]. За рубежом распространен одностадийного синтеза из этиленгликоля и терефталевой кислоты. Данный способ считают весьма перспективным [1].

В 2016 году японскими учеными во главе с Yoshida Shosuke, в результате скрининга образцов ПЭТ на наличие природных сообществ микроорганизмов, был выявлен новый вид бактерий, способный использовать отходы из полиэтилентерефталата в качестве основного источника энергии и углерода. Данный вид бактерий продуцирует два фермента, которые осуществляют деполимеризацию ПЭТ до терефталевой кислоты и этиленгликоля через промежуточный продукт моно(2-гидроксиэтил)терефталевую кислоту (МНЕТ). Новый вид бактерий получил название *Ideonella sakaiensis* [6].

Дальнейшие исследования показали, что возможна деполимеризация ПЭТ до мономеров с помощью ферментной системы рассматриваемого микроорганизма. Выделяя изначально ПЭТазу, бактерия деполимеризует ПЭТ до моно(2-гидроксиэтил)терефталевой кислоты (МНЕТ). Далее, выделяя второй

фермент (МНЕТазу), осуществляется расщепление МНЕТ до двух мономеров: этиленгликоля и терефталевой кислоты. Данные механизмы деполимеризации ПЭТ были изучены вначале для фермента, полученного непосредственно из культуры бактерий *Ideonella sakaiensis*. В дальнейшем была получена мутантная модификация типа S238F/W159H. Последняя показала более высокие результаты деполимеризации ПЭТ с теми значениями кристалличности, которые применяются в промышленном производстве [7].

Таким образом, проанализировав данные литературных источников, можно сделать следующие выводы:

1. Внедрены разнообразные методы переработки полиэтилентерефталата. Наиболее простые методы, такие как механические и термические, преобладают над более наукоемкими химическими. При этом механические методы переработки преобладают над всеми остальными.

2. При механической переработке происходит уменьшение физико-механических свойств, за которые данный материал ценится в промышленности. Так или иначе, даже с уменьшенными показателями по сравнению с первичным, вторичный ПЭТ находит свое применение в качестве ценного компонента в разнообразных строительных и композиционных материалах. Следовательно, эффективным способом утилизации ПЭТ будет являться использование переработанной его формы для получения более долговечных и прочных композиционных материалов, в т. ч. и строительных.

3. Учитывая высокую теплотворность ПЭТ, это мог быть хороший источник тепловой энергии. Однако утилизация сжиганием сопряжена с множеством проблем, таких как возможность вредных выбросов. Кроме того, высокая стоимость, высокотехнологичность и сложность в эксплуатации специального оборудования для очистки, делают данный способ весьма затратным (с отмеченной малой степенью очистки воздуха от продуктов горения).

4. Пиролитические методы утилизации (без сжигания) крайне чувствительны к отходам, особенно – к поливинилхлориду, который ввиду вышеназванной причины ухудшает свойства вторичного ПЭТ, обуславливая его деструкцию. При этом существенную роль здесь играют и высокие затраты, необходимые для поддержания высокой температуры.

5. При всех своих преимуществах, в частности, возможности деполимеризации, химические методы имеют существенные недостатки. Прежде всего это высокая наукоемкость данных методов, высокая стоимость оборудования и химических реагентов. Однако эти же методы являются очень экологичными и эффективными, так как образующиеся в результате их мономеры (терефталевая кислота и этиленгликоль) легче и дешевле превратить в первичный полиэтилентерефталат.

6. Современные исследования, проводимые с бактерией *Ideonella sakaiensis* и ее ферментами, позволяют прогнозировать появление в ближайшем будущем нового метода переработки ПЭТ – биохимического. Важно подчеркнуть экологичность и возможную дешевизну этого метода, т. к. образующиеся при этом вышеуказанные мономеры можно использовать в синтезе первичного ПЭТ.

#### **Список цитированных источников**

1. Общая характеристика отходов полиэтилентерефталата [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.waste.ru>. – Дата доступа: 10.03.2019.

2. Полиэтилентерефталат: новые направления рециклинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mkgtu.ru>. – Дата доступа: 13.03.2019.

3. Экологические аспекты переработки отходов полиэтилентерефталата [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru>. – Дата доступа: 13.03.2019.

4. Промышленная экология. Анализ состояния окружающей среды АО «Европласт» – Проект завода по производству преформ – заготовок для ПЭТ бутылок, изготавливаемых из полимера (полиэтилентерефталата) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://vuzlit.ru>. – Дата доступа: 13.03.2019.

5. Вторичная переработка ПЭТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e-plastic.ru>. – Дата доступа : 14.03.2019.

6. A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://science.sciencemag.org>. – Дата доступа: 14.03.2019.

7. Characterization and engineering of a plastic-degrading aromatic polyesterase [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.pnas.org>. – Дата доступа: 14.03.2019.

УДК 631.412

## **СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ**

**Михальчук О. В., Дашкевич М. М.\***

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, o.mikhalchuk@tut.by  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

\*Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси» г. Брест, Республика Беларусь, info@paei.by

*The content of mobile forms of some heavy metals in sod-podzolic soils of Western Belarus was defined. It is shown that the content of lead (4.56 mg/kg) and copper (0.93 mg/kg) in natural (native) soils exceeds an average background level for the soils of Belarus.*

Среди огромного количества веществ, загрязняющих почвенный покров, тяжелые металлы (ТМ) относятся к группе наиболее опасных. Они поступают в окружающую среду с выбросами промышленных, энергетических предприятий, авто- и железнодорожного транспорта, а в почвы сельскохозяйственных угодий – дополнительно со средствами химизации. Токсиканты достаточно быстро накапливаются в почвах и очень медленно из них выводятся. Поэтому в отличие от воды и воздуха, которые являются, прежде всего, миграционными средами, почва представляет собой довольно устойчивый и объективный индикатор техногенного загрязнения окружающей среды, четко отражающий особенности их пространственного распределения.

В исследованиях наиболее распространенным методом нормирования уровней накопления ТМ в почвах является санитарно-гигиенический подход, который основывается на использовании показателей предельно-допустимых концентраций (ПДК) [1]. Однако такой подход не позволяет выявить удельный



вес антропогенного фактора в современном содержании ТМ в почвах ландшафтов, подвергающихся техногенным воздействиям. В связи с этим для контроля и оценки загрязнения почв ТМ используют также показатели их содержания в условно чистых, фоновых почвах [2]. Выявление фоновых концентраций ТМ в почвах запада Беларуси важно также в связи с особым географическим положением территории: она находится под влиянием трансграничного переноса загрязняющих веществ с индустриально развитых регионов Европы. Рассматриваемый субрегион Беларуси отличается развитой транспортной инфраструктурой, интенсивными формами ведения сельскохозяйственного производства, сравнительно высоким промышленным потенциалом. Все эти факторы, взятые в совокупности, обуславливают актуальные и потенциальные риски загрязнения почв ТМ.

Наиболее часто о фоновом содержании химических веществ судят по составу почв фоновых территорий, удаленных от локальных источников загрязнения на 50–100 км [3]. Кроме того, в качестве фонового уровня используется региональный средний уровень, а при его отсутствии – кларк или среднемировое содержание данного элемента в почве [4].

В биокосных системах, таких как почва, в биогеохимических процессах участвуют преимущественно подвижные формы химических элементов, которые и необходимо исследовать в первую очередь. Подвижные формы ТМ изучали в фоновых дерново-подзолистых песчаных почвах, в почвах-аналогах сельскохозяйственных угодий, почвах Национального парка «Беловежская пуща», а также в почвах, подвергающихся влиянию выбросов автотранспорта. Содержание подвижных форм ТМ определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS в лаборатории биохимии ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси». На основе полученных данных рассчитывали также формулу геохимической специализации элементов как отношение среднего содержания элемента к его среднему региональному содержанию. Результаты проведенных исследований отражены в таблице.

**Таблица – Содержание подвижных форм ТМ в почвах фоновых ландшафтов и сельскохозяйственных угодий**

Почва	Содержание элемента, мг/кг								
	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Ni	Co	Cr	
Среднее фоновое содержание для почв Беларуси [5]	5,40	0,30	51,90	1,20	0,10	0,30			
Дерново-подзолистые песчаные почвы	1*	3,07	0,93	39,00	4,56	0,02		0,08	0,77
	2	2,35	0,59		3,31	0,07	0,22	0,19	0,56
	3	8,03	1,33	248,80	4,23	0,08	0,34	0,70	
	4	4,44	1,25	40,61	9,67	0,13	0,63	0,31	1,05
ПДК/ОДК [6]	23,0	3,0	400	6,0		4,0		6,0	

Примечание: \* 1 – субрегиональный природный фон для почв запада Беларуси, 2 – субрегиональный фон для пахотных почв, 3 – природный фон в ареале НП «Беловежская пуща», 4 – пахотные почвы в зоне влияния а/м М-1/Е30.

Установлено, что в природных (нативных) почвах запада Беларуси в концентрациях выше фонового уровня для почв Беларуси накапливаются

подвижные формы меди и свинца. Наиболее высокие уровни накопления ТМ зафиксированы в почвах сельскохозяйственных угодий, испытывающих влияние автомагистрали М-1/Е-30 Брест-Москва с интенсивным движением. Особенно заметным является накопление свинца, которое составляет 9,67 мг/кг или 1,6 ПДК. В подобных почвах, в сравнении с фоновыми, отмечены также более высокие концентрации подвижных форм кадмия, никеля, хрома, меди. В целом формула геохимической специализации элементов для пахотных дерново-подзолистых песчаных почв юго-запада Беларуси имеет вид:  $Pb_{2,8} Cu_{2,0} Ni_{0,7} Cd_{0,7} Zn_{0,4}$ ; для аналогичных почв в зоне влияния автомагистрали М-1/Е30 –  $Pb_{8,1} Cu_{4,2} Ni_{2,1} Cd_{1,3} Zn_{0,8} Mn_{0,8}$ .

Обращает на себя внимание повышенное содержание подвижных форм ряда ТМ и микроэлементов в поверхностном горизонте почв в ареале НП «Беловежская пуща» (южная и юго-западная его части и прилегающие территории). Так, содержание подвижного марганца, достигающее 250 мг/кг, примерно в 5 раз больше в сравнении с фоновым содержанием в почвах Беларуси и в 6,4 раза выше субрегионального фона для юго-запада республики. Вместе с тем, полученные результаты хорошо согласуются с данными, приведенными в [7] для перегнойно-аккумулятивного горизонта подзолов Беловежской пущи. Сравнительно большое содержание марганца, сопоставимое с его накоплением в ДЗК почвах, отличающихся наличием мощных геохимических барьеров, обусловлено, прежде всего, его биологическим аккумулярованием в условиях очень длительного взаимодействия лесной растительности с почвой, столь свойственного массиву коренных лесов Беловежской пущи. Это обстоятельство, по видимому, является определяющим и в отношении содержания других элементов, прежде всего цинка, превышающего 8,0 мг/кг, – максимальное значение среди всех сравниваемых почв. Необходимо также учитывать, что данная территория находится под влиянием трансграничного переноса загрязняющих веществ; ТМ антропогенного происхождения чаще всего попадают в почву из воздуха в виде твердых и (или) жидких осадков. Лесные массивы с их развитой контактирующей поверхностью особенно интенсивно задерживают ТМ, в результате чего повышается их содержание и в почвенном покрове. Кроме того, среди почвообразующих пород в ареале Беловежской пущи чаще отмечаются супесчаные отложения и суглинки, отличающиеся в сравнении с типично полесскими песчаными отложениями более высоким содержанием большинства элементов, что также оказывает влияние на их накопление в почвах. Перечисленные факторы обусловили следующий ряд в формуле геохимической специализации элементов:  $Mn_{4,8} Cu_{4,4} Pb_{3,5} Zn_{1,5} Ni_{1,1} Cd_{0,8}$ .

В этой связи представляется не вполне корректным использовать показатели накопления ТМ в почвах под коренными массивами лесов, в том числе относящихся к заповедному фонду, в качестве фоновых. Кроме того, должен быть усилен контроль качества некоторых видов продукции побочного лесопользования, получаемой как в зонах загрязнения, так и на условно «чистых» территориях; в первую очередь это касается грибной продукции.

Таким образом, в дерново-подзолистых песчаных почвах запада Беларуси в концентрациях выше фонового уровня для почв Беларуси накапливаются подвижные формы меди и свинца. Максимальные уровни содержания ТМ характерны для почв, находящихся в зоне воздействия автомагистрали М-1/Е-30 Брест-Москва. Повышенное содержание подвижных форм большинства исследованных ТМ (особенно марганца, меди и свинца) наблюдается в южном и

юго-западном секторах НП «Беловежская пуца», что ограничивает возможности использования соответствующих показателей в качестве фоновых при проведении сравнительных оценок. Полученные данные важны при решении задач геохимического мониторинга и определении агроэкологических рисков, связанных с загрязнением почв ТМ.

#### **Список цитированных источников**

1. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас. Х. Пендиас. – М. : Мир, 1989. – 439 с.
2. Ильин, В.Б. Фоновое количество тяжелых металлов в почвах юга Западной Сибири / В.Б. Ильин, А.И. Сысо, Н.Л. Байдина, Г.А. Конарбаева, А.С. Черевко // Почвоведение. – 2003. – № 5. – С. 550–556.
3. Химическое загрязнение почв и их охрана. Словарь-справочник. – М. : Агропромиздат, 1991. – 303 с.
4. Петухова, Н.Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Докл. АН Беларуси. – 1992. – Т. 36. – № 5. – С. 461–465.
5. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2010 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск : Минскпроект, 2011. – 398 с.
6. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве»
7. Ничипорович, Д.В. Динамика некоторых химических свойств почв в сосновых и еловом лесах / Д.В. Ничипорович // Беловежская пуца. Исследования. – Минск : Ураджай, 1968. – Вып. 2. – С. 57–68.

УДК 504.4.054 (476)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТИ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**Можвило Т. И.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, t-mozhvilo@yandex.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article proposes criteria to choose a location for stations to monitor surface water. It also analyzes a relationship between hydro-chemical and hydro-biological indicators of water quality.*

**Введение.** Целью 6 Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года является обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех. Одним из критериев достижения цели является доля поверхностных водных объектов, которым присвоен «хороший» и выше экологический статус.

В Республике Беларусь экологический статус присваивается поверхностным водным объектам, которые являются пунктами наблюдений мониторинга поверхностных вод. В настоящее время мониторингом поверхностных вод

охвачено только 20,8 % крупных поверхностных водных объектов, находящихся на территории Брестской области, что недостаточно для объективной оценки качества поверхностных вод. Также пункты мониторинга распределены неравномерно. В республике четко не определены принципы формирования сети пунктов наблюдений мониторинга поверхностных вод.

Целью настоящей работы является оптимизация пунктов наблюдения сети мониторинга поверхностных вод на территории Брестской области для получения объективных сведений о состоянии поверхностных водных объектов, а также оценка взаимосвязи гидрохимических и гидробиологических показателей.

**Исходные данные и методика исследований.** В работе использованы материалы Государственного водного кадастра Республики Беларусь, Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь за период 2010-2017 гг.

Для выработки принципов формирования сети пунктов наблюдений мониторинга поверхностных вод изучен международный опыт, данные мониторинга поверхностных вод, сведения о точечных и рассредоточенных источниках загрязнения. Для оценки взаимосвязи гидрохимических и гидробиологических показателей проводилось сопоставление данных Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь с выделением зависимостей. Исследования осуществлялись с применением методов системного и пространственного анализа, а также с использованием баз данных.

**Результаты исследований.** В настоящее время на территории Брестской области организовано 46 пунктов мониторинга поверхностных вод (17 пунктов мониторинга на 11 водоемах, 29 пунктов – на 16 водотоках). Распределение пунктов наблюдений по бассейнам рек следующее: в бассейне реки Западный Буг – 4 пункта на 2 водоемах, 15 пунктов на 7 водотоках (41,3 % от общего количества); в бассейне реки Неман – 4 пункта наблюдений на 2 водоемах (8,7 % от общего количества); в бассейне реки Припять: 9 пунктов на 7 водоемах, 14 пунктов на 9 водотоках (50,0 % от общего количества).

Сеть мониторинга поверхностных включает в себя фоновые, национальные и трансграничные пункты наблюдений. В различных государствах разработаны критерии выбора места для размещения пунктов наблюдения сети мониторинга.

С учетом международного опыта, применимого для Республики Беларусь, а также специфических особенностей рельефа, видов поверхностных водных объектов, основных видов хозяйственной деятельности предлагаются следующие критерии для выбора пунктов мониторинга поверхностных вод:

- в районах расположения городов, где сточных воды сбрасываются в поверхностные водные объекты;
- в районах наибольшего антропогенного влияния на поверхностные водные объекты;
- поверхностные водные объекты, экологический статус которых определяется как «удовлетворительный» и ниже (согласно планам управления бассейнами рек);
- на поверхностных водных объектах, не подверженных прямому антропогенному воздействию, в том числе на водоемах и водотоках, расположенных на территории особо охраняемых природных территорий (для изучения природных процессов и определения фонового состояния воды водоемов и водотоков);

– на поверхностных водных объектах, на которых мониторинг должен проводиться в рамках выполнения международных обязательств Республики Беларусь.

С учетом предложенных критериев в Брестской области необходима организация пунктов мониторинга поверхностных вод в районе расположения городов Барановичи, Ивацевичи, Ляховичи, Пружаны, так как в настоящее время наблюдения за качеством вод водотоков-приемников сточных вод осуществляется только в рамках локального мониторинга и аналитического (лабораторного) контроля.

Более 1/5 от общей площади Брестской области составляют мелиорированные земли. Такие крупные водоемы, как озера Вульковское, Мотольское, Споровское, Луковское, Любань являются приемниками мелиоративных вод. При этом на этих водных объектах не проводятся регулярные наблюдения за качеством вод, что не позволяет давать объективную оценку влияния мелиоративных вод на состояние водных объектов.

В соответствии с ТКП 17.13-21-2015 показателями, используемыми при определении «отличного» экологического состояния (статуса), являются гидробиологические, гидрохимические и гидроморфологические показатели. Показателями, используемыми при определении «хорошего» и «удовлетворительного» экологического состояния (статуса), являются гидробиологические и гидрохимические показатели. Показателями, используемыми при определении «плохого» и «очень плохого» состояния (статуса), являются гидробиологические показатели.

Таким образом, основными показателями, используемыми для определения экологического состояния поверхностных водных объектов, являются гидробиологические. Вместе с тем, наиболее часто при оценке состояния поверхностного водного объекта оперируют гидрохимическими показателями. Следовательно, необходимо определение пороговых значений загрязняющих веществ, которые будут оптимальными для развития водных экосистем.

Анализ содержания металлов в поверхностных водах показывает, что содержание металлов является стабильным. Практически для всех поверхностных водных объектов области характерно повышенное содержание железа общего и марганца, что обусловлено природными факторами. Также стабильным, ниже показателей качества воды поверхностных водных объектов является содержание в воде СПАВ анион. и нефтепродуктов. Таким образом, при определении пороговых значений концентраций загрязняющих веществ данные показатели не рассматривались.

Значения показателей качества воды для хорошего статуса водоемов на территории Брестской области для бассейнов рек Припять и Неман по гидробиологическим показателям следующее: растворенный кислород 7,31-11,10 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> при минимальном значении 5,91 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; водородный показатель 7,51-8,24 ед. рН при минимальном значении 5,1 ед. рН и максимальном значении 8,5 ед. рН; БПК<sub>5</sub> 1,3-4,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 6,3 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; ХПК<sub>Cr</sub> 12,6-67,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 77,8 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; аммоний-ион (по азоту) 0,04-0,41 мгN/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 0,63 мгN/дм<sup>3</sup>; нитрит-ион (по азоту) н.о.-0,021 мгN/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 0,032 мгN/дм<sup>3</sup>; нитрат-ион (по азоту) н.о.-1,03 мгN/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 1,90 мгN/дм<sup>3</sup>; азот по Кьельдалю 0,66-2,11 мг/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 2,31 мг/дм<sup>3</sup>; фосфат-ион (по фосфору) н.о.-0,035 мгP/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 0,290 мгP/дм<sup>3</sup>; фосфор общий н.о.-0,165 мг/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 0,327 мг/дм<sup>3</sup>.

**Заключение.** Предложены критерии для выбора пунктов мониторинга поверхностных вод, а также места размещения дополнительных пунктов наблюдений. Оптимизация пунктов мониторинга поверхностных вод позволит охватить мониторингом 27,7 % крупных поверхностных водных объектов Брестской области. Определены пороговые значения показателей качества воды водоемов с хорошим гидробиологическим статусом.

#### **Список цитированных источников**

1. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2015. – Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, 2016.

2. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2016. – Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, 2017.

3. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2017. – Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, 2018.

4. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016 год) – Минск, 2017.

УДК 631.811

## **ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Остапук О. Н.**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, alikhachova@mail.ru  
Научный руководитель – Лихачева А. В., к.т.н., доцент

*The article shows that sewage sludge (scop) formed during the production of paper can be processed by composting with the use of intensifying preparations. The quality of the compost was determined by physicochemical and biological methods.*

В Республике Беларусь насчитывается свыше десятка предприятий по производству различных видов картона и бумаги. Образование осадка сточных вод в процессе производства данной продукции является значительной проблемой, т. к. из-за особенностей физического состояния он не подлежит захоронению.

На сегодняшний день картонно-бумажные производства все больше ориентируются на использование в технологическом процессе вторичного сырья.

На ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин» в процессе формования бумажной массы и промывки технологического оборудования образуется сток с высоким содержанием взвешенных веществ (мелкая фракция макулатурного волокна). При механической очистке этих сточных вод на радиальных отстойниках образуется большое количество осадка – скопа.

Скоп (осадок сточных вод) – масса, состоящая из целлюлозных волокон, глины, различных органических и неорганических примесей. Состав скопа

определяется видом производимых бумаги и картона, он может меняться в зависимости от композиции бумажной массы.

Образующийся на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин» скоп, в соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, имеет код 1841000 и относится к веществам 4 класса опасности.

Данный отход можно вернуть в основной цикл производства, на стадию приготовления макулатурной массы, но недостатком данного мероприятия будет являться то, что в составе скопа содержится большое количество мелкого волокна, обрывков волокон, которые обладают большой водоудерживающей способностью. В результате этого скоп имеет высокую степень помола (до 80°ШР) и отличается исключительно плохой обезвоживаемостью. Вследствие этого, добавление скопа в композицию бумаги и картона вызывает ряд затруднений: замедление водоотдачи бумажной массы; снижение прочности бумажного листа во влажном состоянии; увеличение расхода пара в сушильной части и снижение производительности бумагоделательных машин.

По этим причинам некоторые предприятия уже отделенное волокно сбрасывают на очистные сооружения, существенно увеличивая общее количество отходов. Поэтому для того чтобы снизить накопление скопа, а соответственно и воздействие на окружающую среду, необходимо предусматривать технологии его переработки.

На основании информации, приведенной в научно-технической литературе, установлено, что существуют следующие способы обращения с осадками сточных вод целлюлозно-бумажного производства, реализованные на практике:

- Термическая переработка осадков сточных вод (сжигание и пиролиз).
- Получение поризованных керамических блоков (в качестве выгорающей добавки).
- Использование в композиции древесноволокнистых плит.
- Использование в производстве строительных материалов, как компонента бетонных смесей.
- Компостирование осадков сточных вод.

После сравнения характеристики скопа с нормативными показателями сделан вывод о том, что осадок сточных вод, полученный при производстве картонно-бумажной продукции на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», можно использовать для процесса компостирования, а также для рекультивации земель (карьеров), при смешении с минеральными компонентами, например строительными отходами. Небольшое количество азота и фосфора в скопе требует внесения азотных и фосфорных удобрений для корректировки содержания азота и фосфора, при использовании скопа в качестве органических удобрений, а также для приготовления компостов.

Однако компостирование скопа затрудняется тем, что он содержит значительное количество волокнистых материалов, которые достаточно трудно разлагаются. По этой же причине скоп нельзя рекомендовать сразу использовать в качестве органического удобрения.

В лабораторных условиях проводились исследования процесса биокомпостирования осадков сточных вод ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин». При проведении биокомпостирования скопа для интенсификации процесса использовали биоактиваторы разных производителей (бинарный биопрепарат «Горыныч», ускоритель созревания компоста «Компостин», средства для выгребных ям и септиков «Доктор Робик» и «Microbes», биоактиватор компостирования «Eхреl» и «Компостелло», биопрепарат «Экомик Дачный»).

Исследования проводили в лабораторных условиях, применяя технологическое моделирование, позволявшее воспроизвести процесс биокомпостирования скопа с соблюдением оптимальных технологических параметров.

Полученные компосты были проанализированы по основным показателям, позволяющим определить область их последующего использования, а также была определена их фитотоксичность.

Сделан вывод о том, что наилучшими биоактиваторами являются биопрепарат «Экомик Дачный», бинарный биопрепарат «Горыныч», средство для выгребных ям и септиков «Доктор Робик», биоактиватор компостирования «Компостелло». Однако полученные компосты не рекомендуется использовать для выращивания злаковых и зонтичных культур.

УДК 504.54

## ЛЕСИСТОСТЬ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕЛАРУСИ

**Пахунова И. Н.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, alsokol@tut.by  
Научный руководитель – Соколов А. С., ст. преподаватель

*The article discusses forest cover of regional geosystems, as well as landscape classification units of Belarus. Maximum forest cover is characteristic of water-glacial landscapes with lakes, alluvial-terraced and secondary water-glacial landscapes.*

Выявление ландшафтных закономерностей распространения и экологического состояния геосистем позволяет оптимизировать процесс создания ООПТ, выявить наиболее трансформированные ландшафты, экосистемы в пределах которых нуждаются в особой охране с целью сохранения ландшафтного и экологического разнообразия.

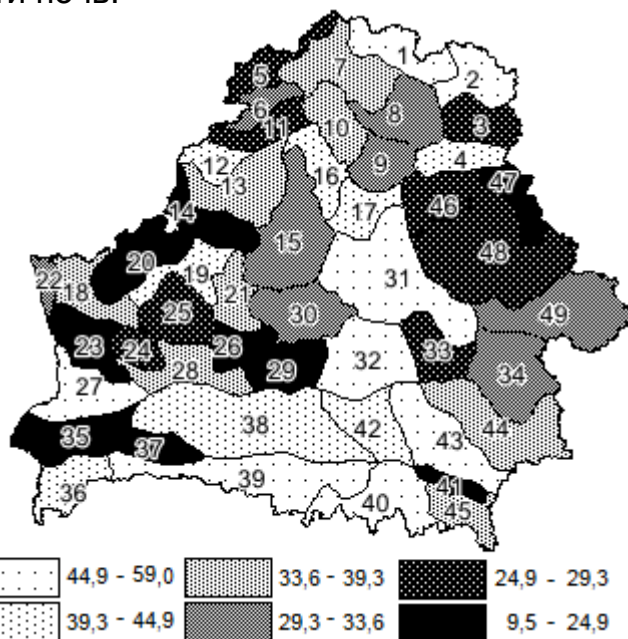
Целью исследования было определить сохранность лесов (зональных экосистем) в пределах типологических (виды, подроды и роды ландшафтов) и индивидуальных (физико-географические районы) природно-территориальных комплексов Беларуси. Данный показатель отражает экологическое состояние ПТК и позволяет выявить связи между природными характеристиками ПТК и уровнем его антропогенной трансформации [1, 2].

Основным методом исследования являлся метод ГИС-моделирования и картографирования. Источниками данных являлись оцифрованная ландшафтная карта Беларуси [3], схема физико-географического районирования Беларуси [4] и векторный слой лесов Беларуси из проекта OpenStreetMap. Лесистость рассчитана с помощью оверлейных операций в ГИС MapInfo.

Составленная нами карта лесистости физико-географических районов Беларуси приведена на рисунке 1. Из рисунка видно, что максимальное значение показателя (то есть наименее нарушенное экологическое состояние) характерно для центральных районов – Центральноберезинской и Бобруйской равнин (Предполесская провинция, округ Восточное Предполесье), а также районов на крайнем севере (Нещердо-Городокская возвышенность и Суражская низина) и юге (Василевичская низина, Среднеприпятская низина, Мозырско-Лельчицкая равнина) Беларуси. Минимальной лесистостью (леса занимают менее 1/3 территории) выделяются территории на востоке – Оршанская



возвышенность, Горецко-Мстиславская возвышенность, Оршано-Могилёвская равнина (Восточно-Белорусская провинция с распространением лёссов и лёссовидных отложений) и в западной части – Ошмянская возвышенность, Лидская равнина, Волковысская возвышенность, Слуцкая равнина (округ Западной Предполесье Предполесской провинции, Юго-Западный округ Белорусской гряды и округ Понеманье Западно-Белорусской провинции, а также Высоковская равнина и равнина Загородье округа Брестское Полесье провинции Белорусское Полесье. Именно эти ПТК характеризуются максимальным значением общего балла кадастровой оценки сельскохозяйственных земель и балла продуктивности почв.



- 1 — Нещердо-Городокская возвышенность, 2 — Суражская низина, 3 — Витебская возвышенность, 4 — Лучоская низина, 5 — Освейско-Браславские гряды, 6 — Дисненская низина, 7 — Полоцкая низина, 8 — Шумилинская равнина, 9 — Чашникская равнина, 10 — Ушачско-Лепельская возвышенность, 11 — Святянские гряды, 12 — Нарочанская низина, 13 — Вилейская равнина, 14 — Ошмянская возвышенность, 15 — Минская возвышенность, 16 — Верхнеберезинская низина, 17 — Борисовская возвышенная равнина, 18 — Средненеманская низина, 19 — Верхненеманская низина, 20 — Лидская равнина, 21 — Столбцовская равнина, 22 — Гродненская возвышенность, 23 — Волковысская возвышенность, 24 — Слонимская возвышенная равнина, 25 — Новогрудская возвышенность, 26 — Копыльская гряда, 27 — Пружанская равнина, 28 — Барановичская равнина, 29 — Слуцкая равнина, 30 — Пуховичская равнина, 31 — Центральноберезинская равнина, 32 — Бобруйская равнина, 33 — Аловская равнина, 34 — Чечерская равнина, 35 — Высоковская равнина, 36 — Малоритская равнина, 37 — равнина Заболотье, 38 — Ясельдинско-Случская низина, 39 — Среднеприпятская низина, 40 — Мозырско-Лельчицкая равнина, 41 — Хойникско-Брагинская возвышенная равнина, 42 — Копаткевичская равнина, 43 — Василевичская низина, 44 — Речицко-Сожская низина, 45 — Комаринская низина, 46 — Оршанская возвышенность, 47 — Горецко-Мстиславская возвышенность, 48 — Оршано-Могилёвская равнина, 49 — Костюковичская равнина

**Рисунок 1 – Лесистость физико-географических районов Беларуси, %**

Анализ лесистости природно-территориальных комплексов, иерархического уровня рода ландшафтов (таблица 1) показал наличие связи между природными характеристиками, которые легли в основу выделения данных классификационных единиц, и экологическим состоянием ландшафтов. Так, максимальной лесистостью выделяются роды аллювиально-террасированных, вторичных водно-ледниковых, озёрно-аллювиальных, камово-моренно-эрозионных ландшафтов.

**Таблица 1 – Лесистость территории Беларуси по родам ландшафтов**

Род ландшафтов	% лесов	Род ландшафтов	% лесов
Аллювиально-террасированные	48,7	Озёрно-аллювиальные	44,7
Вторичные водно-ледниковые	48,1	Водно-ледниковые с озёрами	53,1
Моренно-зандровые	34,6	Камово-моренно-эрозионные	44,1
Вторично-моренные	22,7	Озёрно-ледниковые	41,3
Ландшафты речных долин	33,0	Камово-моренно-озёрные	31,0
Пойменные	21,3	Моренно-озёрные	22,2
Болотные	40,7	Холмисто-моренно-озёрные	23,1
Холмисто-моренно-эрозионные	22,8	Лёссовые	10,1

Наиболее низким значением лесистости характеризуются лёссовые, а также вторично-моренные и холмисто-моренно-эрозионные ландшафты.

Таким образом, обнаружен ряд закономерностей в распределении лесов по территории Беларуси. Выявлено, что минимальной лесистостью характеризуются: из индивидуальных комплексов – возвышенности и равнины Восточно-Белорусской провинции и западной части Западно-Белорусской провинции; из типологических комплексов – роды лёссовых, холмисто-моренно-эрозионных и вторично-моренных ландшафтов. Результаты исследований могут быть использованы для планирования оптимизации природопользования и охраны природы, совершенствовании сети особо охраняемых природных территорий, повышения в ней доли ландшафтов с наиболее напряжённой экологической ситуацией.

#### **Список цитированных источников**

1. Аитов, И. С. Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартковского региона): автореф. дис. ... канд. геогр. наук / И.С. Аитов; Нижнев. гос. гуман. ун-т; 250036. — Барнаул, 2006. — 18 с.
2. Соколов, А.С. Ландшафтные особенности антропогенной трансформации природной среды Брестской области / А.С. Соколов // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. — № 1–2. — 2017. — С. 80–84.
3. Ландшафтная карта Белорусской ССР / под ред. А.Г. Исаченко. — М.: ГУГК, 1984.
4. Марцинкевич, Г.И. Физико-географическое районирование Беларуси в Европейской десятичной системе районирования / Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицунова, О.Ф. Якушко // Вестник БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. — 2001. — № 1. — С. 85–90.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ И РАЙОНИРОВАНИЕ ЕЁ ТЕРРИТОРИИ

Перепечаева И.В., Дедкова Н.В.

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, alsokol@tut.by  
Научный руководитель – А.С. Соколов, ст. преподаватель

*The article estimates geo-ecological conditions of the administrative districts of Brest region using integration of different quality indicators. Five groups of districts with different levels of environmental disturbance are identified.*

Целью исследования является оценка и картографирование экологического состояния районов Брестской области на основе интеграции разнокачественных показателей структуры землепользования и хозяйственного воздействия на природную среду. Оценка экологического состояния административных районов основывалась на расчёте частных показателей, которые затем были интегрированы в общий показатель экологического состояния районов по схеме на рисунке 1.



$K_0$  – коэффициент относительной напряжённости эколого-хозяйственного баланса;  $K_A$  – коэффициент абсолютной напряжённости эколого-хозяйственного баланса;  $K_{E3}$  – коэффициент естественной защищённости;  $K_{Г}$  – геоэкологический коэффициент; В – выбросы от стационарных источников; И – изъятие воды; С – сброс сточных вод; О – образование отходов производства

**Рисунок 1 – Схема интеграции геоэкологических показателей и оценки состояния природной среды административных районов**

На первом этапе определялись два блока натуральных показателей. Для первого блока – показатели хозяйственного воздействия – данные брались из статистического сборника [1], для второго – показатели степени экологического неблагополучия структуры землепользования – на основе данных земельного кадастра [2]. На втором этапе показатели для каждого блока интегрируются в единый интегральный показатель. Для этого все натуральные показатели нормируются по методу линейного масштабирования, то есть к каждому из них применяется такое преобразование, в результате которого все они бу-

дут измеряться в 10-балльной (безразмерной) шкале (результаты нормирования показателей представлены в таблице 1).

На третьем этапе оба интегральных показателя суммируются с получением общего показателя экологического состояния района.

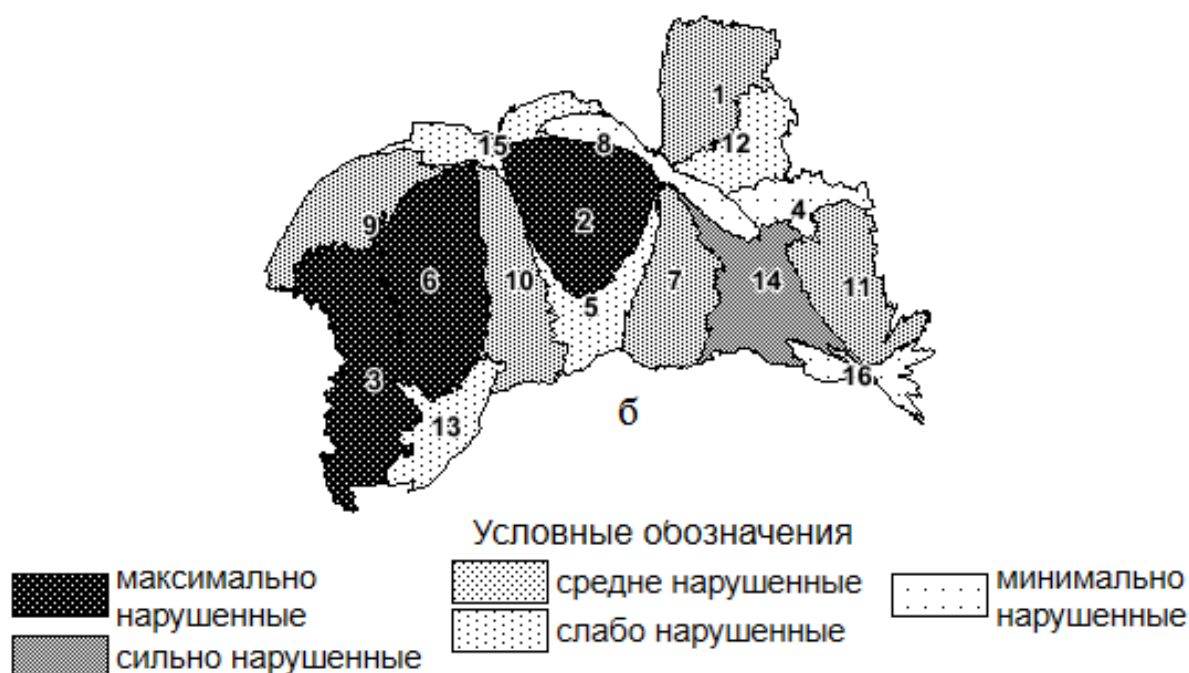
**Таблица 1 – Нормированные показатели геоэкологического состояния районов Брестской области**

Район	Хозяйственное воздействие на природную среду					Характеристики структуры землепользования					Общ
	В*	И	С	О	Σ	К <sub>А</sub>	К <sub>О</sub>	К <sub>Г</sub>	К <sub>ЕЗ</sub>	Σ	
1.Барановичский	7,2	3,7	4,0	1,0	15,9	1,6	4,1	6,6	4,5	16,8	32,7
2.Берёзовский	7,9	10,0	10,0	0,7	28,6	1,1	4,0	8,0	6,1	19,2	47,8
3.Брестский	10,0	6,9	7,8	10,0	34,7	3,3	3,0	5,7	6,8	18,8	53,5
4.Ганцевичский	0,4	6,4	3,5	0,2	10,5	0,6	0,3	0,0	1,9	2,8	13,3
5.Дрогичинский	0,9	0,3	0,4	0,1	1,7	0,5	3,8	7,8	6,8	18,9	20,6
6.Жабинковский	7,0	0,8	1,1	0,5	9,4	10,0	10,0	10,0	10,0	40,0	49,4
7.Ивановский	5,1	0,5	0,7	0,3	6,6	3,5	5,4	7,2	8,4	24,5	31,1
8.Ивацевичский	3,8	0,9	0,9	3,5	9,1	0,5	0,6	1,3	1,9	4,3	13,4
9.Каменецкий	10,0	0,3	0,5	0,0	10,8	0,3	5,6	7,2	4,5	17,6	28,4
10.Кобринский	6,0	0,8	0,9	0,2	7,9	4,3	4,6	7,6	8,1	24,6	32,5
11.Лунинецкий	5,5	8,2	9,9	0,1	23,7	0,7	1,2	2,8	3,9	8,6	32,3
12.Ляховичский	4,3	0,0	0,1	0,2	4,6	2,1	3,2	4,7	4,5	14,5	19,1
13.Малоритский	0,0	1,2	2,2	0,1	3,5	5,3	2,1	1,7	6,5	15,6	19,1
14.Пинский	8,7	4,6	4,5	2,4	20,2	1,5	2,0	6,6	5,5	15,6	35,8
15.Пружанский	6,4	0,5	0,5	0,1	7,5	0,4	2,6	2,9	3,5	9,4	16,9
16.Столинский	4,7	0,3	0,0	0,1	5,1	0,0	0,0	4,8	0,0	4,8	9,9

Примечание: \* – расшифровка обозначений указана на рисунке 1

Общий показатель экологического состояния районов изменяется в широких пределах. По его значению выделено по 5 групп районов (рисунок 2). В худшем геоэкологическом состоянии находятся Брестский, Жабинковский и Берёзовский районы, минимально нарушенной природной средой отличаются Ганцевичский и Ивацевичский районы в Брестской области.

Для каждой группы районов были рассчитаны суммарные показатели численности населения, хозяйственной нагрузки (отдельно удельные показатели на км<sup>2</sup> площади и доли значений показателей для группы районов в суммарном значении показателей для области) и землепользования (таблица 2). Группа максимально нарушенных районов, занимая 11,2 % площади области, концентрирует от четверти до половины всех валовых значений нагрузки – населения, выбросов, сбросов, отходов и др.



**Рисунок 2 – Карта-анаморфоза общего показателя экологического состояния районов (номера районов соответствуют номерам в таблице 1)**

**Таблица 2 – Геоэкологические характеристики выделенных групп районов**

Группы	Площадь	Население		Выбросы		Изъятие вод		Сбросы		Образование отходов		K <sub>О</sub>	K <sub>А</sub>	K <sub>ЕЗ</sub>	K <sub>Г</sub>
	%	чел./км <sup>2</sup>	%	т/км <sup>2</sup>	%	тыс. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	%	тыс. м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup>	%	т/км <sup>2</sup>	%				
1*	11,2	131,1	34,4	3,7	26,5	26,1	36,2	23,8	39,9	228,7	56,0	1,47	1,07	0,46	0,92
2	10,0	56,8	13,3	1,4	9,2	7,7	9,6	6,4	9,6	56,5	12,4	0,63	0,68	0,51	1,01
3	31,2	43,0	31,5	1,9	37,1	7,7	29,8	7,2	34,0	13,3	9,1	0,82	0,95	0,50	0,09
4	22,8	18,1	9,7	1,1	15,3	2,6	7,3	2,0	7,0	6,5	3,2	0,69	0,81	0,52	1,29
5	20,2	18,1	8,6	0,7	11,8	5,6	17,1	2,6	9,6	35,8	19,4	0,28	0,59	0,58	1,45

Примечание: \* – 1 – максимально нарушенные; 2 – сильно нарушенные; 3 – средне нарушенные; 4 – слабо нарушенные; 5 – минимально нарушенные

Эти же районы характеризуются и существенным эколого-хозяйственным дисбалансом (K<sub>О</sub> и K<sub>А</sub> заметно больше 1). Отношение доли в площади к доле в населении закономерно изменяется от 0,33 в максимально нарушенных районах до 0,99 в средне нарушенных районах и 2,35 в минимально нарушенных районах.

#### Список использованных источников

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: стат. сборник / редкол.: И.В. Медведева (пред.) [и др.]; Нац. стат. ком. РБ. – Минск, 2018. – 227 с.
2. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2017 года) / Гос. ком. по имуществу РБ. — Минск, 2017. – 57 с.

## ОБОСНОВАНИЕ МАССОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ (CARRIER)

**Пищик А. В.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, alexander.p96@mail.ru  
Научный руководитель – Васильев С. М., к.т.н., доцент

*The article shows the advantage of the use of refrigerated containers (CARRIER) in terms of environmental safety, improving the quality of safety of transported goods and economic benefits based on a comparative analysis of the operation of refrigerated sections (cars) and refrigerated containers*

С момента обретения независимости Республикой Беларусь железная дорога является системообразующим элементом транспортного комплекса страны. Выполняемые железнодорожным транспортом грузовые перевозки характеризуются доступностью, эффективностью, стабильностью и безопасностью, необходимым качеством услуг и высокой экологичностью. При этом, учитывая выгодное географическое положение Беларуси, железнодорожная отрасль обладает достаточным потенциалом для дальнейшего развития, повышения эффективности и конкурентоспособности как внутри страны, так и далеко за ее пределами. В настоящее время существует два вида альтернативных транспортных средств, предназначенных для обеспечения сохранности продуктов: вагоны рефрижераторных секций (или рефрижераторные вагоны) и рефрижераторные контейнеры.

Рефрижераторный вагон – это специализированный вагон, предназначенный для перевозки скоропортящейся продукции по железной дороге в составе рефрижераторной секции (как правило, это 4 грузовых вагона и один вагон-дизель-электростанция).

Рефрижераторный контейнер – это специализированный стандартизированный контейнер со встроенной рефрижераторной установкой, обеспечивающий перевозку скоропортящихся товаров на железнодорожном, морском и автомобильном транспорте без перегруза перевозимой скоропортящейся продукции при переходе с одного транспорта на другой.

Следует сказать, что сегодня в странах СНГ рефрижераторные контейнеры не производятся (при этом последний рефрижераторный вагон производства Брянского машиностроительного завода (далее - БМЗ) был изготовлен в 1996 году, а с 1991 года были прекращены поставки новых вагонов-термосов производства немецкой FTD Dessau. Основным поставщиком рефрижераторных контейнеров — Китай, где собирается до 90% от всего их мирового объема.

В настоящее время перевозки в рефрижераторных контейнерах являются динамично развивающимся сектором мировых интермодальных перевозок скоропортящихся грузов, которые обеспечивают высокую сохранность транспортируемых пищевых продуктов, позволяют организовать доставку от двери до двери без перевалки и принимать к перевозке практически любые по объему партии груза (от 20 т и выше). Перевозка рефконтейнеров производится также и по территории Беларуси, в том числе в составе ускоренных контейне-

рых поездов, таких как: специализированный ускоренный поезд «Восточный ветер» (следующий по маршруту Берлин - Брест – Москва); специализированный ускоренный поезд «Казахстанский вектор» (следующий по маршруту Брест - Актобе – Арысь); специализированный ускоренный поезд «Викинг» (курсирующий по маршруту Ильичевск/Одесса - Колядичи (Минск) - Драугисте (порт Клайпеда)); специализированный ускоренный поезд «Монгольский вектор» (следующий по маршруту Брест - Наушки - Улан-Батор); "ZUBR" - контейнерный поезд (курсирующий по маршруту Таллинн/Мууга (Эстония) - Валга - Рига/Даугавпилс (Латвия) - Бигосово- Словечно (Беларусь) - Бережесть - Ильичевск/Одесса (Украина)).

Сравнительный анализ эксплуатации рефрижераторной секции 5-БМЗ и рефрижераторного контейнера (Carrier) позволил сделать следующие выводы:

- использование рефрижераторных секций приводит к большому затрату топливно-энергетических ресурсов (далее-ТЭР), а эксплуатация рефконтейнеров в свою очередь обеспечивает большую экономию ТЭР;

- в системах рефрижераторных секций и автономных рефрижераторных вагонов используется хладон R-12, относящийся к числу хлорсодержащих фреонов (на сегодняшний день выпуск, продажа и использование остановлены), а при эксплуатации рефконтейнеров – нетоксичный озонобезопасный хладагент R-409a с целью поддержания ими высоких норм охраны окружающей среды;

- система ремонта и технического обслуживания рефрижераторных секций весьма объемная и дорогостоящая, следует учитывать, что даже при условии проведения плановых видов ремонта (капитальный и деповской ремонт) происходит естественный износ и ухудшение характеристик. При эксплуатации рефрижераторных контейнеров производится высокотехнологическое техническое диагностирование и тем обеспечивается безаварийная работа;

- обслуживание рефрижераторных секций производится механиками рефрижераторных секций на протяжении всего пути следования, в то время как рефрижераторный контейнер является полностью автономным;

- при эксплуатации рефрижераторного контейнера существует возможность дистанционного диагностирования работы всех его систем в независимости от его местоположения и устранения выявленных неполадок;

- применение рефконтейнеров даёт возможность отправителю в один рефконтейнер погрузить разную номенклатуру грузов, требующих разных температурных условий (например, мороженое -26 °С и клубника 0 °С), такая перевозка обеспечивается разграничением рефконтейнера на две температурные зоны, а работу холодильного агрегата – на два различных температурных режима;

- большим преимуществом применения рефрижераторных контейнеров является отсутствие разрывов холодильной цепи, вследствие перегрузок груза с одного вида транспорта на другой или на склад;

- при перевозке рефконтейнером грузов отправитель и получатель груза не сталкиваются с возможной порчей товара, перевозка может осуществляться любым видом транспорта, а также есть возможность использования рефконтейнера как стационарный склад;

- при эксплуатации рефрижераторных секций происходят утечки хладона, а при эксплуатации рефконтейнеров обеспечивается полная герметичность;

- в процессе эксплуатации рефрижераторным секциям необходимо большое количество дозаправок, а рефконтейнеры в частой дозаправке не нуждаются.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о целесообразности массового применения в эксплуатации рефрижераторных контейнеров на Белорусской железной дороге. Это позволит:

- повысить востребованность у крупных производителей скоропортящихся товаров как на территории Республики Беларусь, так и за её пределами;
- обеспечить экологическую безопасность перевозимых грузов;
- значительно сократить затраты на ТЭР;
- снизить затраты на ремонт и техническое обслуживание.

Все это приведет к повышению экономической, экологической и социальной эффективности грузоперевозок.

#### **Список цитированных источников**

1 Лукин, В.В. Вагоны. Общий курс : учебник для вузов ж.-д. транспорта / В.В. Лукин, П.С. Анисимов. — Под ред. В.В. Лукина. — М.: Маршрут, 2004. — 424 с.

2 Carrier [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://www.carrier.com/carrier/en/by/> – Дата обращения: 28.02.2019.

УДК 536.5+ 551.524

## **ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Розумец И. Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь.

Научный руководитель – Шпока И. Н. к.г.н., доцент.

*The article deals with the main temperature changes observed at meteorological stations in Brest region. The temperature changes in the 1981-2010 period are compared with the results of generalizations in the 1881-1990 period.*

**Введение.** В последние десятилетия наблюдаются климатические изменения, как в глобальном масштабе, так и на региональном уровне. Не исключением является и Брестская область. Так, 2018 г. оказался теплым, июнь характеризовался неустойчивым температурным режимом и дефицитом осадков. На метеостанции Полесская было теплее всего 4 июля 2018 г., был обновлен максимум и составил 29,9°С (было 28,9°С в 1998 г.) [1].

Таким образом, возникает актуальность изучения изменения температуры воздуха в Брестской области.

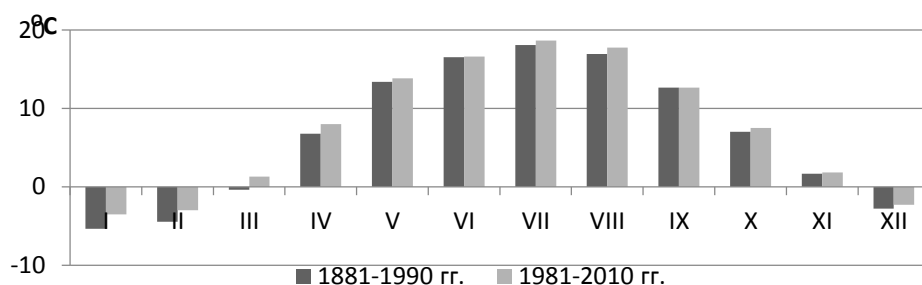
**Исходные материалы и методы исследования.** Основными исходными материалами при исследовании изменения температуры за многолетний период послужили данные по метеостанциям Брестской области за период 1881-1990 гг. и 1981-2010 гг. При написании данной работы использовалась статистическая информация ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды». Применялся описательный метод.

Обсуждение результатов.



Проведенный анализ изменения температуры воздуха за периоды 1881-1990 гг. и 1981-2010 гг. по Брестской области показал незначительный рост температуры во второй период исследования практически во все месяцы года (рисунок 1). Особенно увеличилась температура в холодное время года. Так, в январе в первый период она была  $-5,4^{\circ}\text{C}$ , во второй период  $-3,5^{\circ}\text{C}$ , в марте температура стала положительной  $-0,4$  и  $1,3$  соответственно.

Исследовались изменения температуры в холодный (октябрь-март) и теплый (апрель-сентябрь) периоды. Как показал анализ, практически во все месяцы холодного периода только на метеостанции Барановичи отмечались самые низкие температуры, в октябре – на метеостанции Высокое (таблица 1). А в теплый период на метеостанциях Пинск температуры были выше, чем на других станциях в мае, июле-сентябре и на метеостанции Брест в апреле и июне (таблица 2).



**Рисунок 1 – Временной ход средней месячной температуры воздуха за 1881-1990 гг. и 1981-2010 гг.**

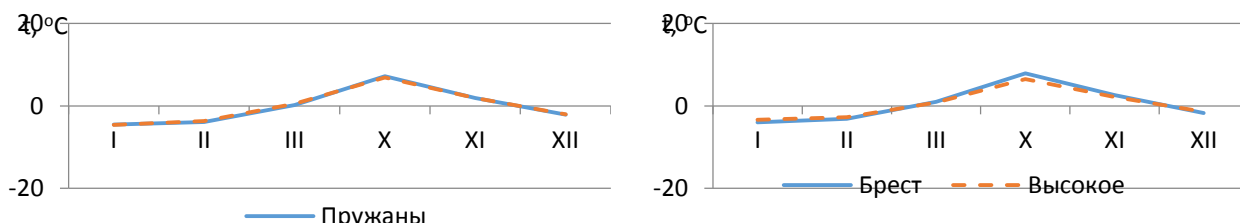
**Таблица – Хронологический ход температуры в холодный период**

Метеостанция	I	II	III	X	XI	XII
Пинск	-5,0	-4,0	0,1	7,2	1,5	-2,6
Пружаны	-4,5	-3,9	0,2	7,2	1,9	-2,2
Барановичи	-5,4	-4,9	-0,7	6,7	1,1	-3,0
Полесская	-4,9	-4,2	0,0	6,6	1,5	-2,6
Брест	-4,0	-3,2	1,0	7,9	2,6	-1,7
Ганцевичи	-5,0	-4,0	0,3	6,7	1,6	-2,4
Ивацевичи	-4,6	-3,7	0,5	6,9	1,9	-2,1
Высокое	-3,4	-2,7	0,8	6,5	2,1	-1,4

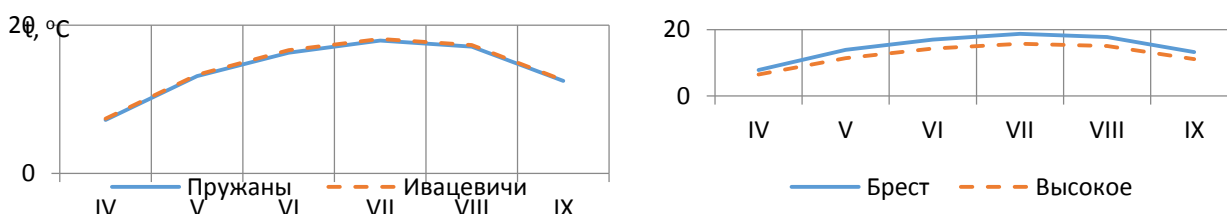
**Таблица – Хронологический ход температуры в теплый период**

Метеостанция	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Пинск	7,4	13,8	16,8	18,5	17,4	12,8
Пружаны	7,2	13,1	16,3	18,0	17,1	12,5
Барановичи	6,8	12,9	16,2	17,7	17,0	12,3
Полесская	7,4	13,1	16,3	17,7	16,7	12,0
Брест	7,8	13,9	16,9	18,7	17,7	13,2
Ганцевичи	7,2	13,1	16,4	17,9	16,9	12,1
Ивацевичи	7,4	13,3	16,6	18,1	17,3	12,6
Высокое	6,5	11,4	14,3	15,7	15,1	11,1

Метеостанции Брестской области были разбиты на 2 группы. В первую группу вошли метеостанции, которые находятся на западе (Брест, Высокое, Ивацевичи, Пружаны), во вторую – восточные (Брест, Ганцевичи, Пинск, Полесская). Проведенный анализ показал, что на метеостанциях Брест и Высокое температуры выше как в холодный, так и в теплый периоды (рисунки 2-3).

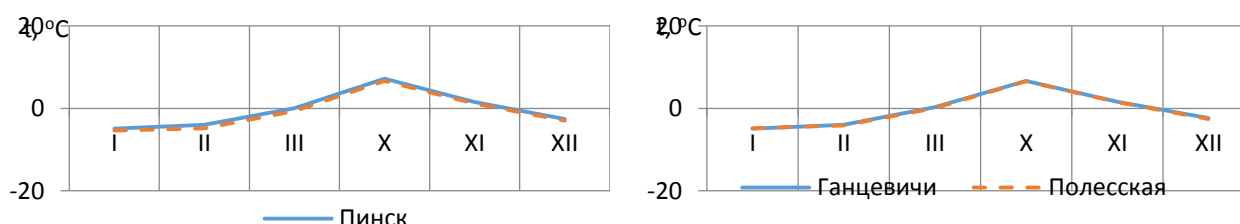


**Рисунок 2 – Хронологический ход температуры по западным станциям в холодный период**

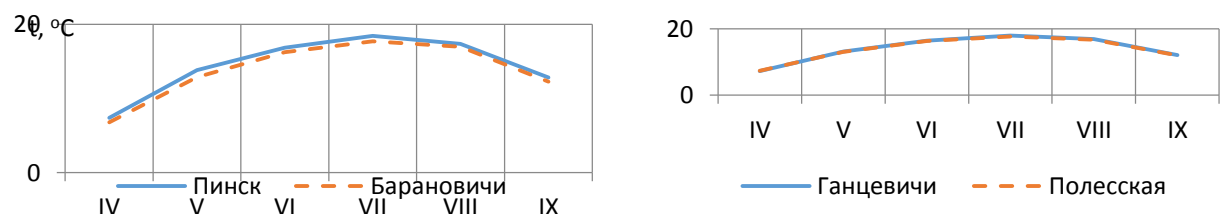


**Рисунок 3 – Хронологический ход температуры по западным станциям в теплый период**

На метеостанциях, расположенных на востоке Брестской области, на метеостанциях Пинск и Барановичи температуры выше как в холодный, так и в теплый период (рисунки 4, 5).



**Рисунок 4 – Хронологический ход температуры по восточным станциям в холодный период**



**Рисунок 5 – Хронологический ход температуры по восточным станциям в теплый период**

Как показал анализ, температуры изменяются в течение года, от сезона к сезону, а также по метеостанциям с севера на юг и с запада на восток, что требует дальнейшего изучения.

#### **Список цитированных источников**

1. В Минске побит 105-летний температурный рекорд. Из-за жары обмелели реки есть угроза судоходству [Электронный ресурс]. – Минск, 2018. – Режим доступа :<https://news.tut.by/society/595637.html>. - Дата доступа : 05.07.2018.

2. Логинов, В.Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, И.Н. Шпока. – Минск : Бел. наука, 2010. – 129 с.

УДК 597.8

### **ПИЩЕВАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ЗЕЛЕННЫХ ЛЯГУШЕК В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО ЛАНДШАФТА**

**Румянцев Р. А.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, [harnnas@mail.ru](mailto:harnnas@mail.ru)

Научный руководитель – Ячуревич О. В., к.б.н., доцент

*Spectra of feeding of aquatic amphibians of the genus Pelophylax in a reservoir with a high anthropogenic load are considered in the article. The purpose of the study is to reveal peculiarities of nutrition and trophic relationships of various species of tailless amphibians in Grodno's reservoirs with different anthropogenic load.*

Вопрос о биоценотической роли земноводных достаточно глубоко изучен многими авторами в различных аспектах. Характеристика разнообразия жертв амфибий позволяет подойти к анализу трофических связей с другими видами в биоценозе, что, безусловно, подводит к анализу экологической ниши [1, 2].

Огромное значение имеет и неприхотливость амфибий в пищевом отношении. Они в гораздо большем количестве, чем птицы, способны поедать насекомых с неприятным запахом и вкусом, беспозвоночных с яркой отпугивающей окраской [1].

Целью работы являлось изучение пищевой специализации и спектров питания зеленых лягушек в условиях урбанизированного ландшафта.

В качестве объектов исследования выбрали массовые виды земноводных – европейских водных зеленых лягушек: *Pelophylax esculentus*, *Pelophylax lessonae* и *Pelophylax ridibundus*.

Для изучения пищевых объектов зеленых лягушек использовали стандартные методы зоологических исследований, производили сбор земноводных на водоеме и исследовали содержимое желудочно-кишечного тракта.

Выборка зеленых лягушек (N=34) сделана на пруду биологической очистки по ул. Мясницкая с высокой степенью антропогенной нагрузки [2]. В окрестностях расположена производственная зона завода ОАО «Гродненский мясокомбинат» и гаражный кооператив, а также проселочная дорога. В водоем поступает вода производственных стоков с предприятия. Длина пруда составля-

ет 177 м, ширина – 103 м, средняя глубина – 3 м. Грунт представлен песком и илом. Береговая линия слегка извилистая, берег пологий, в некоторых местах обрывистый, поросший растительностью, местами бетонированный. Характер зарастания – прибрежно-прерывистый.

В модельном водоеме присутствуют 3 вида зелёных лягушек, из которых преобладают виды *Pelophylax lessonae* (44%) и *Pelophylax esculentus* (39%).

Проведенные исследования позволили выявить пищевые объекты и общий спектр питания двух видов зеленых лягушек рода *Pelophylax*.

В спектре питания рода *Pelophylax* в целом 100 % составляют насекомые.

Данный класс представлен 5 отрядами: *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Orthoptera*, *Diptera*, *Hemiptera*. Исходя из полученных данных, преобладает отряд *Hymenoptera* (78 %) (сем: *Formicidae* и *Apidae*) и отряд *Coleoptera* (12 %) (сем: *Carabidae*), также присутствуют в незначительной мере отряды *Orthoptera* (5 %), *Diptera* (3 %) и отряд *Hemiptera* (2 %).

Для выявления пищевой специализации отдельных видов зеленых лягушек проведен анализ их спектров питания (*Pelophylax esculentus*, *Pelophylax lessonae*) из одного водоема (таблица).

**Таблица – Разнообразие пищевых объектов в рационе *Pelophylax esculentus* и *Pelophylax lessonae***

Таксон	Pelophylax esculentus		Pelophylax lessonae	
	Экз.	%	Экз.	%
Cl. Insecta	90	100	54	100
O. Coleoptera	11	12	2	3,7
Fam. Carabidae	7	8		
Fam. Coccinellidae			2	3,7
O. Hymenoptera	76	84	38	70,4
Fam. Vespidae			3	5,6
Fam. Formicidae	63	70	23	42,3
Fam. Apidae	9	10	12	22,2
O. Orthoptera	3	4	2	3,7
Fam. Gryllotalpidae	3	4	2	3,7
O. Hemiptera	1	2	4	7,4
Fam. Corixidae			1	1,9
O. Lepidoptera			1	1,9
Fam. Sphingidae			1	1,19
Fam. Pieridae			1	1,19
O. Diptera			5	9,3
Fam. Culicidae			4	7,4

В спектре питания *Pelophylax esculentus* класс насекомые представлен 3 отрядами: *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Orthoptera*. Преобладает отряд *Hymenoptera* (84 %) (сем: *Formicidae* и *Apidae*) и отряд *Coleoptera* (12 %), также присутствует в незначительной мере отряд *Orthoptera* (4 %).

В спектре питания *Pelophylax lessonae* 100 % составляют насекомые. Класс насекомые представлен 6 отрядами: *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Orthoptera*, *Diptera*, *Lepidoptera* и *Hemiptera*. Доминирует отряд *Hymenoptera* (70 %) (сем: *Formicidae* и *Apidae*), так же присутствуют в незначительной мере отряды: *Coleoptera* (4 %), *Orthoptera* (4%), *Diptera* (9 %) и отряд *Hemiptera* (7 %).

Таким образом, можно отметить, что на стационарном водоёме в г. Гродно с высокой степенью антропогенной нагрузки у зеленых лягушек рода *Pelophylax* (*Pelophylax esculentus*, *Pelophylax lessonae*) не большое видовое разнообразие пищевых объектов. У *Pelophylax lessonae* в спектре питания однозначно преобладают насекомые отряда *Hymenoptera* (71-85%). Также выявлены представители отрядов *Coleoptera*, *Orthoptera*, *Diptera*, *Lepidoptera* и *Hemiptera*. У *Pelophylax esculentus* в спектре питания доминируют насекомые отрядов *Hymenoptera* и *Coleoptera*.

#### **Список цитированных источников**

1. Лягушка озерная (*Pelophylax ridibundus*) [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://floranimal.ru/pages/animal/l/857.html>. – Дата доступа: 20.03.2019.

2. Янчуревич, О.В. Репродуктивная экология некоторых видов амфибий в условиях урбанизированных ландшафтов / О.В. Янчуревич // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серія 2. – 2005. – №1 (31). – С. 205–212.

УДК 552.517 (476–14)

### **ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ В ПРЕДЕЛАХ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Рыжко К. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [kri.ryzhko@gmail.com](mailto:kri.ryzhko@gmail.com)  
Научный руководитель – Грибко А. В., к.г.н., доцент

*This article reveals the theme of the spread of the natural-anthropogenic landscape of Pripyatsky Polesye (within the Brest region). The theme is relevant because as a result of anthropogenic impact, there is a change in landscapes which entails a change in biota and sometimes geomes, therefore their normal functioning is carried out subject to continuous monitoring and control by the person.*

Природно-антропогенные ландшафты (ПАЛ) представляют собой сложную систему, состоящую из разных типов ландшафтов, которые образовались в ходе хозяйственной деятельности человека. Они представляют собой комплексы, сформировавшиеся в результате целенаправленного использования ресурсов природного ландшафта в определенных видах хозяйственной деятельности. Сельскохозяйственная, лесохозяйственная, рекреационная, природоохранная и прочая деятельность обусловлена природными предпосылками и наличием пригодных для использования ресурсов, но влечет за собой трансформацию природного комплекса. Поэтому вмешательство человека в такие ландшафты не беспредельно, их нормальное функционирование возможно при условии сохранения природных взаимосвязей [1]. В пределах Припятского Полесья наиболее распространенными природно-антропогенными ландшафтами являются сельскохозяйственный, лесной и рекреационный.

Некоторые природно-антропогенные ландшафты являются природно-техногенными системами (ПТС) [2] и не имеют аналогов в природе. Природ-

ная основа таких ландшафтов характеризуется глубокими изменениями не только биоты, но и геомы, поэтому их нормальное функционирование осуществляется при условии непрерывного контроля и управления со стороны человека. К таким ландшафтам относятся селитебные, промышленные, горно-промышленные, транспортно-коммуникационные и водохозяйственные ландшафты.

Если рассматривать данные ландшафты в пространственном масштабе, то можно сказать, что доминирующими являются сельскохозяйственные и лесные природно-антропогенные ландшафты. В процентном соотношении от всей площади Припятского Полесья в пределах Брестской области сельскохозяйственные ландшафты занимают 42 %, а лесные 50,4 %, что делает их доминирующим типом ландшафтов. На долю остальных ландшафтов приходится 7,55 %, это – рекреационные, селитебные, промышленные, горно-промышленные, транспортно-коммуникационные и водохозяйственные ландшафты.

**Таблица 1 – Доли типов ПАЛ административных районов и площади типов ПАЛ Припятского Полесья в га и %**

ТИП ПАЛ	Пинский р-н, %	Лунинецкий р-н, %	Ганцевичский р-н, %	Столинский р-н, %	Припятское Полесье, га	Припятское Полесье, %
Сельскохозяйственный	53,8	36,8	32,9	40,1	465155,7	42
Селитебный	5,01	5,2	0,02	0,07	30645,1	2,8
Промышленный	0,02	0,01	0,02	0,2	818,8	0,07
Горно-промышленный		0,6			1628,8	0,15
Транспортно-коммуникационный	1,12	1,25	1,13	0,56	10855,9	0,99
Рекреационный	5,6	1,9	1,09	2,82	34399,04	3,12
Лесной	35,04	53,6	63,6	56,14	555517,9	50,4
Водохозяйственный	0,14	0,69	1,22	0,09	4625,1	0,42

На территории Припятского Полесья наиболее распространенным природно-антропогенным ландшафтом является лесной, который составляет 50,4 % от общей площади. Наибольшая доля таких ландшафтов характерна для Ганцевичского (63,6 %) и Столинского (56,14 %) районов. В меньшей степени они распространены в Пинском районе, где они составляют 35,04 %, что обусловлено развитием сельскохозяйственной деятельности (увеличением площадей для пашень, выпаса скота и т. д.).

Вторым по распространенности ландшафтом Припятского Полесья является сельскохозяйственный, который составляет 42 % от общей площади. Сельскохозяйственные природно-антропогенные ландшафты в большей степени покрывают территории Пинского (53,8 %) и Столинского (40,1 %) районов, что обусловлено наличием плодородных почв и благоприятного климата.

Все остальные природно-антропогенные ландшафты занимают 7,55 % территории Припятского Полесья. Из них большую долю занимает рекреационный ландшафт – 3,12 %. Остальные ландшафты являются природно-

техногенными системами. К ним относятся: селитебные, промышленные, горно-промышленные, транспортно-коммуникационные и водохозяйственные.

В разрезе районов природно-техногенные системы распространены относительно равномерно, например транспортно-коммуникационные системы составляют чуть более 1 % в каждом районе, за исключением Столинского района (0,56 %). Водохозяйственные ПТС так же составляют малую долю – 0,42 % от всей территории, в частности, 0,1 % в Пинском и Столинском районах, и 0,7 % и 1,22 % в Лунинецком и Ганцевичском районах соответственно. Что касается селитебных ПТС, то они преобладают в Пинском и Лунинецком районах, так как имеют относительно большие города и крупные села, на всей части Припятского Полесья занимают 2,8 %. Промышленные ПТС занимают малую долю – менее 0,1 %. Уникальный горно-промышленный ландшафт сформирован в Лунинецком районе и представлен крупнейшим в Беларуси карьером Микашевичи.

Таким образом, ландшафты Припятского Полесья в пределах Брестской области претерпели значительное антропогенное изменение и в настоящее время, в основном, имеют природно-антропогенное происхождение. Преобладающими типами ПАЛ территории являются лесные и сельскохозяйственные ландшафты.

#### **Список цитированных источников**

1. Марцинкевич, Г.И. Ландшафтоведение: Пособие / Г.И. Марцинкевич. – Минск: БГУ, 2005. – 200 с.

2. Галкин, А. Н. Особенности формирования природно-технических систем на территории Беларуси и их типизация / А. Н. Галкин // Літасфера. – Мінск, 2008. – № 1 (28). – 126-140 с.

УДК 598.2

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ ПТИЦ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН ГОРОДА ГРОДНО В ЗИМНИЙ ПЕРИОД**

**Свиридчук Е. Н., Горошко Е. С.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, qwerty937483@mail.ru

Научный руководитель – Янчуревич О. В., к.б.н., доцент

*The basis of the Grodno winter avifauna by 25 birds species from 12 families is represented. The stability of the birds species composition in areas, closer to the city center located (in parks) can be explained by the urbanization of the territory maximum degree. Synanthropic bird species can live and feed here. Species that are sensitive to high anthropogenic load prefer peripheral city areas, where mosaic landscapes are more pronounced and conditions are more diverse.*

Как в Беларуси, так и в соседних странах вопросам биологии и экологии позвоночных животных городских территорий уделяется достаточно много внимания. В отечественной литературе имеется небольшое число работ, затрагивающих некоторые аспекты формирования сообществ птиц зеленых насаждений антропогенных и урбанизированных ландшафтов, в том числе

плодовых садов, городских парков Бреста, Гомеля, Центрального Ботанического сада АН в г. Минске [1, 2]. Известны многочисленные работы, касающиеся населения птиц различных городов России, в том числе Главного ботанического сада Москвы, Украины, Молдовы, Польши [3, 4].

Анализ литературных источников показал, что зимний аспект орнитофауны, несмотря на в целом достаточно высокие интенсивность и уровень орнитологических исследований в республике, остается слабо изученным.

Целью работы являлось выявление видового состава орнитокомплексов парковых и лесопарковых зон г. Гродно в зимний период.

При изучении орнитофауны применяли маршрутный метод учета. Исследования проводили с декабря по февраль на протяжении двух лет в лесопарках Румлево, Лососянский и парк Жилибера.

За время наблюдений в лесопарковой и парковой зонах г. Гродно отмечено 36 видов птиц (таблица 1). В результате исследования в период с декабря 2016 года по февраль 2017 года было зарегистрировано 28 видов птиц. За период с декабря 2017 года по февраль 2018 – 32 вида.

**Таблица 1 – Видовой состав зимней орнитофауны парковой и лесопарковой зон г. Гродно**

Вид <b>1</b>	Год	
	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Отряд ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ (Passeriformes)</b>	2016/2017	2017/2018
Семейство <b>Свиристелевые</b> (Bombucillidae)		
Свиристель ( <i>Bombucilla garrulus</i> )		+
Семейство <b>Врановые</b> (Corvidae)		
Ворон ( <i>Corvus corax</i> )		+
Ворона серая ( <i>Corvus cornix</i> )	+	+
Галка ( <i>Corvus monedula</i> )	+	+
Грач ( <i>Corvus frugilegus</i> )	+	+
Сойка ( <i>Garrulus glandarius</i> )	+	+
Сорока ( <i>Pica pica</i> )	+	+
Семейство <b>Дроздовые</b> (Turdidae)		
Дрозд черный ( <i>Turdus merula</i> )	+	+
Рябинник ( <i>Turdus pilaris</i> )	+	+
Семейство <b>Синицевые</b> (Paridae)		
Гаичка черноголовая ( <i>Parus palustris</i> )	+	+
Лазоревка обыкновенная ( <i>Parus caeruleus</i> )	+	+
Синица большая ( <i>Parus major</i> )	+	+
Синица хохлатая ( <i>Parus cristatus</i> )	+	+
Семейство <b>Поползневые</b> (Sittidae)		
Поползень ( <i>Sitta europaea</i> )	+	+
Семейство <b>Пищуховые</b> (Certhiidae)		
Пищуха обыкновенная ( <i>Certhia familiaris</i> )	+	+
Семейство <b>Вьюрковые</b> (Fringillidae)		
Дубонос ( <i>Coccothraustes coccothraustes</i> )	+	
Зеленушка ( <i>Chloris chloris</i> )	+	+
Снегирь ( <i>Pyrrhula pyrrhula</i> )	+	+
Семейство <b>Воробьиные</b> (Passeridae)		
Воробей домовый ( <i>Passer domesticus</i> )	+	+
Воробей полевой ( <i>Passer montanus</i> )	+	+



## Продолжение таблицы 1

1	2	3
<b>Отряд ВЕСЛОНОГИЕ (Pelecaniformes)</b>		
Семейство <b>Баклановые</b> (Phalacrocoracidae)		
Баклан большой ( <i>Phalacrocorax carbo</i> )		+
<b>Отряд АИСТООБРАЗНЫЕ (Ciconiiformes)</b>		
Семейство <b>Цаплевые</b> (Ardeidae)		
Цапля белая большая ( <i>Egretta alba</i> )*		+
Цапля серая ( <i>Ardea cinerea</i> )	+	+
<b>Отряд ГУСЕОБРАЗНЫЕ (Anseriformes)</b>		
Семейство <b>Утиные</b> (Anatidae)		
Лебедь-шипун ( <i>Cygnus olor</i> )		+
Гоголь ( <i>Vucrophaea clangula</i> )	+	+
Крохаль большой ( <i>Mergus merganser</i> ) *	+	+
Кряква ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	+	+
Чирок-свистунок ( <i>Anas crecca</i> )	+	+
<b>Отряд СОКОЛООБРАЗНЫЕ (Falconiformes)</b>		
Семейство <b>Ястребиные</b> (Accipitridae)		
Канюк мохноногий ( <i>Buteo lagopus</i> )	+	
Ястреб-тетеревятник ( <i>Accipiter gentilis</i> )		+
<b>Отряд ГОЛУБЕОБРАЗНЫЕ (Columbiformes)</b>		
Семейство Голубиные (Columbidae)		
Голубь сизый ( <i>Columba livia</i> )	+	+
<b>Отряд СОВООБРАЗНЫЕ (Strigiformes)</b>		
Семейство <b>Совиные</b> (Strigidae)		
Сова ушастая ( <i>Asio otus</i> )	+	
<b>Отряд РАКШЕОБРАЗНЫЕ (Coraciiformes)</b>		
Семейство <b>Зимородковые</b> (Alcedidae)		
Зимородок ( <i>Alcedo atthis</i> )*		+
<b>Отряд ДЯТЛООБРАЗНЫЕ (Piciformes)</b>		
Семейство Дятловые (Picidae)		
Дятел пестрый большой ( <i>Dendrocopos major</i> )	+	+
Дятел пестрый средний ( <i>Dendrocopos medius</i> )	+	+
Всего видов	28	32

Анализ видового состава зимней орнитофауны зеленых зон города Гродно позволил выявить и редкие виды, такие как крохаль большой (*Mergus merganser*), зимородок (*Alcedo atthis*), а также цапля белая большая (*Egretta alba*).

Основу зимней орнитофауны г. Гродно составляют 25 видов из 12 семейств. Остальные виды встречаются с разной частотой в разные периоды исследования.

Стабильность видового состава птиц на территориях, находящихся ближе к центру города (парки), может объясняться максимальной степенью урбанизации данной территории, где могут жить и кормиться чисто синантропные виды. Виды более чувствительные к высокой антропогенной нагрузке предпочитают периферию города и зеленые зоны, где больше проявляется мозаичность ландшафтов и разнообразнее условия.

### Список цитированных источников

1. Ивановский, В.В. Хищные птицы Белорусского Поозерья / В.В. Ивановский. – Витебск: УО «ВГУ им. П. М. Машерова», 2012. – 209 с.
2. Никифоров, М.Е. Птицы Беларуси на рубеже XXI века / М. Е. Никифоров, А. В. Козулин, В.В. Гричик, А.К. Тишечкин. – Минск: Изд. Королёв Н. А., 1997. – 188 с.
3. Бокотей, А.А. Огляд орнітофауни міста Львова / А. А. Бокотей. – Український орнітологічний журнал «Беркут», 2004. – Випуск 1-2, том 4. – С. 3–13.
4. Воробьёв, Г. П. Пустельга в Воронеже / Г. П. Воробьёв, Ю. П. Лихацкий // Мат. I совещания по экологии и охране хищных птиц, Москва, 16–18 февраля 1983 г. – М.: Наука, 1983. – С. 41–42.
5. Бибби, К. Методы полевых экспедиционных исследований. Исследования и учеты птиц / К. Бибби, М. Джонс, С. Марсден. – М.: Союз охраны птиц России, 2000. – 186 с.

УДК 658.51

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА НА ВЫРАЩИВАНИЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**Селедчик Ю. Ф.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, yulya.seledchik.98@mail.ru  
Научный руководитель – Ячуревич О. В., зав. кафедрой зоологии и физиологии человека и животных, к.б.н., доцент

*The article describes dynamics and speed of raising broiler chickens under conditions of cage keeping, but under different temperature conditions. At present, poultry production is a high-tech, dynamically developing promising direction in the agricultural sector of the Republic of Belarus. It is able to compete with livestock, to cover the lack of meat products, even in conditions of economic crisis.*

Птицеводство – одна из наиболее интенсивных и динамичных отраслей агропромышленного комплекса Беларуси. Предпосылки интенсификации птицеводства были заложены в конце 20-х - начале 30-х годов созданием первых совхозных и колхозных птицеводческих хозяйств. Разведение птицы является наиболее экономически выгодным по сравнению с другими видами сельскохозяйственных животных. Достаточно сказать, что из 100 кг комбикорма можно получить 44 кг мяса бройлеров, 27 кг свинины или 12 кг говядины [1].

В настоящее время отечественное птицеводство значительно приблизилось к мировому уровню, однако, несмотря на высокий темп развития, в отрасли остается много нерешенных проблем. Это и ограниченность кормовых ресурсов, и удорожание энергоносителей, и растущие требования к качеству пищевой продукции. Для получения качественного мяса и выращивания цыплят необходимо учитывать и условия содержания и разведения кур-бройлеров [2].

Поэтому в нашей работе мы рассмотрели влияние температурного фактора, как экологического фактора, на развитие цыплят-бройлеров.

Эксперимент проводили в приусадебном хозяйстве на двух группах цыплят-бройлеров, помещённых в клетки – в каждой опытной группе находилось по 5 цыплят. Первую группу цыплят содержали при оптимальных (рекомендуемых) температурных условиях, а вторую – при низких температурах (на 2-3 °С ниже оптимальной на разных стадиях развития). Высота клеток составляла 84 см, ширина – 110 см, длина – 193 см. Кормили цыплят одинаковым комбикормом и пользовались одинаковым прерывистым освещением. В ходе эксперимента на протяжении 45 дней каждую неделю взвешивали цыплят [3].

В начале эксперимента средняя масса цыплят, находящихся в условиях оптимальной температуры, составляла 0,166 кг, а цыплят, находящихся в условиях низкой температуры, – 0,164 кг. Различий по весу практически не отмечалось. Однако при взвешивании цыплят на первой неделе уже выявлены изменения в весе. Вес цыплят при оптимальной температуре составлял 0,459 кг, а вес цыплят при низкой температуре – 0,342 кг ( $p=0,012186$ ;  $z=2,50672$ ). Т. е. мы видим, что уже после первой недели содержания цыплята, которые находились при более низкой температуре, весят меньше, чем цыплята, которые находились в условиях оптимальной температуры. На второй неделе вес цыплят при оптимальной температуре составил 0,891 кг, а при низкой – 0,667 кг (таблица 1).

**Таблица 1 – Прирост цыплят в ходе эксперимента при различных температурных условиях содержания**

Эксперимент	1 группа (оптимальная температура)			2 группа (низкая температура)		
	$M \pm m$ , кг	lim, кг	t, °С	$M \pm m$ , кг	lim, кг	t, °С
В начале опыта	0,166±0,001	0,163-0,168	24-26	0,164±0,001	0,162-0,168	22-23
1 неделя	0,459±0,001	0,457-0,460	22-23	0,342±0,002	0,338-0,347	21-22
2 неделя	0,891±0,001	0,889-0,894	21-22	0,667±0,002	0,663-0,671	11-19
3 неделя	1,436±0,001	1,432-1,438	20-21	0,985±0,001	0,982-0,988	11-19
4 неделя	2,066±0,001	2,063-2,070	11-19	0,985±0,001	0,983-0,990	11-19
5 неделя	2,732±0,001	2,730-2,735	11-19	1,321±0,001	1,318-1,325	11-19
6 неделя	3,369±0,001	3,365-3,372	11-19	2,011±0,001	2,008-2,015	11-19
В конце опыта	3,545±0,001	3,540-3,549		2,175±0,002	2,173-2,177	

На третьей неделе вес цыплят при оптимальной температуре закономерно быстро увеличивался – 1,436 кг, а при низкой температуре составил всего 0,985 кг. На четвертой неделе вес цыплят при оптимальной температуре – 2,067 кг, а при низкой температуре не изменился – 0,985 кг. После взвешивания цыплят на четвертой неделе мы видим, что цыплята, которые содержались при низкой температуре, остановились в наборе веса, поэтому

далее мы сравнивали температуру с оптимальной, чтобы проследить за развитием цыплят и их приростом. На пятой неделе вес цыплят при оптимальной температуре – 2,732 кг, а у тех, которые содержались при низкой температуре – 1,321 кг. Отмечено, что после выравнивания температуры в двух опытных группах цыплята снова начали набирать вес. На шестой неделе вес цыплят в первой группе – 3,369 кг, а во второй – 2,011 кг. На 45-й день вес цыплят в первой группе при оптимальной температуре составил 3,545 кг, а во второй при низкой температуре (уже равной оптимальной) – 2,175 кг. Во всех случаях, начиная с первой недели, отмечены достоверные отличия по весу цыплят, выращиваемых при оптимальной и низкой температурах по непараметрическому критерию Манна-Уитни ( $p=0,0121$ ;  $z=2,5067$ ). Прирост цыплят в ходе эксперимента представлен в таблице 1.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что цыплята, находящиеся в оптимальных температурных условиях, за первую неделю набрали 0,293 кг, за 2 неделю – 0,432 кг, за 3 неделю – 0,545 кг, за 4 неделю – 0,630 кг, за 5 неделю – 0,666 кг, за 6 неделю – 0,637 кг. Цыплята, находящиеся в условиях низкой температуры за первую неделю набрали 0,178 кг, за 2 неделю – 0,325 кг, за 3 неделю – 0,318 кг, на 4 неделе остановились в наборе веса, после выравнивания температур на 5 неделе цыплята набрали – 0,336 кг, за 6 неделю – 0,690 кг.

Разница в начале эксперимента между цыплятами, которые содержались при оптимальной температуре и которые выращивались при низкой температуре, составляла 0,002 кг. При взвешивании за 1 неделю разница составила 0,117 кг, за 2 неделю – 0,224 кг, за 3 неделю – 0,451 кг, за 4 неделю – 1,082 кг, за 5 неделю – 1,411 кг, за 6 неделю – 1,358 кг, и на 45-й день – 1,370 кг. В итоге, за 45 дней цыплята при содержании в оптимальных температурных условиях набрали 3,379 кг, а при содержании в низкой температуре – 2,011 кг, что в 1,7 раз больше.

Таким образом, цыплята быстрее и планомерно набирали вес при содержании в оптимальной температуре, чем при содержании в низкой температуре, т. к. при низкой температуре цыплята сбивались в группу для обогрева и их подвижность резко снижалась. Цыплята тратили много калорий на обогрев собственного организма, поэтому они остановились в наборе веса. Экспериментальным путем доказано, что понижение температуры на 2-3 °С ниже оптимальной приводит к замедлению развития цыплят-бройлеров и снижению прироста почти в 2 раза.

### **Список цитированных источников**

1. Балобин, Б.В. Фермерское животноводство. Птицеводство: Учебно-методическое пособие / Б.В. Балобин, И.С. Серяков, А.В. Соляник, И.Б. Измайлович, Н.Н. Лисицкая, С.О. Турчанов, Н.М. Былицкий, Е.В. Дубежинский, М.С. Шашков. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2007. – 40 с.
2. Современное птицеводство Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agroprod mash-expo.html>. – Дата доступа: 24.03.2019.
3. Зипер, А.Ф. Уход за молодняком домашней птицы / А.Ф. Зипер. – М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: Сталкер, 2002. – С. 24-36.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОПУЩЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТОВ

**Сидак С. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, harchik-sveta@mail.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article discusses the possibility of restoring gaps in the series of monthly mean values of air temperature using the wavelet transform. The author compares the results of reconstruction done with the use of some well-known interpolation methods.*

На сегодняшний день анализ временных рядов приобретает всё большую популярность в самых разнообразных исследованиях. Широкое развитие он получил и в гидрометеорологии в связи с наличием большого количества динамических процессов, объемных массивов наблюдений с широким пространственным и временным диапазоном. Особенно велико значение анализа временных рядов при моделировании и прогнозировании различных гидрометеорологических процессов и явлений [6]. Для получения объективного прогноза данные в гидрологических и климатических рядах должны отвечать критериям качества и полноты. Как показывает анализ материалов наблюдений, такие ряды зачастую содержат пропуски значений, имеющие разный характер: в данных может отсутствовать как один отсчет, так и несколько отсчетов в разных интервалах ряда или могут отсутствовать несколько отсчетов подряд. Неполнота исходных данных может привести к смещению основных статистических характеристик ряда и искажению результатов процесса моделирования, поэтому задача восстановления пропусков в гидрологических и климатических рядах является актуальной.

Выбор метода восстановления пропусков является непростой задачей и зависит от множества факторов: причин возникновения пропусков, характера этих пропусков (случайный или нет), а также особенностей данных [3]. Поэтому, прежде чем остановить выбор на определенном методе восстановления пропусков, необходимо изучить структуру этих пропусков и характер.

Согласно классификации Литтла и Рубина [5], различают следующие механизмы формирования пропусков:

- случайные пропуски (MAR);
- полностью случайные пропуски (MCAR);
- неигнорируемые пропуски.

Пропуски в климатических рядах наблюдений можно отнести к классу MCAR, т. к. вероятность появления пробелов в информации не зависит от пропущенных показателей, а также она не зависит от присутствующих значений в ряду. К данным такого типа возможно применение методов восстановления пропущенных значений [5].

Целью данной работы является анализ возможности использования вейвлетов для восстановления пропусков во временных рядах среднегодовых значений температуры воздуха и сравнение этого метода с известными методами интерполяции.

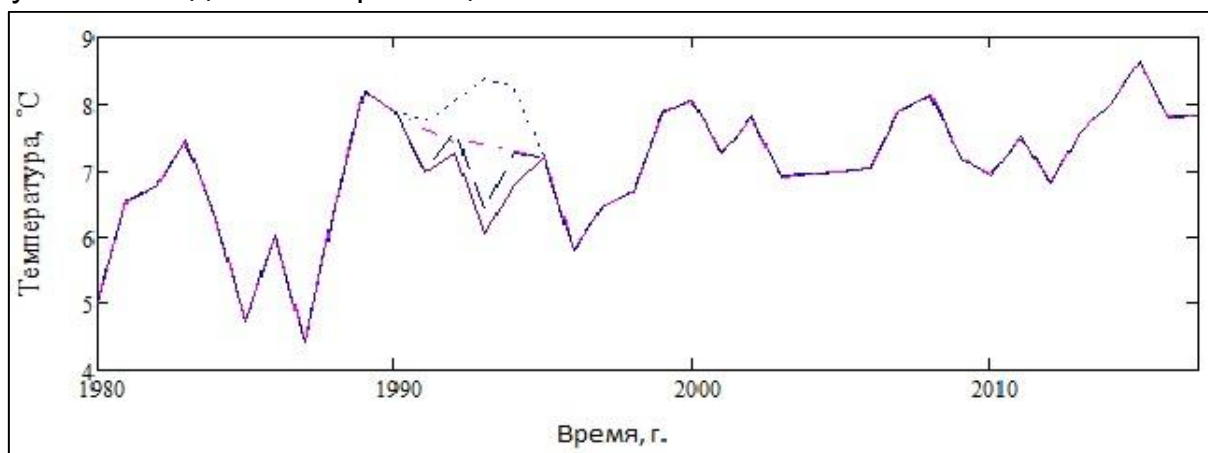
Исходными данными послужили метеорологические данные Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Мини-

стерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за период с 1950 по 2017 гг.

Как правило, для восстановления пропущенных значений временного ряда применяется определенная математическая аппроксимация временного ряда (различные полиномы, сплайны) [3]. Сущность этих аппроксимаций такова, что на практике происходит поиск коэффициентов полинома/сплайна по небольшому количеству близлежащих точек и, соответственно, не учитывается информация о частотной структуре всего ряда целиком. Для исследования частотной структуры прежде всего используют преобразование Фурье. Преобразование Фурье является полезным математическим аппаратом для анализа сигналов, однако иногда оказывается недостаточно эффективным при обработке сложных сигналов. Оно не позволяет анализировать локальные свойства сигнала, так как базисные функции Фурье-преобразования определены на всей временной оси. Поэтому в последнее время все чаще вместо Фурье-преобразования используется вейвлет-преобразование, которое можно представить как локализованный спектральный анализ. Вейвлет-преобразование сигнала состоит в его разложении по базису, построенному из специальных функции (вейвлетов) посредством переносов, сдвигов и масштабных изменений [1]. Вейвлет-преобразование, в отличие от преобразования Фурье, обеспечивает двумерный анализ исследуемого одномерного сигнала, при этом частота и время рассматриваются как независимые переменные [4]. В качестве базисных функций при использовании вейвлетов самыми распространенными являются МНАТ-вейвлет и вейвлет Морле [2].

Для сравнения различных методов интерполяции возьмем ряд среднегодовых значений температуры Беларуси за период 1950 по 2017 гг. Интерполяция проведена на период с 1991 по 1994 гг. Из всех известных методов интерполяции для сравнения были выбраны методы интерполяции полиномом Ньютона третьей степени и кубическим сплайном. Реализация всех методов проводилась в СКМ Mathcad.

На рисунке 1 приведен сравнительный анализ различных методов интерполяции. Результаты интерполяции стандартными методами показывает, что колебательная структура ряда полиномом/сплайном абсолютно не учитывается. Как следствие, наблюдается большое отклонение восстановленных стандартными методами данных от реальных. Из рисунка видно, что метод, основанный на вейвлетах, имеет существенное преимущество по сравнению с другими методами интерполяции.



**Рисунок 1 – Сравнение методов интерполяции с реальными данными (вейвлет-преобразование – пунктир, кубический сплайн – точки, полином Ньютона – штрих-пунктир)**

Таким образом, традиционные методы восстановления данных не позволяют в полной мере использовать предысторию длинных и плохо структурированных климатических рядов. Результаты работы показывают, что метод восстановления пропусков в рядах среднегодовой температуры с использованием вейвлетов имеет явное преимущество и может быть использован при восстановлении пропусков в климатических рядах наблюдений.

#### **Список цитированных источников**

1. Алексеев, В.И. Анализ и прогнозирование циклических временных рядов с использованием вейвлетов и нейросетевых нечетких правил вывода // Вестник Югорского государственного университета. – 2013. – Выпуск 3 (30). – С.3 – 10.
2. Астафьева, Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166. – № 11. – С. 1145 –1170.
3. Грачев, А.В. К восстановлению пропусков в экспериментальных данных // Вестник ННГУ им. Н.И.Лобачевского. Сер. Радиофизика. – 2004. – Вып. 2. – С. 15 –23.
4. Золотов, С.Ю. Программно-методическое обеспечение для обработки и моделирования атмосферных климатических величин // Автоматизированные системы обработки информации, управления и проектирования. – Томск: ТУСУР, 2004. - С. 5 –14.
5. Литтл, Р. Дж. А. Статистический анализ данных с пропусками / Р. Дж. А. Литтл, Д. Б. Рубин. – М., 1990.
6. Малинин, В.Н. О современных изменениях глобальной температуры воздуха / В.Н. Малинин, С.М. Гордеева // Общество. Среда. Развитие. – 2011. – № 2. – С. 215 –221.

УДК 556.182

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Слиж Т. В., Шевцова А. Л.\***

Слушатель Института государственной службы, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь, tanya.sl@tut.by

\*Институт управленческих кадров, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь, alla.l.shevtsova@gmail.com  
Научный руководитель – Шевцова А. Л., к. полит. н., доцент

*This article is about the functioning of the water management system, its problems and possible solutions in the Republic of Belarus based on an analysis of existing approaches to the use and protection of water, taking into account international experience.*

Водные ресурсы, как один из видов природных ресурсов, являются национальным достоянием во всех странах мира, и вопросы эффективного управления ими являются важной стратегической задачей для любого государства.

Для предотвращения ухудшения состояния водных объектов в республике должна проводиться целенаправленная экологическая политика, определяемая как совокупность экономических, правовых и организационных мер,

направленных на поддержание способности водных ресурсов удовлетворять потребности нынешних и не ставящих под угрозу удовлетворение потребности будущих поколений.

Задача обеспечения наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех является одной из 17 целей Повестки дня в области устойчивого развития до 2030 года, принятой в 2015 году 193 государствами-членами ООН [1]. Принятие Повестки-2030 потребовало от всех государств пересмотра и конкретизации национальных планов и механизмов достижения устойчивого развития общества. В Республике Беларусь активная фаза работ по реализации целей устойчивого развития (ЦУР) начата в 2017 г. В настоящее время осуществляется разработка проекта и концепции национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года (НСУР-2035). Стратегическая цель в области сохранения водного потенциала страны (ЦУР 6) состоит в повышении эффективности использования и охраны водных ресурсов, улучшении их качества в соответствии с потребностями общества и возможным изменением климата. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды при поддержке Организации экономического сотрудничества и развития ведется разработка национальной методологии индикаторов качества и безопасности водных ресурсов и адаптация некоторых международных методологий.

Совершенствуется также национальное законодательство. Новая редакция Водного кодекса Республики Беларусь вступила в силу еще 21 мая 2015 года. Кроме законодательства ЕС, при разработке кодекса изучались подходы и опыт в области охраны и использования вод стран, с которыми у Республики Беларусь заключены Межправительственные соглашения по рациональному использованию и охране трансграничных вод (Россия, Украина), а также опыт Армении, Казахстана, Молдовы.

Вторым важным изменением национального законодательства в области управления водными ресурсами является принятие новой редакции Закона Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении», которая вступит силу с 13 июля 2019 года. Необходимость разработки и принятия указанного Законопроекта обусловлена тем, что за время, прошедшее со дня принятия действующего Закона Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении», а это 1999 год, накоплен определенный опыт практики его применения, появились вопросы, требующие законодательного закрепления, а также необходимость гармонизации национального законодательства с законодательством ЕС и сопредельными государствами. При разработке Законопроекта изучался опыт стран ЕС (Польша, Германия, Франция), а также Российской Федерации. Новая редакция Законопроекта на государственном уровне устанавливает правовые гарантии обеспечения граждан качественной питьевой водой, а также государственные гарантии надежности и безопасности питьевого водоснабжения, что в полной мере согласуется с требованиями Орхусской конвенции, подписанной 25 июня 1998 года, и вступившая в силу для Республики Беларусь 30 октября 2001 года.

Вместе с тем, обзор действующего законодательства, затрагивающего вопросы регулирования водных отношений, и практики его правоприменения, позволяет выявить ряд проблем и нерешенных вопросов, как институционального, так и практического характера, связанных в основном с межведомственным взаимодействием.

Одной из основных задач в области охраны и использования вод является реформирование (совершенствование) экономического механизма водополь-



зования, прежде всего, в части экономической оценки имеющихся водных ресурсов, затрат и выгод от их использования, поскольку в процессе добычи воды и ее подготовки важное значение приобретает стоимость воды. Это позволит заложить основы устойчивого развития водохозяйственного сектора экономики страны и иметь реальную стоимость воды как ресурса для развития промышленного и сельскохозяйственного производства.

Необходимо реформирование налогового законодательства в части очистки сточных вод и их сброса в окружающую среду с учетом экологической обстановки. При этом экономический механизм водопользования должен стимулировать выполнение работ водопользователями по модернизации и развитию водохозяйственных систем и сооружений.

Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года, одобренной Президиумом Совета Министров Республики Беларусь, предусмотрено снижение сброса недостаточно очищенных сточных вод в водные объекты, что возможно за счет строительства, реконструкции и модернизации очистных сооружений сточных вод, а также внедрения наилучших доступных технических методов в области водопотребления и водоотведения.

В настоящее время финансирование работ по водоотведению осуществляется не систематически по усмотрению исполнительных и распорядительных органов. Предприятия водопроводно-канализационного хозяйства вынуждены рассматривать вопрос кредитования за счет средств международных финансовых организаций. Однако в большинстве случаев по причине отсутствия проектной документации на выполнение этих строительных работ, а также значительных сумм заемных средств, нет возможности их получения.

Для успешного решения экологических задач без ущерба для экономики необходимо закрепить на законодательном уровне конкретную долю направления финансовых средств, поступивших в местные бюджеты от уплаты экологического налога, на реализацию природоохранных мероприятий.

Такие механизмы финансирования существуют в соседних странах. Так, например, в соответствии с Законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» 10 % общей суммы эмиссионных платежей направляется в федеральный бюджет и расходуются на содержание органов экологического контроля. Оставшиеся 90 % используются для финансирования природоохранных мероприятий и экологических программ.

Необходимо отметить, что при реформировании национального водного законодательства в новые законы внедрены некоторые подходы стран ЕС (бассейновый принцип управления водными ресурсами, оценка качества водных объектов на основании определения их экологического статуса, нормирование сбросов сточных вод в водные объекты, методологии расчета ЦУР). Однако, переход на европейские подходы в полной мере в Республике Беларусь в настоящее время невозможен, так как на промышленных предприятиях медленными темпами ведется внедрение и использование наилучших доступных технологий в области водоотведения, а также в силу имеющихся национальных особенностей в системе управления и недостаточной финансовой обеспеченности.

#### **Список цитированных источников**

1. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций. – Режим доступа: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>. – Дата доступа: 14.02.2019.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЭХИНОЦИСТИСА ЛОПАСТНОГО (*ECHINOCYSTIS LOBATA*) В ПОЙМЕ РЕКИ ДНЕПР РОГАЧЕВСКОГО РАЙОНА

**Слюнькова С. А.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь,  
Snezhana.Slyunkova@mail.ru  
Научный руководитель – Дайнеко Н. М., к.б.н., доцент

*Currently, the study of issues related to the introduction of invasive species into natural ecosystems is relevant. More than 300 alien plant species are known in Belarus, of which about 10 species are currently included in the list of the most dangerous invasive species. Their distribution throughout the country should be strictly controlled. These species include the Echinocystis lobata.*

На территории Беларуси известно свыше 300 чужеродных видов растений, из которых около 10 включены в перечень наиболее опасных инвазивных видов. В число инвазивных видов входит эхиноцистис лопастной.

Под биологическими инвазиями понимают случаи проникновения живых организмов в экосистемы, распространение которого угрожает биологическому многообразию [1].

Эхиноцистис лопастной (*Echinocystis Lobata*) – однолетнее растение с наземными побегами длиной до 6 м. Стебли тонкие, коротко опушенные в узлах, лазающие с помощью усиков. Листья в очертании округлые, длиной и шириной 5-10 см, пятилопастные, бледно-зеленые, шереховатые. Цветки раздельнополые. Плод зеленый, огурцеобразный, 4-5 см длиной и 3-4 см в диаметре, усаженный шипиками-щетинками, внутри волокнистый. Семена продолговато-овальные, длиной до 17 мм, черно-коричневые.

Растет вдоль берегов рек, обвивая своими плетями приречные кустарники. Распространяется в основном при помощи человека, дичая из культуры по окраинам небольших населенных пунктов [2].

Цикл сезонного развития растений состоит из закономерно сменяющихся морфологически различных этапов. Каждый из таких этапов называется сезонной фазой развития [3].

**Актуальность.** Для того, чтобы успешно бороться с такими инвазионными видами, необходимо изучить их эколого-биологические особенности в местах их произрастания. Нами в 2017 году начато изучение популяций эхиноцистиса лопастного в пойме р. Днепр Рогачевского района.

**Цель** – изучение сезонного ритма развития эхиноцистиса лопастного в пойме реки Днепр Рогачевского района

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлся Эхиноцистис лопастной (*Echinocystis lobata*), семейство тыквенные (*Cucurbitaceae*).

Для изучения цикла сезонного развития отмечалось время появления первых всходов, достижения виргинильного состояния, время образования генеративных побегов и соцветий, время цветения и отмирания.

Для характеристики сообщества инвазивного вида эхиноцистиса лопастного и для установления фенофаз развития использовали методику [4]. При наблюдении за эхиноцистисом использовали работу [5,6].

Метеорологические условия вегетационного периода 2018 года характеризовались холодным началом весны, средняя температура в марте составила 2°C, далее весна характеризовалась засушливым периодом, в апреле температура составила 10,5°C, в мае – 16,9°C. Начало лета характеризовалось проливными дождями и грозами, средняя температура составила 18°C.

Исследования проводили в 2018 году. Нами проводились наблюдения за развитием двух популяций эхиноцистиса лопастного (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, 1840) на территории берега реки Днепр и на свалке вблизи деревни Красница Рогачевского района.

Исследования показали, что вегетативное развитие эхиноцистиса лопастного на свалке деревни Красница произошло на 10 дней быстрее по сравнению с популяциями, развивающимися на кустарниках ивняков.

Сравнивая показатели сезонного ритма развития растений эхиноцистиса лопастного, следует отметить что в первой популяции на несколько дней задержались сроки наступления вегетации (таблица 1). Это было связано с сильным затоплением поймы реки Днепр.

**Выводы.** Изучение сезонного ритма развития эхиноцистиса лопастного и его особенностей показало отличия в сроках появления всходов, массового цветения и созревания семян. У популяций, развивающихся на ивняках, на 5-7 позже проходят фенофазы развития, чем у популяций, развивающихся на свалке вблизи д. Красница (таблица 1).

Данные, полученные в результате исследований, помогут в дальнейшем контролировать распространение эхиноцистиса лопастного.

**Таблица 1 – Средние даты наступления фенофаз развития эхиноцистиса лопастного в вегетационный период 2018 г.**

Фенофазы	Место распространения	
	На кустах ивняков	На свалке вблизи деревни Красница
Появление всходов	02.06.2018	24.05.2018
Образование стебля и облиственность	10.06.2018	04.06.2018
Полное облиствление	25.06.2018	20.06.2018
Набухание цветочных почек	30.06.2018	25.06.2018
Полная бутонизация	05.07.2018	01.07.2018
Начало цветения	10.07.2018	06.07.2018
Полное цветение	20.07.2018	15.07.2018
Отцветание	13.08.2018	09.08.2018
Начало образования плодов	18.08.2018	14.08.2018
Обсеменение	20.09.2018	16.09.2018
Усыхание и отмирание всего растения	11.10.2018	13.10.2018

#### **Список цитированных источников**

1. Энциклопедия лесного хозяйства / Т.А. Антипенко [и др.]. – М.: ВНИИЛМ, 2006. – Т. 1. – 416 с.
2. Панасенко, Н.Н. Растения-трансформеры и их сообщества на территории Брянской области / Н.Н. Панасенко // Журнал известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – № 1 – 4. – С. 1092-1095.

3. Шульц, Г.Э. Общая фенология / Г.Э. Шульц. – Л.: Наука, 1981. – 188 с.
4. Панасенко, Н.Н. Новые сведения о сообществах инвазионных видов в Брянской области / Н.Н. Панасенко, Л.Н. Анищенко, Ю.Г. Поцепай // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2013. – Т. 118, вып. 1. – С. 73-80.
5. Бейдеман, И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И.Н. Бейдеман. – Новосибирск: изд-во «Наука», 1974. 161 с.
6. Дайнеко, Н.М. Развитие популяций эхиноцистиса лопастного в пойме р. Сож Гомельской области / Н. М. Дайнеко, С.Ф. Тимофеев, А.Д. Булохов, Н.Н. Панасенко // Мелиорация. – 2017. – № 1(79). – С.70-75.

УДК 631.4

## СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ГОРОДЕ БРЕСТЕ

**Солоп Е. Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Грядунова О. И., к.г.н., доцент

*As a result of the research the main substances which cause soil pollution in the city were identified. Also a number of measures were undertaken to reduce the risk associated with soil pollution.*

Состояние почвенного покрова является важным показателем уровня экологической безопасности. Почва – это своего рода губка, которая поглощает различные вещества, выбрасываемые в атмосферу, сточные воды, производимые на животноводческих комплексах, вносимые в почву в виде химических удобрений в сельском хозяйстве.

В связи с тем, что почва обладает наименьшей способностью к самоочищению, в формируемом урожае сельскохозяйственных культур, а, следовательно, и в организме человека, могут накапливаться вредные вещества.

Любое загрязнение почвы опасно, поэтому охране почвенного покрова должно уделяться особое внимание.

Для здоровья человека наибольшую опасность представляет химическое загрязнение почв, которое связано с выбросами промышленных предприятий и транспорта, применением различных удобрений и химических средств для защиты растений [2]. Наиболее серьезную угрозу представляют тяжелые металлы. На территории города Бреста основными «поставщиками» тяжелых металлов в окружающую среду являются предприятия с гальваническими цехами и транспорт.

Большую опасность для здоровья человека (особенно детей) представляет свинец. Он относится к элементам 1 класса опасности и является одним из основных загрязнителей городских почв. Основным источником техногенного поступления свинца в окружающую среду города Бреста являются карбюраторные автомобили, которые работают на этилированном бензине, содержащем свинец. Так, при ПДК 32 мг/кг в почвах города Бреста среднее содержание свинца в пробах почв, взятых на территории города, составило 10,8 мг/кг. Оно выше фонового значения (6,8 мг/кг) примерно в 2 раза [1]. Максимальное

содержание свинца в почве (49,2 мг/кг) отмечается в центральной части города в районах оживленного движения автотранспорта (пересечение улиц Советской и Пушкинской, улицы Дворцовой в районе автохозяйства «Брестэнерго», Кирова между улицами Гоголя и Пушкинской). В этих районах имеются препятствия (ж/д переезды и путепроводы), которые вызывают частые остановки автомобилей и большое выделение выхлопных газов. Нагрузка на почвы по свинцу будет минимизирована, если прекратить использование этилированного бензина, но заметного снижения загрязнения не произойдет из-за слабой миграционной активности в почве [3].

Для территории города Бреста также характерно загрязнение почв цинком. Он, как и свинец, относится к 1 классу опасности. Техногенные источники поступления цинка разнообразны (содержится в выбросах предприятий машиностроения, котельных, автотранспорта, бытовых отходах и мусоре). Но в связи с тем, что автотранспорт играет наибольшую роль в загрязнении окружающей среды, именно данная отрасль является наиболее значительным источником в городе техногенного поступления цинка в окружающую среду. Содержание цинка в пробах почв города Бреста составило от 4,0 до 148,0 мг/кг. В основном это улицы центральной части города, а также некоторые улицы окраин (Адамковская, Красногвардейская) с большим потоком транспортных средств. Среднее содержание цинка в почвенном покрове Бреста составляет 34,7 мг/кг, что является ниже его ПДК, которое составляет 55 мг/кг [1]. Высокая концентрация в почве цинка становится причиной того, что замедляется рост и ухудшается плодоношение растений, это приводит в конечном итоге к резкому уменьшению урожайности. У человека происходят изменения в мозге, печени и поджелудочной железе [3].

Никель является серьезным загрязнителем почвенного покрова и относится ко 2 классу опасности. Его поступление в окружающую среду связано с выбросами металлообработывающих предприятий, а также сжиганием угля и нефти. Среднее содержание в почвах города Бреста составило 4,4 мг/кг, что не превышает ПДК (20 мг/кг). Максимальное содержание никеля составило 10,0 мг/кг, что выше фонового значения примерно в 1,5 раза (7,2 мг/кг) [1]. Данные превышения обнаружены поблизости от железнодорожных путей, поэтому можно считать, что железнодорожный транспорт является основным поставщиком никеля в почвы, при сжигании угля в топках паровозов, мазута в топках тепловозов.

Еще одним металлом, который относится ко 2 классу опасности, является медь. Предельно допустимая концентрация в почвах города составляет 33 мг/кг. Основными источниками поступления меди в окружающую среду являются предприятия электро- и радиотехники, приборостроения, обрабатывающие цветные металлы, сжигание углеводородного топлива на предприятиях, а также автотранспорт. На территории города Бреста среднее содержание меди в почвах составляет 6,5 мг/кг, и не превышает фоновых концентраций (8,4 мг/кг). Максимальные показатели меди в почвенном покрове отмечаются в районе автопредприятия «Брестэнерго», при пересечении Партизанского проспекта и Янки Купалы, а также в районе улиц Адамковская, Речицкая и Солнечная.

По данным областного гидрометеорологического центра исследования почвы на содержание бензапирена показало, что на территории города максимальные значения превышали допустимые уровни почти в 15 раз. В Бресте средние концентрации бензапирена составили 3,6 ПДК. Бензапирен относится

к веществам 1-го класса опасности и является канцерогеном. Основным источником являются практически все производства, включающие процессы горения (ТЭЦ, котельные и др.). Также бензапирен образуется в результате сгорания топлива в двигателе автомобиля [3].

Необходимо осуществлять меры, которые будут способствовать уменьшению опасности, связанной с загрязнением почв. Например, совершенствовать уже существующую систему мониторинга почв, расширив перечень наблюдаемых объектов и анализируемых геохимических показателей, и повысить качество и информативность результатов наблюдений. Также необходимо разработать и внедрить системы выявления, учета и паспортизации территории с загрязненными почвами.

#### **Список цитированных источников**

1. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/ru/bulleten-ru/>. – Дата доступа: 11.03.2019.

2. Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами / А. Ф. Сердюкова [и др.] // Молодой ученый. – 2017. – №51. – С. 131-135.

3. Тиво, П. Ф. Тяжелые металлы и экология: науч. издание / П. Ф. Тиво, И. Г. Быцко. – Минск : Юнипол, 1996. – 192 с.

УДК 551.492

### **ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ НИТРАТАМИ В ГОРОДЕ ЩУЧИН И ЩУЧИНСКОМ РАЙОНЕ**

**Сосна О. В.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, [oksana.2707@mail.ru](mailto:oksana.2707@mail.ru)  
Научный руководитель — Юхневич Г. Г., к.б.н., доцент

*The results of the assessment of groundwater nitrates in 2016 – 2018 are analyzed in the article. The main aim is to study the level of nitrate pollution of water sources of Shchuchin and Shchuchin region.*

Обеспечение качества питьевой воды является одной из важнейших составляющих проблемы обеспечения экологической безопасности жизнедеятельности человека. С интенсивным развитием всех отраслей промышленности и сельского хозяйства она становится более сложной, так как увеличивается число потенциальных источников загрязнения.

Загрязнение воды нитратами может быть вызвано как природными, так и антропогенными причинами. В результате жизнедеятельности бактерий в водоемах аммонийные ионы могут окисляться до нитрат-ионов. Во время гроз некоторое количество нитратов образуется при электрических разрядах молний [1].

Накопление нитратов в воде является также результатом попадания в водоносные горизонты сельскохозяйственных, коммунально-бытовых и промышленных стоков [1]. По данным Национальной системы мониторинга Республики Беларусь, установлено, что наиболее интенсивным источником за-

грязнения подземных вод на территории страны является сельскохозяйственная деятельность (применение минеральных удобрений и т. д.), в результате чего в пробах подземных вод наблюдаются повышенные показатели общей жесткости, общей минерализации, окисляемости перманганатной, соединений азота [2].

В городе Щучин и Щучинском районе находится 115 артезианских скважин, которые используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Самая глубокая составляет 83 м, находится в деревне Янчуки.

Концентрацию нитратов в подземных водах определяли в соответствии с ГОСТ 33045 [3]. Оценку качества подземных вод в естественных условиях проводили в соответствии с требованиями СанПиН 10-124 РБ 99 [4].

Согласно полученным данным 2016–2018 гг., в подземных водах, используемых для водоснабжения города Щучин и Щучинского района, содержание нитратов незначительно и редко достигает нескольких процентов от общего количества анионов. Значительных сезонных изменений по химическому составу подземных вод города Щучин и Щучинского района не выявлено (таблица).

**Таблица – Содержание нитратов в артезианской воде в городе Щучин и Щучинском районе в 2016–2018 гг.**

Нахождения артезианской скважины	Месяц											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
<b>2016 год</b>												
Орля	2,3	2,5	2,8	3,4	2,5	2,8	2,6	2,7	2,5	2,3	2,6	2,4
Демброво	3,2	3,4	3,6	3,7	3,5	3,8	4,0	4,1	4,2	4,3	3,9	3,8
Первомайск	4,4	4,2	4,3	4,4	4,6	4,8	4,8	4,5	4,6	4,2	4,1	4,0
Янчуки	5,3	5,7	5,8	5,9	5,6	5,6	5,4	5,8	5,7	5,5	5,3	5,6
Василишки	2,6	2,4	2,5	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0
Протасовщина	3,3	3,6	3,8	4,0	3,3	3,2	3,5	3,8	3,9	3,7	3,5	3,4
Щучин	1,3	1,5	1,2	1,6	1,8	2,0	1,9	1,8	1,7	1,8	1,9	2,0
<b>2017 год</b>												
Орля	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	3,4	3,2	3,3	3,6	3,5	3,7	3,6
Демброво	4,0	4,1	4,2	4,2	4,4	4,3	4,1	4,0	4,4	4,2	4,5	4,2
Первомайск	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	4,9	4,6	4,3	4,5	4,3	4,2	4,4
Янчуки	6,1	6,3	6,0	5,9	5,8	6,0	6,1	6,0	6,2	6,3	6,5	6,4
Василишки	2,1	2,3	2,5	2,4	2,6	2,7	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,8
Протасовщина	3,2	3,4	3,8	3,6	3,7	3,8	3,9	3,5	3,9	3,6	3,4	3,2
Щучин	1,2	1,3	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,3	1,1	1,2	1,4	1,5
<b>2018 год</b>												
Орля	4,1	4,0	3,6	3,7	3,9	3,4	3,3	3,4	3,0	3,1	3,6	3,5
Демброво	4,3	4,5	4,8	4,6	4,7	4,5	4,7	5,0	4,6	4,7	4,6	4,9
Первомайск	3,9	3,8	3,6	3,5	3,5	3,1	3,7	3,8	3,4	3,8	3,5	3,7
Янчуки	6,4	6,6	6,1	5,9	6,0	6,0	5,9	6,3	6,1	6,1	6,4	6,8
Василишки	2,7	2,8	2,6	2,9	3,0	2,6	2,6	2,6	2,3	2,1	2,0	2,5
Протасовщина	3,0	3,2	3,1	3,4	3,5	3,4	3,4	3,3	3,0	3,0	2,9	2,8
Щучин	1,4	1,5	1,4	1,6	1,7	1,6	1,7	1,6	1,3	1,4	1,6	1,8

Соответственно стандартам, принятым в Республике Беларусь, концентрация нитратов в артезианской воде не должна превышать 45 мг/дм<sup>3</sup> [4]. Как показали исследования 2016–2018 гг., в артезианской воде города Щучин и Щучинском районе содержание нитратов в 6,8–40,9 меньше предельно допустимых концентраций.

Минимальное содержание нитратов характерно для воды артезианской скважины города Щучин (1,1–2,0 мг/дм<sup>3</sup>). Максимальные значения концентраций нитратов выявлены в воде артезианской скважины деревни Янчуки (5,3–6,6 мг/дм<sup>3</sup>). Показания нитратов в деревни Янчуки выше чем в городе Щучин, т. к. находится в сельском населенном пункте. Жители имеют подсобное хозяйство, кроме того рядом располагается комплекс по выращиванию крупного рогатого скота ОАО «Щучинагропродукт».

Таким образом, в городе Щучин и Щучинском районе соблюдены все требования для построек скважин и своевременно производятся реконструкции, что способствует обеспечению качественной водой населения и производственных процессов.

#### **Список цитированных источников**

1. Орадовская, А.Е. Санитарная охрана водозаборов подземных вод / А.Е. Орадовская, Н.Н. Лапшин // М.: Недра, 1987. – С. 36–38.
2. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2016 год. – Минск: «БелНИЦ «Экология». – 2016. – 433 с.
3. Вода. Методы определения азотосодержащих веществ: ГОСТ 33045 – 2014: Введ. 01.11.2016. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. –17 с.
4. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: СанПиН 10-124 РБ 99: Введ. 19.10.2000. – Минск: Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь, 2000. –7 с.

УДК 504.06

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ)**

**Тарасенко Л. Н.**

УО «Гродненский государственный университет», г. Гродно, Республика Беларусь, lubasha9@list.ru  
Научный руководитель – Марчик Т. П., к.б.н.

*The work and assessment of the impact of an industrial enterprise producing construction materials of the Grodno KSM (Belarus) on the quality of atmospheric air was checked. The main sources of emissions of pollutants have been identified, the quality and quantity of the composition of pollutants have been checked, the category of the enterprise's impact on the atmospheric air has been determined.*

Технологические процессы промышленных предприятий являются основными источниками загрязняющих веществ, поступающих в окружающую природную среду. Ввиду того, что безотходных технологий практически не суще-



ствуется, возникает необходимость в разработке механизмов и инструментов, позволяющих обеспечить сохранность качества природной среды.

В соответствии с законодательством Республики Беларусь в области охраны атмосферного воздуха установлены требования к охране атмосферного воздуха при проектировании, размещении, строительстве, реконструкции и эксплуатации промышленных объектов, соблюдение которых обязательно. Природопользователи должны проводить инвентаризацию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, периодичность которой зависит от установленной категории воздействия предприятия [1]. В связи с чем целью нашей работы и являлся расчет категории воздействия комбината строительных материалов на атмосферный воздух.

Филиал №5 «Гродненского КСМ» г. Гродно является структурным производственным подразделением ОАО «Красносельскстройматериалы» и относится к предприятиям Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь.

По характеру деятельности комбинат строительных материалов относится к промышленной организации и специализируется на выпуске изделий для жилищного строительства из силикатного ячеистого бетона автоклавного твердения, силикатного кирпича, а также порошкообразной извести 3-го сорта.

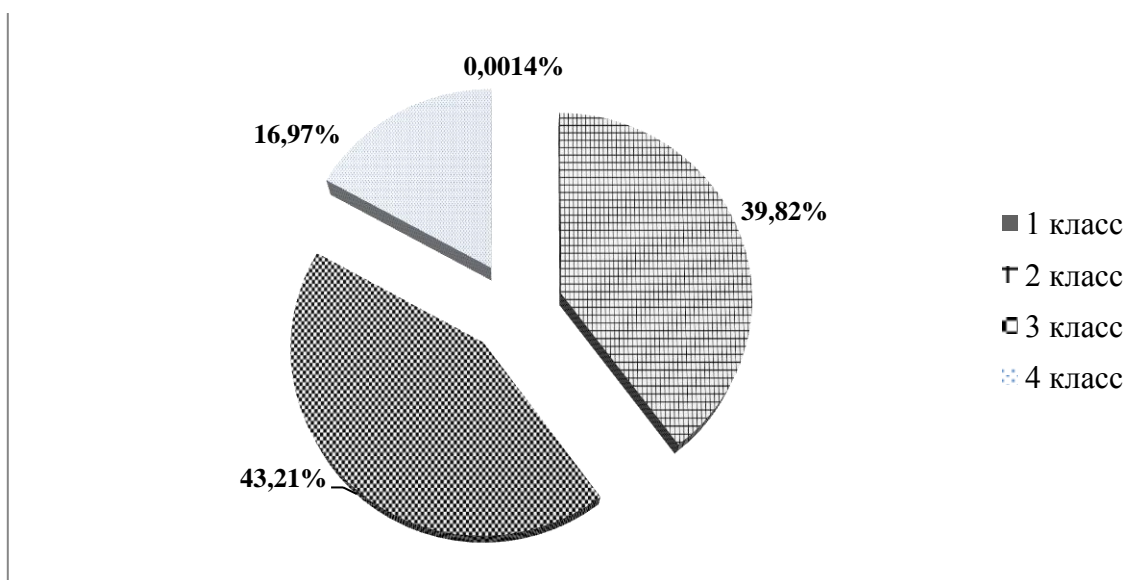
Инвентаризация, согласно «Инструкции по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу» [1], является систематизацией сведений о распределении источников по промышленной площадке предприятия, количестве и составе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

В 2018 году на комбинате строительных материалов производилась инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, где были определены источники выбросов загрязняющих веществ, а также количественный и качественный состав этих веществ.

На территории комбината строительных материалов находится 157 действующих стационарных источников выбросов загрязняющих веществ, из них организованных – 155, оснащены газоочистными установками – 36, залповые выбросы на предприятии отсутствуют. Источниками выделения отходов в производственных цехах на комбинате строительных материалов, являются: бункера цемента и вяжущего, виброгазобетонмешалка на производственных линиях, дробилка, заточный станок, пила резки блоков, бункер известковой муки и др. От вспомогательных цехов источниками выделения являются: два котла ДЕ 25-14ГМ и ТТ-200, пост зарядки аккумуляторов, шкаф сушки электродвигателей, посты газовой резки и сварки и др.

В выбросах присутствует 20 загрязняющих веществ. Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух действующим производством составляет около 22,5 т/год. Основными загрязняющими веществами, являются: диоксид азота – 7,6 т/год, азот (II) оксид – 1,2 т/год, углерод оксид – 3,7 т/год и твердые частицы – 9,9 т/год. В выбросах присутствует также хром (IV), углеводороды предельные и непредельные, углерод черный (сажа) и прочие вещества II и III класса опасности.

В качественной структуре выбросов преобладают вещества II–III классов опасности (рисунок 1): вещества I класса опасности – 0,0014%, II – 39,8%, III – 43,2%, IV – 16,9%.



**Рисунок 1 – Структура выбросов загрязняющих веществ филиала №5 «Гродненский КСМ» по классам опасности (в %)**

Категория объекта воздействия на атмосферный воздух рассчитывается в соответствии с требованиями Инструкции о порядке отнесения объектов воздействия на атмосферный воздух к определенным категориям.

Критерии для расчета: количественный и качественный состав выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия; значение относительного показателя опасности объекта воздействия; вероятность наступления на объекте воздействия событий, имеющих неблагоприятные последствия для качества атмосферного воздуха, возникновения техногенной и экологической опасности; количество стационарных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия; количество мобильных источников выбросов, находящихся на объекте воздействия; размер зоны воздействия исходя из значений расчетных приземных концентраций, создаваемых стационарными источниками выбросов в жилой зоне.

На предприятии Гродненский КСМ, разработкой нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ), инвентаризацией выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, написанием актов инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, определением эффективности работы газоочистных установок (ГОУ), разработкой паспортов ГОУ и т. д. осуществляется разработчиками фирмы НПООО «Белтехвес».

Категория объектов воздействия предприятия, исходя из произведенных расчетов и полученных данных при инвентаризации, и в соответствии с Инструкцией [1], составляет третью категорию воздействия на атмосферный воздух. Строительное предприятие «Комбинат строительных материалов» г. Гродно, на основе полученных данных при инвентаризации, обязан производить инвентаризацию выбросов 1 раза в пять лет.

Для сокращения и уменьшения выбросов загрязняющих веществ, а также для их очистки и использования на предприятии, формируется перечень мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, таких как: совершенствование технологических процессов (включая переход на другие виды топлива, сырья, материалов и др.), строительство и

ввод в действие новых газоочистных установок, перепрофилирование производства (цеха, участка) на выпуск другой продукции, ликвидация источников выбросов.

### **Список цитированных источников**

1. Об утверждении Инструкции о порядке отнесения объектов воздействия на атмосферный воздух к определенным категориям: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 29 мая 2009 г., № 30 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 162. – 8/21120.

УДК 502.3/7

## **ПЛАСТИКОВАЯ УПАКОВКА И ЕЁ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА**

**Ткачик И. Б.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig\_bstu@tut.by  
Научный руководитель – Волчек Ан. А., к.т.н., доцент, доцент кафедры природообустройства

*This article discusses plastic packaging, its impact on the environment and possible methods to reduce this impact. Attention is focused on sorting and recycling of plastic waste.*

За последние 70 лет изделия из пластика получили необычайно широкое распространение, мы уже просто не можем жить без них. Одноразовые контейнеры, скотч, пакеты всевозможной плотности, размеров и расцветки и т. д. - предложение явно превышает спрос. Живым спросом редко интересуется производитель, пакуя товары согласно коммерческим требованиям маркетинга и санслужб. Пластик - недорогой и невероятно универсальный материал, обладающий свойствами, которые делают его идеальным для применения во множестве областей [1].

Но у пластиковой упаковки есть недостаток - глобальная проблема утилизации (пластик не разлагается в природе). Производители убеждают нас, что используют только безвредные полимеры для изготовления упаковки, однако нужно понимать, что таких не существует.

Пластик — это ценный материал, а пластиковые отходы — результат его чрезмерного и нерационального использования. Пластиковые отходы оказывают существенное влияние на состояние окружающей среды, в особенности береговой линии и морской флоры и фауны.

Существуют три основных вида отрицательного воздействия пластика на морские экосистемы:

Препятствия для морских обитателей – большое количество морских животных запутывается в пластиковых отходах;

Проглатывание пластика морскими животными;

Распространение инвазионных видов - на твёрдой поверхности предметов пластикового мусора создается альтернативная среда для развития многих

организмов. Это может обернуться катастрофическими последствиями для местных видов и биологического разнообразия [1].

Большинство пластиковых упаковок после использования попадает на полигоны. С каждым годом все больше и больше пакетов загрязняют окружающую среду, становятся мусором, попадают в наши водные пути, парки, пляжи и улицы. А если пакеты сжигаются, то выделяют в воздух токсичные пары [2].

Недавно были проведены исследования химических добавок, содержащихся в пластике, касающиеся вопросов охраны здоровья людей. И именно в этом аспекте существует проблема, связанная с микрочастицами пластика. Пластик распадается на всё более и более мелкие частицы, становясь частью пищевой цепи. Дальнейшие исследования показали, что пластиковая поверхность этих частиц адсорбирует химические вещества из воды. На пластиковых предметах в морской воде обнаруживаются стойкие органические загрязнители в концентрациях на несколько порядков выше, чем их обычное содержание в воде. Эти загрязнители связаны с многочисленными отклонениями в состоянии здоровья людей: рак; диабет; изменения в иммунной системе и т. д. [1].

Хлорированный пластик может выделять вредные химические вещества в почву, которые затем могут просочиться в грунтовые воды или другие ближайшие источники воды. Это может нанести серьёзный вред тем, кто пьёт эту воду [3].

Рассмотрим, какая ситуация с пластиковыми отходами в Республике Беларусь на примере города Бреста и Брестской области. С каждым годом производство и использование в нашей стране пищевой упаковки из пластика, одноразовой пластиковой посуды, ПЭТ-бутылок и многочисленных разнообразных пластиковых изделий приводит к увеличению образования отходов пластмасс.

Существует лишь три вида обращения с ненужными пластиковыми отходами: 1) вторичная переработка; 2) сжигание; 3) захоронение на полигоне.

Наиболее рациональный и экологичный метод – вторичная переработка. Необходимо на первоначальном этапе разделять вторичные материальные ресурсы в контейнеры для отдельного сбора отходов. В Республике Беларусь этот метод с каждым годом становится всё более популярным, что видно в таблице.

**Таблица – Объём собранных вторичных материальных ресурсов контейнерами для отдельного сбора отходов в г. Бресте и Брестском районе, тонн**

Наименование	2016 г.	2017 г.
Отходы бумаги и картона	44,8	96,6
Отходы стекла	229,6	270,5
Пластиковые отходы	296,3	332,7
Всего	570,7	699,8

Из таблицы видно, что пластиковые отходы составляют половину от всего объёма и количество отходов, собираемых отдельно, увеличивается, что оказывает влияние на уменьшение вредного воздействия от пластика. Мы привыкли к одноразовому использованию упаковки, но отдельный сбор и вторичная переработка показывает нам, что можно её использовать неограниченное количество раз, это даст значительный экологический и экономический эффект.

Еще одним вариантом уменьшения количества пластиковых отходов может служить замена пластиковой упаковки на стеклянную или бумажную (картонную). Такой метод просто необходим для Республики Беларусь, так как из всех бытовых отходов 11% составляют пластиковые вторичные материальные ресурсы (которые могут использоваться для переработки - ПЭТ-бутылка, полипропилен (плотный пластик) и т. д.), а стекло – 8% [4].

Решением проблемы с пластиком может служить депозитно-залоговая система, которую планируют ввести в Беларуси к 2020 году. Она подразумевает, что в стоимость продуктов будет включена ещё и цена упаковки. Для возвращения денег эту упаковку необходимо будет сдавать в специальные автоматы. Это будет стимулировать людей к раздельному сбору отходов.

Исходя из всего вышеперечисленного, мы можем сделать вывод, что на сегодняшний день загрязнение окружающей среды пластиковыми отходами, безусловно, приводит к нарушению экологического равновесия на всей планете, а не только в районах воздействия. Это говорит о том, что данная проблема касается каждого.

Ниже приведены несколько мер по уменьшению количества пластиковых отходов, которые могут предпринять все неравнодушные к будущему нашей планеты и своему здоровью люди:

1. Большая тряпичная сумка для покупок может стать хорошей заменой пакетам.
2. Не используйте пластиковые контейнеры для хранения продуктов более 5 месяцев.
3. По возможности замените пластиковую посуду стеклянной, фарфоровой, глиняной, деревянной, из нержавеющей стали и т. д.
4. Не храните и не покупайте воду в пластиковых бутылках.
5. Горячие напитки лучше употреблять не в пластиковых, а в бумажных стаканчиках.
6. Сортируйте отходы. Это позволит отправлять их на переработку, а не на полигон [5].

В идеале, лучше вообще отказаться от изделий из пластика в своей жизни и заменить продукцией из других материалов, которые оказывают меньший вред или безвредны.

### **Список цитированных источников**

1. Стоп пластик! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://anywater.ru/pubs/stop-plastic/>. – Дата доступа: 12.03.2019.
2. Пластиковая посуда и пакеты. Влияние на человека и природу. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://yoga-life.su/health/interesting/300-vred-plastica>. – Дата доступа: 17.03.2019.
3. Пластиковое загрязнение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5\\_%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%8F%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D0%B7%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%8F%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5). – Дата доступа: 22.03.2019.
4. Экологи — за отказ от бесплатных пакетов. Как будет работать директива президента по пластику? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.tut.by/society/628658.html?crnd=70229>. – Дата доступа: 24.03.2019.
5. Загрязнение окружающей среды пластиком [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bestlavka.ru/zagryaznenie-okruzhayushhej-sredy-plastikom/>. – Дата доступа: 26.03.2019.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОГО РАЗМЕТОЧНОГО ПРОТИВОСКОЛЬЗЯЩЕГО МАТЕРИАЛА КАК УЛУЧШЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Тричик В. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, tricikvaleria@gmail.com  
Научный руководитель – Тур Э. А., к.т.н., доцент, tur.elina@mail.ru

*The use of environmentally friendly acrylic anti-slip cold plastics in horizontal road marking for special purposes allows increasing the service life of the marking coating, saving materials and energy resources, and increasing traffic safety.*

В настоящее время в Республике Беларусь большую роль играют современные технические средства организации дорожного движения, к которым относятся дорожные знаки, горизонтальная и вертикальная разметка, светофоры и направляющие устройства. Для горизонтальной дорожной разметки городских улиц применяют краски, термопластики, холодные пластики, полимерные ленты, а также световозвращатели, используемые для оптической ориентации водителя, в сочетании с линиями горизонтальной разметки. В последние годы появились инновационные разработки принципиально новых, перспективных, экологически полноценных акриловых материалов для горизонтальной разметки автомобильных дорог – холодных пластиков химического отверждения, которые являются альтернативой современным органорастворимым краскам [1].

В отличие от красок, содержащих органические растворители, пластики отверждаются за счет протекания химической реакции инициированной радикальной полимеризации [2]. Холодные пластики изготавливают на основе реакционно-способных акриловых мономеров. Связующее представляет собой 20%-й раствор сополимера бутилакрилата и метилметакрилата в смеси исходных мономеров с добавлением катализатора. В состав высоконаполненной полимерной композиции (компонент А) входят: минеральные наполнители, диоксид титана рутильной формы или другой минеральный пигмент в зависимости от требуемого цвета, а также комплекс функциональных добавок (диспергаторов, смачивателей, пластификаторов) [3]. Компонент В представляет собой инициатор полимеризации, чаще всего – перекись бензоила в виде 50%-го порошка (для снижения пожаро-и взрывоопасности её наносят заводским способом на инертную матрицу) или в виде 25%-й пасты в двухатомных спиртах [4]. Пластики после отверждения образуют толстослойное твердое непрозрачное лакокрасочное покрытие, иногда содержащее в составе до 25% световозвращающих стеклошариков.

Для улучшения состояния окружающей среды, снижения экологической нагрузки разработан и испытан в лабораторных условиях экологичный акриловый материал химического отверждения для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Он предназначен для создания противоскользких покрытий с повышенной шероховатостью. Комплексное композиционное покрытие состоит из трёх слоёв: нижний и верхний – из пластика химического отверждения, промежуточный – из минерального наполнителя.

В качестве минерального наполнителя использовали бокситную крошку фракционного состава 5-20 мм. Отверждение производили перекисью бензоила в количестве 1,5-2,0% от массы пластика. Оптимизированная рецептура экологичного противоскользящего пластика приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Рецептура экологичного противоскользящего пластика**

Наименование компонента	Содержание, масс. %
20%-й раствор бутилметакрилового сополимера в смеси мономеров	40,0
Катализатор аминного типа (N,N-диметил-n-толуидин)	0,1
Стабилизатор неокрашивающий (2,4,6-три-трет-бутилфенол)	0,5
Диспергатор (раствор высокомолекулярного блок-сополимера, содержащего аминные группы, в ксилоле)	0,5
Агент реологии (раствор модифицированного карбамида в N-метилпирролидоне)	0,9
Пигмент (красный свинцово-молибдатный крон – изоморфная смесь хромата, сульфата и молибдата свинца)	5,0
Микрораморный наполнитель (карбонат кальция) фракции $\varnothing_{ср} = 25$ мкм	53,0

Жизнеспособность холодного акрилового пластика после соединения компонентов А и В, смешение которых производится непосредственно перед нанесением материала на дорожное покрытие, является важной технологической характеристикой. Она должна находиться в определённых пределах, а именно 20-30 мин. За этот период времени композиция должна быть тщательно перемешана с инициатором полимеризации и нанесена на дорожное полотно. Более длительное «время жизни» неприемлемо, так как при проведении разметочных работ в любое время года движения перекрывают на период времени не более 20-40 мин [4].

Пластик исследовали в лабораторных условиях на соответствие СТБ 1520 «Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог» [5] стандартными методами [6]. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Комплексное акриловое противоскользящее покрытие сочетает в себе твердость, износостойкость, эластичность, морозостойкость, стойкость к воздействию воды и водного раствора хлорида натрия, устойчивость к воздействию переменных температур (многократный переход через 0°C), высокую адгезию к асфальтобетонному дорожному полотну. Неотверждённый материал показал достаточную стабильность при хранении, позволяющую транспортировать его на длительные расстояния даже при высоких температурах (до +60°C), то есть использовать в южных регионах [7].

Применение экологичных акриловых противоскользящих холодных пластиков при устройстве горизонтальной дорожной разметки специального назначения позволяет: увеличить срок службы разметочного покрытия; сэкономить материалы и энергоресурсы; повысить безопасность движения; улучшить экологическую обстановку при проведении разметочных работ за счет отсутствия в составе пластиков органических растворителей.

**Таблица 2 – Результаты лабораторных испытаний пластика**

Наименование показателя	Величина
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,7
Стабильность при хранении, баллы	не менее 3
Время отверждения до степени 5 при температуре (20±2) <sup>0</sup> С	не более 25 мин
Массовая доля нелетучих веществ (с инициатором), %	98
Стойкость покрытия к статическому воздействию воды и 3%-го водного раствора хлорида натрия при t= (20±2) <sup>0</sup> С, ч	более 100
Стойкость покрытия к статическому воздействию насыщенного водного раствора хлорида натрия при t= (0±2) <sup>0</sup> С, ч	более 100
Адгезия к асфальтобетону, МПа: - до замораживания - оттаивания - после 10 циклов замораживания – оттаивания	более 0,5 более 0,4
Эластичность покрытия при изгибе, мм	16
Водонасыщение, % по объёму	0,4

**Список цитированных источников**

1. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
2. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
3. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. - М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 264 с.
4. Охрименко, И.С. Химия и технология плёнообразующих веществ / И.С. Охрименко, В.В. Верхованцев. – Л.: Химия, 1978. – 392 с.
5. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Технические условия: СТБ 1520-2009.
6. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988.-272 с.
7. Тур, Э.А. Исследование эксплуатационных свойств экологичного разметочного противоскользящего акрилового материала/ Э.А. Тур, Н.М. Голуб // Вестник Брестского государственного технического университета.- Брест: БрГТУ, 2014 - №2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 123-125.



## АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА OLEACEAE L.

**Тропец С. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г.Брест, Республика Беларусь, stropets96@mail.ru  
Научный руководитель – Бойко, В. И., к. б. н., доцент

*This article discusses the anatomical structure of leaf plates of some members of the Olive family. The study showed that the internal structure of the leaf plate of the studied species of the olive family has a significant set of anatomical features that can be used in the diagnosis of plants.*

Внутреннее строение вегетативных органов растений имеет широкое применение при диагностике. Анатомические признаки широко используются для проведения научной и криминалистической экспертиз, а также при уточнении границ таксонов [1].

Материал для анализа (листья) собран в ноябре 2017 года в «Саду непрерывного цветения» отдела «агробиология» центра «Экология» Учреждения образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина».

Образцы однолетнего листа фиксировали в 96% спирте, выдерживали в смеси спирта и глицерина (1:1), по общепринятой в анатомии растений методике [2], из фиксированного материала готовили срезы (на санном микротоме с замораживающим столиком) и постоянные препараты. Последние анализировали на световом микроскопе. Измерения производили при помощи винтового окуляра-микрометра МОВ-1-15.

**Анатомическое строение листовой пластинки бирючины обыкновенной.** Ширина листовой пластинки бирючины обыкновенной на поперечном срезе составляет около 300 мкм.

Эпидерма однослойная, ткань представлена овальными клетками в поперечнике. Радиальный размер их равен 10 мкм, а тангентальный – 15-20 мкм. Трихомы в верхнем эпидермисе не обнаружены.

Под эпидермой располагается двухслойная столбчатая паренхима. Ширина ткани на поперечном срезе достигает 170 мкм. Клетки имеют высоту 32-38 мкм и ширину около 15-17 мкм.

Ниже палисадной ткани располагается губчатая паренхима, которая представлена овальными клетками диаметром 21-26 мкм.

С нижней стороны лист покрыт слоем эпидермы, который представлен овальными клетками. Их радиальный размер составляет до 16 мкм, а тангентальный – 7 мкм. Между клетками хорошо развита сеть межклетников. Хлоропластов в ткани значительно меньше, чем в палисадной.

В центре листовой пластинки располагается центральная жилка, в которой располагается коллатеральный проводящий пучок, в котором флоэма граничит с ксилемой. Ксилема представлена сосудами, которые имеют овальную форму. Размер сосудов в диаметре составляет 20-25 мкм. Ситовидные трубки на поперечном срезе имеют округлую форму, размер их поперечника составляет 11-14 мкм.

Снизу проводящий пучок окружен механической тканью диаметр поперечника клеток которой составляет 9-12 мкм. Под проводящей тканью располагается паренхимная ткань, диаметр клеток которой составляет от 20 до 55 мкм.

**Анатомическое строение листовой пластинки маслины европейской.** Ширина листовой пластинки маслины европейской на поперечном срезе составляет около 750 мкм.

Эпидерма однослойная, ткань представлена округлыми клетками в поперечнике. Радиальный размер их равен 13 мкм, а тангентальный – около 9 мкм. Наружная тангентальная стенка клеток покрыта слоем кутикулы.

Под эпидермой располагается многослойная столбчатая паренхима. Ширина ткани на поперечном срезе достигает 400 мкм. Клетки имеют высоту около 50 мкм и ширину около 17 мкм.

Ниже палисадной ткани располагается губчатая паренхима, которая представлена овальными клетками диаметром 14-16 мкм. Между клетками хорошо развита сеть межклетников.

С нижней стороны лист покрыт слоем эпидермы, который представлен овальными клетками. Их радиальный размер составляет до 18 мкм, а тангентальный – около 10 мкм.

В центре листовой пластинки располагается центральная жилка. С обеих сторон которой располагается колленхима. Ткань представлена округлыми в поперечнике равно-утолщенными клетками. Диаметр ее клеток равен от 17 до 28 мкм.

В центральной жилке располагается коллатеральный проводящий пучок, в котором флоэма граничит с ксилемой. Вокруг флоэмы располагается кольцо механических элементов шириной около 12 мкм. Ксилема представлена сосудами, которые имеют округлую форму. Размер сосудов в диаметре составляет 13–15 мкм. Ситовидные трубки на поперечном срезе имеют округлую форму, размер их поперечника составляет около 16 мкм.

На протяжении всей листовой пластинки встречаются идиобласты [3].

**Анатомическое строение листовой пластинки жасмина самбака.** Ширина листовой пластинки жасмина самбака на поперечном срезе составляет около 140 мкм.

Эпидерма однослойная, ткань представлена овальными клетками в поперечнике. Радиальный размер их равен 14 мкм, а тангентальный – 15-18 мкм (табл.1). Наружная тангентальная стенка клеток покрыта слоем кутикулы, который достигает 1-2 мкм. Трихомы в верхнем эпидермисе высотой от 75 до 200 мкм, одиночные.

Под эпидермой располагается столбчатая паренхима. Ширина ткани на поперечном срезе достигает 43 мкм. Клетки имеют высоту 13-15 мкм и ширину около 11-14 мкм.

Ниже палисадной ткани располагается губчатая паренхима, которая представлена овальными клетками диаметром 12-15 мкм. Между клетками хорошо развита сеть межклетников. В губчатом мезофилле присутствуют ромбические кристаллы оксалата кальция.

С нижней стороны лист покрыт слоем эпидермы, который представлен овальными клетками. Их радиальный размер составляет до 10 мкм, а тангентальный - 6-8 мкм. Наружная тангентальная стенка покрыта слоем кутикулы, толщина которого гораздо меньше, чем в верхнем эпидермисе - около 1 мкм. Встречаются группы трихом высотой до 250 мкм.

В центре листовой пластинки располагается центральная жилка. Над ней сверху располагается паренхимная ткань, диаметр ее клеток составляет от 12 до 22 мкм.

В центральной жилке располагается коллатеральный проводящий пучок, в котором флоэма граничит с ксилемой. Ксилема представлена сосудами, которые имеют овальную форму и слегка вытянуты вдоль толщины листовой пластинки. Размер сосудов в диаметре составляет 20-25 мкм. Ситовидные трубки на поперечном срезе имеют округлую форму, размер их поперечника составляет 12-15 мкм.

Структура листовой пластинки изученных представителей не отличается топографией тканей, но в то же время можно отметить следующее: на протяжении всей листовой пластинки маслины европейской встречаются идиобласты, в связи с чем листовая пластинка очень жесткая по сравнению с остальными.

В структуре листовой пластинки жасмина самбака в нижнем эпидермисе встречаются группы трихом (от 3 до 5), а в верхнем - одиночные трихомы, чего у других представителей не наблюдается.

Также можно отметить, что ширина листовой пластинки маслины европейской превосходит ширину остальных в несколько раз за счет многослойного столбчатого мезофилла.

Перечисленные признаки наряду с морфологическими могут быть использованы при диагностике представителей семейства маслинные.

#### **Список цитированных источников**

1. Бойко, В.И. Анатомическое строение коры видов сем. Ericaceae Juss. / дисс.... канд.биол.наук: 03.00.05 / В.И. Бойко. – Воронеж, 1995. – 237 с.

2. Прозина, Н.М. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1960. – 260 с.

3. Тропец, С.А. Анатомическое строение вегетативных органов маслины европейской (*Olea europaea* L.)/С.А. Тропец, В.И. Бойко// Инновации в науке и практике: сборник статей по материалам X Международной научно-практической конференции, Барнаул, 2 октября 2018 г. : в 4 ч./ редкол.: И.А. Соловьев [и др.]– Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2018. – С. 39-45.

УДК 502.2:577.13:582.734.6:634.23

## **БИОФЛАВОНОИДЫ ЧЕРЕШНИ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

**Троянчук В. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, nkolbas@gmail.com  
Научный руководитель – Колбас Н. Ю., к.б.н., доцент

*Data on the bioflavonoids content of 9 varieties and 2 hybrids of Belarusian sweet cherry are presented in this article. The total anthocyanins content varies from 10.27 to 83.38 mg of cyanidin 3-O-rutinoside, the total phenolic acids content varies from 18.24 to 47.27 mg of caffeic acid and the total flavan-3-ol content varies from 8.5 to 31.47 mg of (+)-catechin per 100 g of FW fruit.*

Черешня (*Prunus avium* L., син. – *Cerasus avium* (L.) Moench) – самая древняя форма вишни и вообще одно из самых древних фруктовых растений, ко-

торые окультурил человек. На территории Беларуси черешня культивируется преимущественно в южных регионах. Сотрудниками НИИ РУП «Институт плодоводства» (РБ) выведены и апробированы зимостойкие, высококачественные, крупноплодные сорта, специально подобранные для местных условий. В настоящее время коллекция института плодоводства насчитывает 3 семенных подвоя и более 300 сортов черешни, 9 из них (Витязь, Гасцинец, Гронковская, Медуница, Наслаждение, Сюбаровская, Ипать, Овстуженка, Тютчевка) включены в Государственный реестр сортов РБ [1] как высокопродуктивные сорта на любой вкус, разных сроков созревания, проверенные временем, устойчивые к болезням.

В целом, плоды черешни состоят из 82% воды, 16% углеводов, 1% белка и практически не имеют жира (0,2 г на 100 г). Биохимический состав плодов черешни весьма разнообразен и включает: витамины (группа В, А, Е и С), органические кислоты (салициловая, янтарная, лимонная, яблочная и др.), углеводы (в основном фруктоза, а также глюкоза), фенольные соединения (гидроксibenзойные кислоты, биофлавоноиды и дубильные вещества), пектины (до 0,7%), эссенциальные элементы (калий, магний, кальций, железо, йод, фосфор и медь) [2]. Особенности биохимического состава определяют и полезные свойства плодов черешни.

Целью нашего исследования являлось изучение содержания фенолкарбоновых кислот, биофлавоноидов (флаван-3-олов и антоцианов) в плодах черешни белорусской селекции.

Объектами данного исследования были плоды 9 сортов (Витязь, Гасцинец, Гронковская, Мария, Медуница, Минчанка, Наслаждение, Народная, Сюбаровская) и 2-х гибридов (G1 (11-131) и G2 (15-126)). Плоды заготавливали в стадии потребительской зрелости в РУП «Институт плодоводства» (аг. Самохваловичи, Минский район).

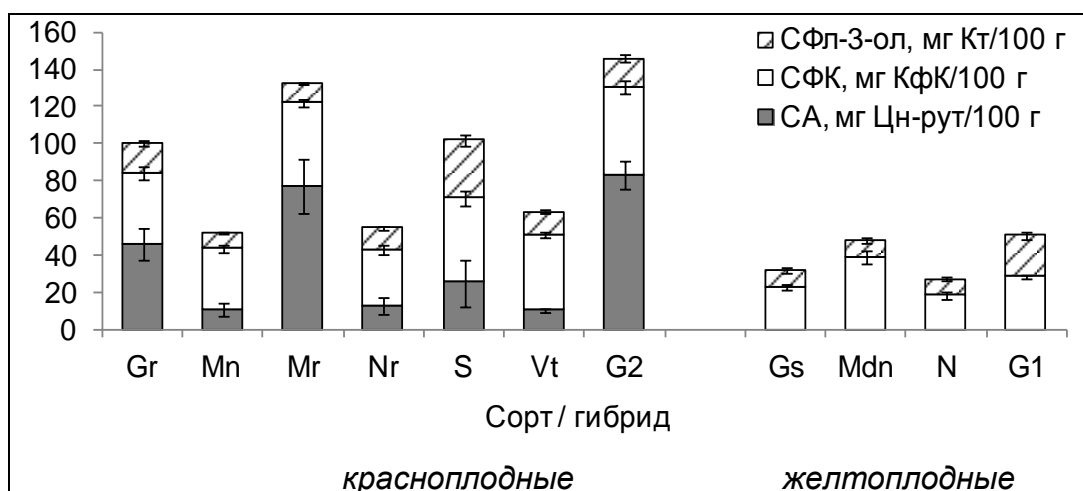
Содержания фенолкарбоновых кислот определяли по модифицированной методике L.R. Fukumoto и G. Mazza [3]. Оптическую плотность определяли при длине волны 280 нм и выражали в мг кофейной кислоты на 100 г сырых плодов (мг КфК/100 г).

Содержание флаван-3-олов в плодах черешни проводили спектрофотометрическим методом, предложенным по P. Ribéreau-Gayon [4, с. 174] при длине волны 550 нм и выражали в мг катехина на 100 г плодов (мг Кт/100 г).

Содержание антоцианов красноплодной черешни (сорта Витязь, Гронковская, Мария, Минчанка, Народная, Сюбаровская и гибрид G2) проводили рН-дифференцированным спектрофотометрическим методом, согласно M.M. Giusti и R.E. Wrolstad [5] при длинах волн 510 и 700 нм. Общее содержание антоцианов рассчитывали согласно рекомендациям [5] и выражали в мг цианидин 3-О-рутинозида на 100 г сырых плодов (мг Цн-рут/100 г), учитывая коэффициент разбавления и молярную экстинкцию доминирующего антоциана (7000 л/(моль•см)).

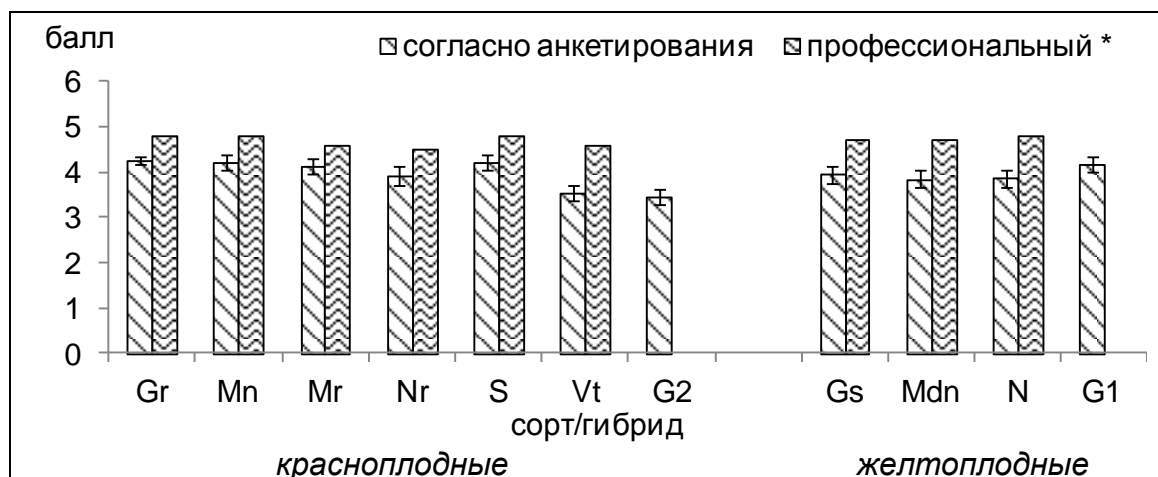
Все опыты были выполнены в трехкратной повторности. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Профиль фенольных соединений плодов черешни представлен на рисунке 1. Содержание фенолкарбоновых кислот варьировало от 18,24 до 47,27 мг КфК/100 г; флаван-3-олов – от 8,5 до 31,47 мг Кт/100 г. Содержание антоцианов красноплодной черешни составило 10,27–83,38 мг Цн-рут/100 г.



*Gr – Гронковая, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сябаровская, Mr – Мария, Vt – Витязь, G2 – гибрид 15-126, Gs – Гасцинец, Mdn – Медуница, N – Наслаждение, G1 – гибрид 11-131; СА – содержание антоцианов, Цн-рут – цианидин 3-О-рутинозид, СФК - содержание фенолкарбоновых кислот, КфК – кофейная кислота, СФл-3-ол – содержание флаван-3-олов, Кт – катехин*  
**Рисунок 1 – Содержание антоцианов, фенолкарбоновых кислот и флаван-3-олов в плодах черешни потребительской спелости**

Фенольные соединения, в том числе и биофлавоноиды, во многом определяют органолептические свойства (вкус, аромат и окраску) растительной продукции. В нашем исследовании дегустационная оценка была ниже, чем профессиональная (рисунок 2). Согласно оценке дегустаторов предпочтения распределились следующим образом: Минчанка > Гронковая > Сябаровская ≈ гибрид G1 > Гасцинец ≈ Медуница ≈ Народная ≈ Витязь > Мария ≈ Наслаждение > гибрид G2, при общей дегустационной оценке от 3,1 до 4,3 баллов.



\* – дегустационный балл приведен только для сортов согласно их сортоописанию как оценка профессиональных дегустаторов [1]; Gr – Гронковая, Mn – Минчанка, Nr – Народная, S – Сябаровская, Mr – Мария, Vt – Витязь, G2 – гибрид 15-126, Gs – Гасцинец, Mdn – Медуница, N – Наслаждение, G1 – гибрид 11-131  
**Рисунок 2 – Общая дегустационная оценка черешни**

Таким образом, содержание биофлавоноидов плодов черешни при культивировании в условиях Беларуси совпадает со средними данными по Европе [2]. По совокупности изученных параметров можно рекомендовать расшире-

ние площадей, отводимых под культивирование красноплодных сортов черешни Гронковую и Минчанку, желтоплодных сортов - Медуницу.

Работа выполнена в рамках белорусско-сербского научно-технического проекта Б18СРБГ-010 «Фенольные соединения и антиоксидантная активность плодов вишни и черешни сербской и белорусской селекции» (№ ГР 20180998 от 28.06.2018).

#### **Список цитированных источников**

1. Каталог плодовых культур. Черешня – [Электронный ресурс]. – Режим удаленного доступа: <http://www.belsad.by/site/ru/catalog.html?func=viewcategory&catid=22>. – Дата доступа: 30.01.2019.

2. Помология. В 5 т. Т. 4: Слива, вишня, черешня / Н. И. Туровцев [и др.] под общ. ред. М. В. Андрейченко, П. В. Кондратенко. – Киев : Урожай, 2004. – С. 157–267.

3. Fukumoto, L. R. Assessing Antioxidant and Prooxidant Activities of Phenolic Compounds / L. R. Fukumoto, G. Mazza // J. Agric. Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 8. – P. 3597–3604.

4. Handbook of enology [Traité d'oenologie. English] / P. Ribéreau-Gayon [et al.] – West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2006. – Vol. 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments – 444 p.

5. Giusti, M. M. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy / M. M. Giusti, R. E. Wrolstad // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2001. – F1.2.1–F1.2.13.

УДК 504.453

### **ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ $^{137}\text{Cs}$ РЫБ ВИДА КАРАСЬ СЕРЕБРЯНЫЙ В ВОДОЁМАХ ЛУНИНЕЦКОГО РАЙОНА**

**Хартонович Е. А.**

ГУО «Средняя школа № 2 г. Лунинца», г. Лунинец, Брестская область, Республика Беларусь, e-mail [ehartonovich@mail.ru](mailto:ehartonovich@mail.ru)  
Научный руководитель – Ильючик Нина Семёновна, учитель биологии

*In Luninets district people are actively engaged in fishing. Hardly anybody thinks that fish or some of its organs may be a source of radiation for a human. That is why it is important to study not only the content of radiocesium in fish organs but also a way to reduce this radionuclide by heat processing of fish. The goal of this research is to determine the localization of  $^{137}\text{Cs}$  in organs of Silver Carp – one of the main commercial fish species in fresh water reservoirs in Luninets district.*

*The hypothesis that  $^{137}\text{Cs}$  spreads in fish organs unevenly and cooking processing can decrease the amount of radioactive pollution is correct.*

**Актуальность.** На радиоактивно загрязнённых территориях Брестской области, несмотря на радиологический мониторинг и активное информирование населения, проводится любительский лов рыбы, и проблема возможности её использования в пищу остаётся по-прежнему актуальной. Поэтому полученная информация о локализации  $^{137}\text{Cs}$  в теле рыбы и способах её обработки для снижения содержания радионуклидов может использоваться для просве-

нительской работы населения, проживающего в населённых пунктах на загрязнённых территориях.

**Цель** – определение содержания и локализации  $^{137}\text{Cs}$  в органах рыбы вида карась серебряный (*Carassius gibelio*).

**Объект исследования:** популяция вида карась серебряный (*Carassius gibelio*) в искусственных мелиоративных каналах Лунинецкого района.

**Предмет исследования:** локализация  $^{137}\text{Cs}$  в органах рыбы вида карась серебряный.

**Гипотеза:** мы предполагаем, что для  $^{137}\text{Cs}$  характерно неравномерное распределение по органам и тканям рыбы, а способы кулинарной обработки уменьшают количество радиоактивного загрязнения радиоцезием.

#### Задачи

- осуществить анализ научной литературы по проблеме исследования;
- определить уровень загрязнения в теле рыбы вида карась серебряный радиоактивным цезием;
- сравнить полученные результаты накопления  $^{137}\text{Cs}$  в различных органах рыбы;
- определить эффективность механической и термической обработки по уменьшению уровня загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ ;
- дифференцировать уровень насыщенности  $^{137}\text{Cs}$  в органах рыбы карась серебряный в зависимости от метода термической обработки;
- разработать рекомендации для населения Лунинецкого района по потреблению речной рыбы.

#### Методы исследования

При проведении эксперимента мы использовали метод теоретического анализа научной литературы по проблеме исследования, радиометрический (измерение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в пробах осуществлялось гамма-радиометром AtomtexРКГ-АТ1320А № 20362) и экспериментальный (термическая обработка рыбы и её частей: варка и обжаривание в подсолнечном масле до готовности).

#### Период и место проведения исследования

Исследования проводились в период с августа по октябрь 2018 года в центре практической радиологической культуры (ЦПРК) (Государственное учреждение образования «Средняя школа №2 г. Лунинца»).

#### Этапы исследования

На первом этапе нами были определены водоёмы, в которых будем вести отлов рыбы. При определении мест отлова рыбы учитывались: территориальная относительность водоёма к населённому пункту и зона загрязнения. На втором этапе нашего исследования мы проанализировали видовой состав вылавливаемой рыбы в отобранных нами местах отлова. Мы остановили свой выбор на рыбе вида карась серебряный.

На третьем этапе произвели механическую и термическую обработку рыбы, разделили на три группы для проведения эксперимента: сырая, отварная и жареная. На четвёртом этапе произвели измерения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  (Бк/кг) в органах: голова, кости скелета, мышцы и плавники в теле сырой, отварной и жареной рыбы. Сделали выводы по результатам исследования.

#### Выводы и заключение

По результатам проведённого эксперимента можно сделать следующие выводы:

1. Интенсивность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  в местах отлова рыб вида карась серебряный различна. Существует зависимость между удельной активностью  $^{137}\text{Cs}$  в рыбах и загрязнением радиоцезием прилегающих территорий. Чем выше загрязнение  $^{137}\text{Cs}$  в местности, на которой расположен водоем, тем выше

уровень удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в органах рыбы. Об этом свидетельствуют данные результатов исследования. Уровень накопления  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе, выловленной в водоемах д.Вулька-2, д. Красная Воля, д.Синкевичи превышает допустимые уровни (РДУ-99 содержания цезия-137 в речной рыбе 370 Бк/кг).

2. Различается и накопление  $^{137}\text{Cs}$  в органах рыбы. Наибольшее содержание данного радионуклида у рыб вида карась серебряный находится в голове и плавниках. У рыб, выловленных на территории с уровнем загрязнения 1-5 Ки/км<sup>2</sup>, значительно загрязнены радиоцезием плавники и скелет.

3. Термическая обработка рыбы уменьшает уровень радиоактивного загрязнения.

4. При варке рыбы уменьшение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в органах тела карася серебряного следующее: в мышцах на 33-42 %; в костях на 22-32 %; в голове на 25-30 %; в плавниках на 10-22 %. Следовательно: при варке рыбы в большом количестве воды до 40%  $^{137}\text{Cs}$  переходит в отвар.

5. Изменения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в органах тела жареной рыбы неоднозначны: при жарке в мышцах рыбы цезий уменьшается от 7 до 12%; при жарке головы цезий увеличивается от 4 до 12,8% в первых 5-ти случаях, а в последнем снижается до 5,6%; в костях цезий увеличивается от 12 до 15% в первых 4-х случаях, а в последних 2-х снижается от 6 до 7%; в плавниках цезий увеличивается от 0,3 до 9,8%.

Таким образом, можно сделать общий вывод, что для  $^{137}\text{Cs}$  характерно неравномерное распределение по органам и тканям рыбы, способы кулинарной обработки способны уменьшить его количество в тканях.

#### **Список использованных источников**

1. Буянов, Н.И. Накопление и выведение искусственных радионуклидов организмами пресноводных рыб / Н.И. Буянов // Экология. – 1983. – №4.

2. Василенко, И. Радиоактивное излучение / И. Я. Василенко // Вопросы питания. – 1988. – № 4. – С. 4-11.

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

4. Василенко, И. Радиоактивный цезий-137/ И. В. Василенко // Природа. – 1999. – № 3. – С. 69-76.

5. Шашко, А. В. Накопление и содержание цезия-137 в организме рыб, обитающих в водоемах Припятского Полесья / А.В. Шашко, Л.Н. Шашко // Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь, Брестский филиал РНИУП «Институт радиологии», г. Пинск, Республика Беларусь, 2009. – 17с.

6. Кузьменко, М. Л. Техногенные радионуклиды в пресноводных экосистемах / М.Л. Кузьменко, Д.И. Гудков – К.: Наукова думка, 2010. – 263 с.

7. Гричик, В. В. Животный мир Беларуси. Позвоночные: учебное пособие / В. В. Гричик, Л. Д. Бурко. – Минск: Выш. школа, 2013. –399 с.

8. Иванцов, Д. Н. Радиоактивное загрязнение ихтиофауны водоемов, расположенных на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Д. Н. Иванцов, А.В. Гулаков// Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 6 (99), 2016.

9. Климчук, А.М. Геоэкологическая оценка окружающей среды Лунинецкого района / А. М. Климчук // Белорусский государственный университет. – Минск, 2017. – 67 с.

10. Радиационная безопасность. – <https://docplayer.ru/45590464>. Интернет-ресурс.



## ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

**Ховренкова А. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, alyonakhovrenkova@gmail.com  
Научный руководитель – Колбас Н. Ю., к.б.н., доцент

*This article discusses the use of environmentally friendly growth and development regulators on the example of epibrassinolide in different concentrations. The influence of epibrassinolide on the ripeness parameters of grape fruits (titratable acidity, content of soluble sugars, ripeness index) is estimated.*

В последние годы в мировом сельском хозяйстве уделяется значительное внимание разработке технологий применения экологически безопасных регуляторов роста при выращивании как сельскохозяйственных, так и плодовых культур. Соединения, обладающие высокой физиологической активностью, способны в малых дозах оказывать влияние на метаболизм растений, что позволяет усиливать проявление полезных физиологических и биологических функций и повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [1].

Одними из представителей экологически безопасных регуляторов роста и развития являются фитогормоны. В настоящее время активно изучается и интегрируется в хозяйственную деятельность новый шестой класс растительных гормонов полиоксистероидной природы – брассиностероиды (БС) [2]. Нами изучалось влияние одного из представителей данного класса – эпибрассинолида (ЭБЛ) на биохимические показатели спелости различных сортообразцов винограда (*Vitis* L.), произрастающих в условиях г. Бреста (РБ).

Для проведения опыта были отобраны четыре сортообразца *Vitis*: 2 из них антоцианосодержащие (V-1 и V-2) и 2 безантоциановые (V-3 и V-4), так называемые белые, произрастающие на территории отдела «Агробиология» Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина (г. Брест). Сортообразцы характеризуются хорошей степенью вызреваемости лозы, высокой урожайностью, устойчивостью к болезням и редителям, повышенной зимостойкостью и являются перспективными сортами смешанного использования. Отметим, что почва и водный режим стационара благоприятны для плантационного выращивания винограда.

Выбор рабочего БС, а также подбор концентраций осуществлялся после анализа литературных данных и лабораторных экспериментов. Таким образом, для обработки ЭБЛ были выбраны концентрации  $10^{-5}$  и  $10^{-6}$  %.

Определение содержания растворимых сухих веществ (в т. ч. сахаров) проводили рефрактометрическим методом согласно СТБ ГОСТ Р 51433/ПР, титруемой кислотности – согласно ГОСТу Р 51434-99.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Полученные нами результаты представлены в таблице.

**Таблица – Биохимические показатели спелости винограда при обработке эпибрассинолидом**

Концентрация, %	ТК, г/л		Содержание сахаров, °Вх		ИС	
	1 год (2017)	2 год (2018)	1 год (2017)	2 год (2018)	1 год (2017)	2 год (2018)
<b>V-1</b>						
Контроль	1,15±0,05	0,58±0,14	14,32±1,68	17,76±0,37	13,02±1,74	31,69±2,55
ЭБЛ -5	0,92±0,05*	0,56±0,08	20,37±1,32** *	21,07±0,37* *	22,5±3,27**	38,31±2,84*
ЭБЛ -6	1,03±0,16	0,52±0,03	16,08±0,97	19,03±0,37*	15,99±3,4	36,88±2,55
<b>V-2</b>						
Контроль	0,83±0,1	0,56±0,13	20,86±0,97	17,91±0,97	25,53±3,67	33,8±2,54
ЭБЛ -5	0,98±0,12	0,64±0,04	24,17±0,73*	25,3±0,37** *	24,88±3,63	39,86±2,83*
ЭБЛ -6	0,62±0,04* *	0,69±0,1	25,58±1,32*	25,79±1,1** *	41,07±3,18* *	37,86±4,99
<b>V-3</b>						
Контроль	0,73±0,08	0,61±0,05	19,17±0,97	20,44±0,36 5	28,76±7,38	33,78±3,03
ЭБЛ -5	0,84±0,07	0,53±0,13	19,09±0,96	25,16±1,27* *	22,85±2,11	49,39±8,94* *
ЭБЛ -6	0,52±0,06* *	0,5±0,02*	25,02±0,98**	25,65±0,37* *	48,42±3,9** *	51,39±1,8**
<b>V-4</b>						
Контроль	0,89±0,06	0,67±0,01	17,76±0,97	18,33±0,37	21,86±7,02	27,81±3,47
ЭБЛ -5	1,15±0,03	0,6±0,09	31,07±0,98** *	22,2±0,96*	28,45±5,07	37,52±4,5**
ЭБЛ -6	0,89±0,09	0,56±0,06*	33,6±2,56***	26±0,37**	38,03±3,3**	47,49±6,79* **

Примечание: V-1, V-2 – антоцианосодержащие сортобразцы винограда; V-3, V-4 – безантоциановые сортобразцы винограда; ЭБЛ -5, ЭБЛ -6 – эпибрассинолид в концентрации  $10^{-5}\%$  и  $10^{-6}\%$  соответственно; ТК – титруемая кислотность; ИС – индекс спелости, \* – достоверное отличие от контроля при  $P<0,05$ ; \*\* – достоверное отличие от контроля при  $P<0,01$ ; \*\*\* – достоверное отличие от контроля при  $P<0,001$ .

Для четырех контрольных сортобразцов выявлено снижение титруемой кислотности во 2-й год исследований на 49,7; 32,9; 16,6 и 24,9% соответственно, что объясняется особенностями погодных условий г. Бреста. Репрезентативные результаты титруемой кислотности получены для безантоцианового сортобразца V-3 при обработке ЭБЛ в концентрации  $10^{-6}\%$ , снижение составило в среднем 23,5%.

Содержание растворимых сахаров в контрольных сортобразцах винограда 1-го и 2-го года исследования возрастает, что также связано с более благоприятными температурными условиями для вызревания ягод винограда. В обработанных образцах также отмечено возрастание содержания сахаров. В 1-й год исследования для антоцианосодержащего сортобразца V-2 и безантоцианового сортобразца V-4 увеличение сахаров выявлено как при обработке ЭБЛ в концентрации  $10^{-5}\%$  (V-2 на 13,7%, а V-4 на 42,8%), так и в кон-

центрации  $10^{-6}\%$  (V-2 на 18,4%, а V-4 на 47,2%). Для сортообразца V-1 активной оказалась только концентрация  $10^{-5}\%$ , а для V-3 –  $10^{-6}\%$  при обработке содержание сахаров возрастает на 29,7 и 23,35% соответственно. Во 2-ой год исследования достоверно значимые результаты получены для всех сортообразцов во всех тестируемых концентрациях. Увеличение содержания растворимых сахаров для красных сортообразцов (V-1 и V-2) варьировало от 10 до 31%, а для белых (V-3 и V-4) от 17 до 30%.

Согласно полученным данным был рассчитан индекс спелости для каждого из сортообразцов как отношение количества растворимых сахаров к титруемой кислотности и достоверное отличие от контроля. Для сортообразца V-1 закономерное возрастание индекса спелости (1 год на 42,2; 2 год – 17,3%) отмечено при обработке ЭБЛ в концентрации  $10^{-5}\%$ , за счет значительного увеличения содержания сахаров. Также репрезентативные результаты получены при обработке белых сортообразцов (V-3 и V-4) ЭБЛ в концентрации  $10^{-6}\%$ . У сортообразца V-3 в 1-й год исследования отмечено увеличение индекса спелости на 40,6%, во 2-й год – 34,3%, как следствие, уменьшения титруемой кислотности и возрастания содержания растворимых сахаров. Для сортообразца V-4 увеличение индекса спелости в среднем происходит на 42%, благодаря увеличению количества сахаров.

Таким образом, в ходе эксперимента отмечено положительное влияние на биохимические показатели спелости плодов винограда ЭБЛ в различных концентрациях. Для антоцианосодержащих сортообразцов (V-1 и V-2) лучшие показатели отмечены при обработке ЭБЛ в концентрации  $10^{-5}\%$ , а для безантоциановых –  $10^{-6}\%$ .

#### **Список цитированных источников**

1. Гинда, Е.Ф. Дифференцированный подход к применению регуляторов роста в виноградарстве в условиях Приднестровья / Е.Ф. Гинда. – Тирасполь : Изд-во Приднестр. ун-та, 2017. – 172 с.
2. Хрипач, В.А. Брассиностероиды / В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский. – Минск : Навука і тэхніка, 1993. – 285 с.

УДК 551.492

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ**

**Шикасюк Е. И, Шикасюк А. И.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, sikasukk@gmail.com  
Научный руководитель - Будурян Т. А., старший преподаватель

*Sustainable development is a model of socio-economic development that provides the current generation with their vital needs without depriving future generations of this opportunity due to depletion of natural resources and environmental degradation. Ecological safety is one of the main factors of sustainable urban development.*

Устойчивое развитие общества, особенно в локальном измерении, выглядит сегодня как одна из важнейших, неотложных и всеобъемлющих проблем.

По инициативе Организации Объединенных Наций, при активном участии практически всех её органов и специализированных учреждений, со второй половины XX века идет напряженная работа, имеющая целью довести до мировой общественности понимание характера и масштабов экологической опасности, скоординировать деятельность международных организаций, правительств, неправительственных организаций, ученых в поиске и реализации адекватных мер по понижению уровня глобальных экологических угроз, не только на уровне государств, но и на уровне отдельных регионов и городов.

Индустриальная модель развития, которая царил в прошлом веке в мире, завела в тупик развитие городов, а экологические проблемы приобрели на самом деле угрожающий характер. Она привела к истощению ресурсов, перенапряжению и разрушения экосистем, нарушению природного равновесия. Отказавшись от основных негативных основ индустриальной модели, творческий поиск мировых лидеров и ученых привел к формированию и закреплению в документах ООН концепции устойчивого развития.

Под устойчивым развитием понимают такую модель социально-экономического развития, которая обеспечивает жизненные потребности нынешнего поколения и не лишает такой возможности будущее, из-за исчерпания природных ресурсов и деградации окружающей среды. Именно на основе этого понятия основывается концепция устойчивого развития.

Теория и практика устойчивого развития общества как на глобальном, так и на локальном уровне является отражением объективной необходимости переориентации экономического, экологического и всего общественного развития с учетом необходимости требования сохранения природного и человеческого потенциала для нынешнего и грядущих поколений. При этом одной из основных задач встает проблема обеспечения экологической безопасности городов - как центров жизнедеятельности общества.

Город - это сложная система, которая состоит из трех основных подсистем: экономической, социальной и экологической. Именно благодаря гармоничному функционированию этих составляющих и достигается устойчивое развитие. При этом важную роль играет развитие экологической составляющей, или урбоэкосистемы города - видоизмененной под влиянием деятельности человека природной экосистемы городской территории. Именно состояние урбоэкосистемы отражает экологическую безопасность города [1].

Экологическая безопасность - это одна из составляющих устойчивого развития и национальной безопасности, совокупность природных, социальных, технических и других условий, обеспечивающих качество и безопасность жизни и деятельности населения, проживающего на определенной территории и обеспечения устойчивого состояния биоценоза биотопа природной экосистемы [2].

Экологическая безопасность является одним из главных факторов устойчивого развития городов. Угрозу ей могут составить четыре основных фактора: загрязненность окружающей среды, техногенная опасность, антропогенная нагрузка и природные стихийные бедствия. Так, загрязненность окружающей среды - один из самых опасных последствий научно-технического прогресса. Загрязнение этих жизнеобеспечивающих систем пагубно влияет на окружающую среду и здоровье людей. Техногенная опасность определяет степень незащищенности населения от негативных последствий чрезвычайных ситуа-

ций техногенного характера, что особенно актуально для урбанизированных территорий. Антропогенная нагрузка отражает степень влияния человека на природу и фактически определяет загрязненность окружающей среды и техногенной опасности. Тяжелой проблемой для многих городов мира встала проблема стихийных бедствий, особенно таких как оползни и подтопления, которые все чаще встречаются и наносят все больший вред хозяйству и человеку.

Важнейшими видами природных ресурсов Брестской области являются земельные ресурсы, вода, лес, отдельные виды минерально-сырьевых ресурсов. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников стабилизированы. Использование озоноразрушающих веществ за последние пять лет снижено на 82 % (с 10,4 тонн до 1,3 тонны).

Наблюдается тенденция сокращения сброса загрязняющих веществ в водные объекты по шести показателям: нитрат-иону на 40 %, железу общему на 31 %, цинку на 25,9 %, аммоний-иону на 21,7%, СПАВ аниону на 15%, никелю 2,2% [3].

Европейскими экономистами и экологами было установлено, что устойчивое развитие урбанизированных территорий на прямую коррелируется с состоянием их экологического развития и эффективностью экологической политики. Это показали исследования европейских специалистов, исследовавших состояние экологического развития тридцати крупнейших городов Европы. В выводах исследователи отмечают, что наиболее развитые в экологическом плане города, имеют высокий уровень устойчивого роста, экономического развития и общей конкурентоспособности городской территории [4].

Сегодня ученым, исследуя вопросы устойчивого развития городов, в частности уровня их экологической безопасности, стоит обратить внимание на то, что данную проблему нужно развивать с привлечением мирового опыта, особенно, высокоразвитых стран. Такие исследования являются сложной задачей, решение которой требует объединения усилий специалистов различных отраслей знаний от экономистов и экологов к инженерам, математикам и географам. Необходимо соединить новейшие достижения в области экономики, экологии, физики, географии и многих других наук.

#### **Список цитированных источников**

1. Экология человека. Экосистемы и их функционирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studwood.ru> . - Дата доступа: 10.03.2019

2. Большеротов, А.Л. Система оценки экологической безопасности строительства / А.Л.Большеротов. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. - 216 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <http://rifsm.ru/u/fl/itm5683.pdf> . - Дата доступа: 13.03.2019.

3. Экология о состоянии и перспективном использовании природно-ресурсного потенциала Брестской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://brest-region.gov.by>. - Дата доступа: 13.03.2019.

4. Green City Index (Europe) [Электронный ресурс] / Karen Stelzner // The Economist Group i Siemens AG - 2010. – 98 с. – Режим доступа.: <http://www.siemens.com/entry/cc/en/greencityindex.htm>

## СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ШУМОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СВАЙНЫХ РАБОТ

**Шляхова Е. И.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [Katusha\\_bstu@mail.ru](mailto:Katusha_bstu@mail.ru)  
Научный руководитель – Чернюк В. П., к.т.н., доцент

*The purpose of the article is to reduce the noise when working with the piling equipment. New means and methods of protection from noise and environmental improvement, protected by the patents of RB for inventions are proposed. This article solutions have practical implications for reducing noise at the construction site.*

Охрана труда и окружающей среды - важнейшая проблема современности. Неотъемлемой частью ее является борьба с шумом на производстве и в быту. Как показали исследования [1], 78% невралгических заболеваний в крупных городах связаны с повышенным уровнем шума, который достиг 95 - 98 дБ, а это превышает предельно допустимые нормы в 1,5...2 раза, и продолжает повышаться на 2 дБ в год, и это немало. При этом снижение уровня шума на производстве и в быту является важнейшей задачей современного мира.

Звуки различных частот даже при одинаковой их интенсивности воспринимаются по-другому. Низкочастотные звуки воспринимаются как относительно тихие, но по мере увеличения их частоты усиливается громкость восприятия, а при приближении их к верхней высокочастотной границе звуковой части спектра громкость восприятия снова падает.

Проблема шума и борьба с ним решаются по многим направлениям. Это комплекс технических, технологических, конструкторских и организационных мер, путей и решений. Рассмотрим некоторые из них, первоочередные.

**1. Наиболее острая проблема борьбы с шумом является технической,** и она тесным образом связана с механизацией работ на строительной площадке, строящихся и реконструируемых предприятиях, вблизи существующей застройки, на территории больниц, гостиниц, поликлиник, торговых залов, магазинов и т. п. Допустимые уровни звука в подобных помещениях или на территориях объектов приведены в табл.1.

Наибольший шум, как показала практика строительства, исходит от оборудования и инструментов ударного действия. Наиболее беспокойными по шуму, звуку и вибрации являются сваебойные средства, особенно дизель-молоты (штанговые и трубчатые), копры, вибромолоты, вибропогружатели, отбойные молотки. Так, при работе сваебойного копра с молотом на расстоянии 15 м от него максимальный уровень звукового давления достигается 100 дБ и больше, что вредно влияет на здоровье рабочих, повышает их утомляемость и, соответственно, снижает производительность труда.

Особый вред причиняет шум, возникающий в жилищном строительстве, так как оно ведется, как правило, в районах с высокой плотностью населения, это подтверждают данные, приведенные в [1]. Около 41% жалоб населения на шум и вибрацию приходится на работу дизельных молотов, 12% - на работу виброкопров, 17% - на работу отбойных молотков, 7% - на работу компрессоров, 23% - на работу прочих строительных машин (экскаваторов, кранов и т. п.). Примерно 50% жалоб населения на шум и вибрацию, возникающих

при проведении строительных работ, обоснованы психологическими причинами - помехи сну, отдыху и проведению учебных занятий. Значительная часть жалоб населения (26%) подана в суды на материальный ущерб, причинённый жилым зданиям, примыкающим к строительной площадке, а еще больше на моральный ущерб, причинённый здоровью. В основном это связано с вибрацией, сопутствующей устройству свайных фундаментов, и работой сваебойного оборудования.

**Таблица 1 – Допустимые уровни звука согласно действующим нормативным документам, дБ**

Назначение помещений или территорий	Время суток, часы	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								Уровень звука, дБА	Макс. уровень звука дБА
		63	126	250	500	1000	2000	4000	8000		
Палаты больниц и санаториев, кабинеты врача	7-23	50	48	40	34	30	27	25	23	35	50
	23-7	51	30	31	24	20	17	14	13	25	40
Жилые комнаты, спальня помещения в детских учреждениях и школах	7-23	63	52	40	39	35	32	30	28	40	55
	23-7	55	44	35	29	25	22	20	18	30	40
Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий, больниц и санаториев	7-23	67	57	40	44	40	37	35	33	45	60
	23-7	59	48	40	24	30	27	25	23	35	50

В ряде западноевропейских стран, например Великобритании, производство свайных работ забивными и ударными способами запрещены в законодательном порядке в связи с недопустимым уровнем звукового давления при работе сваебойных машин, что побудило фирмы, выпускающие сваебойное оборудование, перестроиться на совершенствование конструкций машин и улучшение их технических характеристик.

Так, например, большой интерес представляет дизель-молот модели HDM 3S фирмы «Krupp Stalhandel» (ФРГ) с телескопическим звукопоглощающим кожухом. При использовании этого кожуха время монтажа не увеличивается, а уровень звукового давления снижается с 105 - 110 до 82 - 87 дБ. Необходимо отметить, что внедрение звукопоглощающих кожухов ограничивается полезной длиной направляющих копра. На направляющих большой длины масса кожуха существенно снижает полезную грузоподъемность копра.

Фирмой «Atlas Copco» (Швеция) был предложен телескопический звукопоглощающий кожух, установленный на направляющих копра и опускающийся

вместе с молотом по мере погружения сваи или шпунта. Телескопический кожух длиной 9.5 м имеет массу 6т и обладает необходимой жесткостью. По данным фирмы, уровень звукового давления при работе быстроходного паровоздушного молота двойного действия модели TEF-400 (масса ударной части молота 350 кг), при частоте ударов до 670 мин<sup>-1</sup> снижается на 20дБ (25%), обеспечивая допустимое по нормам Швеции звуковое давление до 90 дБ. Одновременно фирма осуществила ряд мероприятий по снижению уровня звукового давления компрессора до 65дБ, так что при работе молота шума компрессора не слышно.

Для разработки мероприятий по снижению шума при работе сваебойных машин различные эксперименты проводили в Японии. Использование звукозащитных кожухов считается японскими специалистами менее эффективной мерой, чем разработка новых рациональных способов бесшумной работы. Так, разработана сваебойная установка с двумя рабочими органами - буровой штангой и дизельным молотом. Сначала при помощи буровой штанги бурят скважину, в которую вводят сваю, а затем сваю добивают дизель-молотом до проектной отметки. В результате дизель-молот работает короткое время и, следовательно, уменьшается и продолжительность шума.

В Российской Федерации и Республики Беларусь широко используется способ забивки свай в предварительно пробуренные ледяные скважины, что также снижает время забивки свай и уровень шума по сравнению с чисто забивным способом погружения.

Способ погружения стальных шпунтовых свай разработан фирмой «Синнихон сэйтэцу» (Япония). Этот способ получил название «способ NISP». Оборудование для работ по этому способу состоит из трёх основных частей: свайного копра с земляным буром; стопорного устройства, установленного на буре; канатной системы, взаимосвязанной с приводом бура. Способ, благодаря стопорному устройству, позволяет передать энергию, расходуемую земляным буром, на шпунтовую сваю.

Роль стопорного устройства состоит не только в том, чтобы сообщить свае энергию для её погружения, но и в том, чтобы устранить изгиб сваи и штанги бура; не возникают разрушения, наклон и скручивание стальной сваи.

**2. Вторым направлением (технологическим)** снижения шума при свайных работах является смазка погружаемого элемента при помощи смол, паст, глинистого раствора, воды и т. д. [2].

Согласно последним исследованиям в качестве обмазок могут применяться карбамидные, фурфуроланилиновые, полиакриламидные (ПАА) и эпоксидные (ЭС) смолы, а также тиксотропные глинистые пасты. Существует ряд модификаций этих смол и паст, однако преимущественное применение получили глинистые пасты.

При проведении экспериментальных исследований в производственных условиях энергоёмкость погружения обмазанных свай сечением 300х300 мм и длиной 12 м, всегда оказывается более низкой по сравнению с чистыми сваями.

При проведении экспериментальных работ в производственных условиях уровень звукового давления при погружении обмазанных свай сечением 300х300 мм и длиной 12 м всегда оказывался более низким по сравнению с чистыми сваями. Средние уровни звукового давления составили на свайных работах 114 дБ, при использовании обмазок с учётом общей продолжительности работ на объектах, а, следовательно, и продолжительности воздействия шума, этот показатель снижается до 98 дБ.



**3. Третьим направлением борьбы с шумом является использование подмыва грунта водой при погружении свай.** С целью облегчения погружения свай, свай-оболочек, особенно больших размеров (поперечного сечения и длины), в несвязные (песчаные) и малосвязные (суглинистые и глинистые) грунты, а также при большой глубине погружения и недостаточной погружающей способности (мощности) сваебойного или вибропогружающего механизма применяют, подмыв грунта водой под сваями высоконапорными насосами. Способ применим в том случае, если это не может вызвать просадки расположенных по соседству зданий и строений [3].

**4. Конструктивным приемом** снижения шума в процессе погружения свай является разработка и использование высокоэффективных конструкций свай и фундаментов, обладающих низкой энергоемкостью погружения в грунт и высокой эффективностью работы. К ним можно отнести разработанные в БрГТУ забивную сваю с "двойным" наконечником и с пазами на наконечнике (а.с. СССР № 1278403, 1135843 и патент РБ на полезную модель № 11643).

Первая свая характеризуется пониженной на 15...25% энергоемкостью установки в грунт и повышенной на 10...15% несущей способностью по грунту основания по сравнению с типовыми призматическими сваями. Вторая конструкция сваи обеспечивает снижение энергоемкости погружения до 20% по сравнению с призматическими сваями при равной с последними несущей способности. Обе конструкции менее шумливы при погружении, чем другие.

5. Однако наиболее эффективным направлением в снижении уровня шума представляется использование в производстве работ "бесшумных" технологических процессов, например опускные, буроопускные или бурозабивные способы устройства свай, а также устройство «зеленых» заборов, посадка кустарников.

#### **Список цитированных источников**

1. Мероприятия по снижению уровня шума от строительных машин. - М.: ЦИНИС Госстроя СССР. 1989. – 48 с.
2. Чернюк, В.П. Расчет, проектирование и устройство свайных фундаментов / В.П. Чернюк, П.С. Пойта. – Брест: Облтипография, 1998. – 216 с.
3. Чернюк, В.П. Технология строительства в особых условиях: курс лекций / В.П. Чернюк, В.Н. Пчелин [и др.]. – Брест: Издательство БГТУ, 2005. – 132 с.

УДК 551.5

## **ВЫСОКИЕ И НИЗКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В Г. БРЕСТЕ КАК ОПАСНОЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

**Шутович Е. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, q2kurs@mail.ru  
Научный руководитель — Шелест Т. А., к.г.н., доцент

*The article is supposed to give a theoretical justification for the occurrence of severe heat and severe frosts in Brest from 1995 to 2015. In order to achieve this, long-term observations are analyzed in the article.*

Опасные метеорологические явления – это опасные природные процессы и явления, возникающие в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний, оказывающие или могущие оказать поражающее

воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду. К ним относятся ураганные ветры (тропические циклоны, тайфуны и др.), смерчи (торнадо), шквалы, град, гололёд и изморозь, гололедица, метели, ливни, продолжительные дожди, снегопады, туманы, грозы, пыльные бури, аномальная жара, понижения горизонтальной и вертикальной дальности видимости и др.

Ежегодно в Республике Беларусь регистрируется от 9 до 30 опасных гидрометеорологических явлений, которые сопровождаются нанесением существенного экономического ущерба. Большинство отмечающихся опасных явлений носит локальный характер. Однако такие явления, как заморозки, сильный ветер, сильные дожди, сильные снегопады, чрезвычайная пожарная опасность, в отдельные годы охватывают значительную часть территории Беларуси. Примерно 80 % всех случаев ОМЯ приходится на теплый период года (заморозки, шквалы, сильные ливни, град).

Наблюдаемые во всем мире изменения климата затронули и территорию нашей страны. В Беларуси существенные изменения климата стали заметны с конца 1980-х годов. Повышение температурного режима произошло практически в каждом месяце года. Всё чаще мы слышим *«этот год стал аномально жарким»*.

Цель исследования – изучить повторяемость сильной жары и сильных морозов в г. Бресте за период 1995–2015 г. Исходными данными для исследований послужили материалы наблюдений департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Сильный мороз – это период, когда минимальная температура воздуха составляет  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже на протяжении 5 суток и более. В республике за более чем 50-летний период наблюдений лишь в 6 годах отмечался сильный мороз, характеризующийся как опасное метеорологическое явление, т. е. 1 случай на 9 лет.

Самая низкая температура этих лет была зафиксирована 20 января 2006 г. и составила  $-22,7^{\circ}\text{C}$ . Экстремально низкие температуры в г. Бресте наблюдаются не каждый год. В 2006 г. было зафиксировано 13 дней подряд с низкими температурами воздуха от  $-9,3$  до  $-22,7^{\circ}\text{C}$ .

Зимы 1995–1998, 2000, 2001, 2008, 2011, 2014, 2015 гг. не отличались очень низкими отрицательными температурами воздуха. Зимой 1995–1996 г. низкими температурами выделялся период с конца декабря по начало января, когда температуры воздуха изменялись в диапазоне от  $-11,4$  до  $-14,8^{\circ}\text{C}$ . Также низкие температуры воздуха наблюдались зимой 1996–1997 г. (от  $-8,6$  до  $-20,7^{\circ}\text{C}$ ), самыми холодными при этом были дни с 24 декабря по 5 января – от  $-12,4$  до  $-20,7^{\circ}\text{C}$ . Зимой 1998 г. зарегистрировано только 4 дня с низкими температурами воздуха – с 1 по 4 декабря (от  $-10,7$  до  $-17,7^{\circ}\text{C}$ ).

В 1999 и 2007 гг. количество дней с отрицательными температурами воздуха было наименьшим. Зимой 2000 г. только 4 дня были с температурами воздуха от  $-8,9$  до  $-15,5^{\circ}\text{C}$ . Зимой 2001 г. можно выделить более длительный период с низкими температурами воздуха – с начала до середины декабря, когда температуры составляли от  $-8,9$  до  $-15,7^{\circ}\text{C}$ . Зимой 2008 г. лишь 3 дня были с температурами воздуха от  $-9,5$  до  $-11,4^{\circ}\text{C}$ . В 2010 г. отрицательные температуры держались с конца декабря 2009 г. до середины февраля 2010 г. Зимой 2011 г. лишь в конце декабря температуры опускались до  $-9$ – $-14,1^{\circ}\text{C}$ . В 2012 г. продолжительность периода с низкими температурами воздуха (от  $-10$  до  $-21,3^{\circ}\text{C}$ ) составила 19 дней. Зимой 2014 г. во второй половине января температуры составляли от  $-8,7$  до  $-17,1^{\circ}\text{C}$ . В 2015 г. наблюдался лишь

1 день с температурой  $-11^{\circ}\text{C}$ , ниже этой отметки температура воздуха не опускалась.

Сильная жара рассматривается как опасное явление в том случае, когда максимальная температура воздуха на протяжении 5 суток и более составляет  $+35^{\circ}\text{C}$  и выше.

Во все годы рассматриваемого периода максимальная температура воздуха превышала  $+30^{\circ}\text{C}$ . Жару 2015 г. можно считать опасным метеорологическим явлением, т. к. температура свыше  $31^{\circ}\text{C}$  держалась на протяжении 9 дней. Наиболее ранняя дата наступления температуры воздуха выше  $+30^{\circ}\text{C}$  зарегистрирована 1 мая 2012 г.

Высокие температуры воздуха наблюдались в 2001, 2002, 2006, 2013–2015 гг. В 2002 г. количество дней с температурой воздуха свыше  $+30^{\circ}\text{C}$  составило 14, из них в конце июля такие температуры регистрировались на протяжении 6 дней подряд (от  $+30,8$  до  $+33,1^{\circ}\text{C}$ ). В 2001 г. температура свыше  $+30^{\circ}\text{C}$  наблюдалась на протяжении 12 дней, из них было 5 дней подряд в середине августа (от  $+30$  до  $+33,5^{\circ}\text{C}$ ). В 2006 г. число дней с температурой воздуха свыше  $+30^{\circ}\text{C}$  составило 18, в 2013 г. – 9, в 2014 г. – 13, в 2015 г. – 16 (9 дней подряд в начале августа от  $+30,3$  до  $+35,9^{\circ}\text{C}$ ).

Таким образом, анализ максимальных и минимальных температур воздуха за период 1995–2015 гг. показал, что сильная жара как опасное явление, несмотря на наблюдаемый рост температур воздуха, наблюдалась лишь раз в 2015 г., а сильный мороз как опасное явление в г. Бресте не наблюдался. Самая низкая температура была зафиксирована 20 января 2006 г. и составила  $-22,7^{\circ}\text{C}$ .

УДК 504.062.2

## **ДОСТИЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ, ЗАКРЕПЛЕННЫХ В СТРАТЕГИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОНВЕНЦИИ ООН ПО БОРЬБЕ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ: СРАВНИТЕЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

**Юхнюк П. П.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, novoray91@mail.ru  
Научный руководитель – Токарчук С. М., к.г.н., доцент

*The article provides a comparative geographical characterization of the results of achieving the expected indicators of the strategy for the implementation of the UN Convention to Combat Desertification at the level of regions of the Republic of Belarus.*

**Введение.** Вопросы рационального использования и сохранения почвенно-земельных ресурсов в настоящее время являются приоритетными в решении и объединены в одну из целей устойчивого развития. Их решение и достижение проводится также путем выполнения Республикой Беларусь ряда международных договоров, в первую очередь – Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и (или) опустынивание, особенно в Африке (далее – Конвенция) [3].

От того, насколько эффективно будет выстроен стратегический план действий и практическая реализация согласованных задач, зависит социально-экономическое благополучие и геоэкологическая ситуация на различных тер-

риториальных уровнях. В целях выполнения международных обязательств Республикой Беларусь и предотвращения деградации земель (включая почвы) постановлением Совета Министров от 29 апреля 2015 г. № 361 утверждена соответствующая стратегия, закрепляющая ожидаемые результаты по установленным показателям, механизм ее реализации в виде Национального плана действий на 2016–2020 годы [1].

**Материал и методика исследования.** Цель настоящего исследования – дать сравнительно-географическую характеристику результатов достижения ожидаемых показателей стратегии по реализации Конвенции на уровне административных областей Республики Беларусь.

К данным показателям относятся: 1) площадь земель, подверженных водной и (или) ветровой эрозии, 2) площадь деградированных осушенных земель с торфяными почвами, 3) площадь радиационноопасных земель, 4) количество населенных пунктов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, 5) доля средостабилизирующих видов земель, 6) площадь, на которой проведена экологическая реабилитация выработанных площадей торфяных месторождений и нарушенных болот, 7) средний уровень гумуса в почвах пахотных земель, 8) общая пестицидная нагрузка на почвы [1, с. 17].

Исследование проводилось путем сравнения среднереспубликанских показателей, уровней ожидаемых результатов стратегии на 2020-2030 годы и их значений для каждой из областей страны. Наибольшее внимание при интерпретации результатов обращалось на значения для Брестской области в целях дальнейшего углубления изучения проблемы.

**Результаты и их обсуждение.** Основные результаты исследования по отношению к Брестской области и в сравнении с Республикой Беларусь представлены в таблице.

**Таблица – Сравнительная характеристика результатов достижения ожидаемых показателей стратегии по реализации Конвенции**

Показатель	Уровень ожидаемого результата	Современное состояние	
		Республика Беларусь	Брестская область
1	Площадь сельскохозяйственных земель, подверженных эрозии	550,0 тыс. га (5,85 %)	556,5 тыс. га (6,52 %) 50,9 (3,67 %)
2	Площадь деградированных осушенных земель с торфяными почвами	190 тыс. га (2,35 %)	192,17 тыс. га (2,38 %) 62,81 тыс. га (5 %)
3	Площадь радиационноопасных земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота	150 тыс. га (1,75 %)	246,7 тыс. га (2,89 %) –
4	Доля средостабилизирующих видов земель	60 % (12455,7 тыс. га)	64,94 % (13481,2 тыс. га) 66,92 % (2194,1 тыс. га)
5	Средний уровень гумуса в почвах пахотных земель	2,23 %	2,29 % 2,5 %
6	Общая пестицидная нагрузка на почвы	2,5 кг на 1 га пашни	1,82 кг на 1 га пашни 2,53 кг на 1 га пашни

Площадь сельскохозяйственных земель, подверженных эрозии, выраженная в относительных показателях, в Брестской области значительно ниже уровня ожидаемого результата к 2020 г. В целом по стране ветровой эрозии подвержены 83,2 тыс. га, а водной – 473,3 тыс. га [2]. Среди областей наибольшие значения отмечаются в Минской (130,6 тыс. га) и Витебской (121,1 тыс. га). Здесь наибольший вклад вносит водная эрозия. Ветровая эрозия характерна для южной части страны, в том числе и территории Брестской области.

Площадь деградированных осушенных земель с торфяными почвами, наоборот, на настоящий момент в Брестской области более чем в 2 раза выше ожидаемого показателя на 2020 г. На Брестчине наибольшая площадь таких земель среди прочих областей. Не выявлено деградированных осушенных земель с торфяными почвами в Гродненской области, также небольшая их доля в Витебской и Могилевской (около 0,7 %), что связано со значительно меньшими масштабами проводимых здесь в свое время мелиоративных работ.

Наибольшая площадь радиационно опасных земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота в Гомельской области. В Брестской области согласно статистическим данным данная категория земель не выделяется. В целом и целом, благоприятная радиационно-сельскохозяйственная обстановка за 33 года после аварии сложилась в 4 областях страны (за исключением Могилевской и Гомельской).

Площадь средостабилизирующих видов земель в Беларуси составляет 134819,3 км<sup>2</sup> или 65 % страны, что уже превысило ожидаемые значения к 2030 г. в 60 %. Наибольшая доля средостабилизирующих видов земель в Витебской и Гомельской областях (более 70 %), наименьшая – в Гродненской и Минской (менее 60 %).

Средний уровень гумуса в почвах пахотных земель по стране равняется 2,29 %, что выше ожидаемых показателей на 0,06 %. Наибольшее содержание гумуса зафиксировано в пашнях Брестчины – 2,5 %, наименьшее – на Гродненщине (2,04 %).

Общая пестицидная нагрузка на почвы в среднем по стране ниже ожидаемого результата к 2030 г. При этом, в отличие от вышеописанных показателей, значения пестицидной нагрузки из года в год довольно сильно разнятся. Наибольшее внесение пестицидов в пахотные земли отмечается в Гродненской (2,76 кг) и Брестской (2,53 кг) областях. Наименьшая пестицидная нагрузка в Витебской и Могилевской областях (1,15 кг).

Исходя из представленных показателей, на которые опирается стратегия по реализации Конвенции, можно сделать несколько выводов. Наибольший вклад в развитие деградации почв на белорусских землях вносит эрозия, которая получила наибольшее распространение среди прочих процессов почвенной деградации. Сама эрозия приобрела территориальные различия в распространении в зависимости от ведущего фактора воздействия, определяемого как характером подстилающей поверхности, климатическими показателями, так и особенностями хозяйственной деятельности. В пределах территорий, где на протяжении двух последних веков интенсивно проводились мелиоративные мероприятия также остро стоит вопрос деградации осушенных торфяных почв. Вместе со значительным влиянием ветровой эрозии, деградации осушенных торфяных почв и высокой пестицидной нагрузки на юге Беларуси создаются резко негативные экологические условия, которые прямым

образом способствуют уменьшению плодородия и увеличению степени трансформации гео- и экосистем. Значительное распространение водной эрозии в условиях мозаичности ландшафтов и мелкоконтурности угодий, определяемых геоморфологическими особенностями, омрачают перспективы ведения хозяйственной деятельности. Каждая область республики географически отличается уникальным сочетанием протекающих процессов, что требует преломления дифференциального подхода к разработке почвозащитных мероприятий.

#### **Список цитированных источников**

1. Национальный план действий по предотвращению деградации земель (включая почвы) на 2016-2020 годы / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. – Минск : Полиграфт, 2015. – 56 с.

2. Состояние окружающей среды Республики Беларусь : Нац. доклад / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2015.–102 с.

3. Convention to Combat Desertification [Электронный ресурс]. – Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием – Бонн, 2017. – Режим доступа : <http://www2.unccd.int/>. Дата доступа: 11.03.2019.

## Секция 2. Природообустройство и водопользование

УДК 551.579

### SOIL MOISTURE DYNAMIC AT THE RECULTIVATED PLĖGAI LANDFILL AT LITHUANIA

**Vilda Grybauskiene, Vaidotas Ščiučka**

Vytautas Magnus University, Faculty of Water and Land Management,  
Institute of Water Resources Engineering, Kaunas, LITHUANIA  
Responsible author: vilda.grybauskiene@vdu.lt

*В настоящее время захоронение отходов является основным методом утилизации твердых отходов. Эксплуатация современных свалок муниципальных отходов в Литве началась в 2007 году. Все посаженные деревья на рекультивированном полигоне должны быть орошены в течение первых 3 лет после пересадки. Для его технологии рекультивации водный баланс агроэкологических систем является ключевым параметром для большинства физических и физиологических процессов с системой почва – культура – климат. Молодое растение может страдать от нехватки воды, одной из наиболее важных составляющих так называемого посттрансультурного шока. Целью данной статьи является оценка динамики влажности почвы на рекультивированной свалке Плегай.*

#### **Abstract**

In Lithuania, the transportation of waste to landfills is a major way of eliminating them. However, this is not the safest way taking into account the environmental impact, especially when landfills are installed in inappropriate places without complying with installation and recultivation requirements. According to the data of the Department of Statistics, about 1.2 million tons of municipal solid waste or 361 kilograms per capita were accumulated in Lithuania in 2015. In this work the results of soil moisture dynamic in the recultivated Plėgai landfill are analyzed. The landfill is located in Plėgai village, Šakiai district, Lithuania. The work assessed whether the recultivated landfill was installed in accordance with EU requirements. The scientific hypothesis was put up that after the proper installation of the recultivated landfill, soil moisture in it will be the same as in the nearby natural meadow. The research covered the period from June 2nd, 2016 to September 29th, 2016. In the course of the research period, half of the annual precipitation of the year 2016 fell within 4 months, i.e. 336 mm. The highest rainfall was 119 mm in July, the driest was 46 mm in June. During the period of the research it was established that in the landfill and perennial grass meadow soil moisture reserves varied evenly until the first decade of August, the lowest soil moisture values were fixed on 11-20 days of June, then it was 15.11% in the landfill and 15.3% in the perennial grass meadow.

#### **Introduction**

Landfilling is currently a primary method for solid waste disposal. Human activities are inevitably associated with the generation of waste. The operation of modern municipal waste landfills in Lithuania started in 2007. All planted trees at recultivated landfill site should be irrigated for first 3 years after transplanting. Landfill cover soils experience large temporal variability in soil temperatures, soil moisture, and CH<sub>4</sub> soil gas concentrations. For his recultivation technology the water balance of agro ecological systems is a key parameter for most physical and physiological

processes with the system soil–crop–climate. One of the most critical parameters is evapotranspiration (ET); The closed landfills have different soil temperature conditions and plants has lack of absorption capacity in the roots. The young plant may suffer from water stress, one of the most important components of what is known as post-trans-plant shock. No studies on how powerfully such situation influences changes in composition have been undertaken to take into account Lithuanian conditions. The aim of this article is evaluate the dynamics of soil moisture in a recultivated Plėgai landfill and perennial grass meadow and calculate the total evaporation from Plėgai landfill.

### **Materials and Methods**

The research object is located in Plėgai village, Šakiai district, about 12 km east of Šakiai town. The visual assessment of the landfill has been carried out in the course of its functioning, during the closure works, and after recultivation, i.e. after the formation of the landfill. During the recultivation of the landfill, the coating layers have been checked by means of clearing. Soil moisture was determined by sampling in the landfill and from the perennial grass field adjacent to the landfill site. The layout of the sampling point in the landfill and in the field outside 30 meters in the perennial grass meadow is shown in Fig.1. Soil moisture samples were taken in three replicates. Samples were taken in a 0 to 100 cm layer, every 10 cm. Soil samples were taken by the Izmailovsky type drill. Samples were taken every seven days, from June 2 to September 29. Meteorological data (average daily temperature and precipitation amount) were obtained from the meteorological station located in Kaunas, Ringaudai subdistrict.

### **Results and Discuccion**

The study of the landfill cover was performed by clearing the layers of the landfill to the protected geosynthetic layer. The HDPE tissue was not damaged at the cleared site, there were no signs of bumps that could have damage it or cause other unwanted cracks. The presented data on the installation of the layers in the landfill closure project corresponds to the layers installed in reality, which suggests that the landfill site is properly installed (Fig.1). *Meteorological conditions in the object of research.* During the research period, the average temperature of 4 months was +17.02 °C. The highest daily temperature +32.0 °C was fixed in August (2016-08-09), the lowest average daily temperature was recorded on the 27th of September, at +4.7 °C. In the course of the research period, within 4 months, came half of the annual precipitation – 336 mm. Soil moisture is an important part of the atmospheric water circulation circuit. It is particularly important for crops. Vegetation depends more on the moisture content of the roots than on the amount of precipitation. The moisture content on the former landfill should be close to that of moisture in reclaimed agricultural areas. At the beginning of the observations in June, the soil moisture content was over 26% in both of the studied fields, so the soil moisture in both fields was similar. The soil moisture content of the perennial grass meadow and landfill changed evenly, therefore, the coefficient of correlation between the soil moisture in the landfill and in the meadow was determined. The correlation coefficient  $r=0.855$  has been determined, which indicates that there is a high probability of changes in soil moisture in the landfill too when there is a change in moisture in in the meadow of perennial grasses. It has been determined that the average correlation  $r=0.482$  between precipitates and soil moisture in the landfill is predominant, correlation coefficient between soil moisture in the perennial grass meadow and precipitation  $r=0.512$ . *Total evaporation in the landfill site.* Total evaporation was studied under natural conditions in 2016 from June 1 to September 30. The amount of evaporation during the vegetation period was equivalent to the amount of water used by these plants. After calculating the total evaporation, the maximum values were set in July – 310 mm.



## Conclusion

The lowest soil moisture content was fixed in June, it was fixed in 11-20 days, – 15.11% in the landfill and 15.3% in the perennial grassland meadow. In the first ten days of July, soil moisture in the landfill fell to 14.5% and reached its lowest level throughout the observation period. After the 80 mm precipitation the moisture content (during the 3rd decade) rose to 20%. Subsequently, during the entire observation period, soil moisture in the landfill site did not fall below 19.5%.

After the calculation of total evaporation, the highest values were obtained in July at 310 mm, the average evaporation of the research period took place in August and June, an average of 259 millimetres each month. In September, evaporation was the smallest – 180 mm.

## References

1. Amokrane A., Comel C., and Veron J. (1997). Landfill leachate pretreatment by coagulation-flocculation. *Water Research* 31(11): 2775.
2. Albanna, M. Fernandes, L., Warith, M., 2007. Methane oxidation in landfill cover soil; the combined effects of moisture content, nutrient addition and cover thickness. *Journal of Environmental Engineering Science* 6, 191–200.
3. Addiscot, T. J Smith and N. Bradbury, 1995: Critical evaluation of models and their parameters.- *Journal Environmental Quality* 24, 803-807.
4. Moneith, J.L. and M-H. Unsworth, 1990: Principles of environmental physics.- Sec. Edition, London: Edward Arnold.
5. Bernier P.Y. 1993. Comparing natural and planted back spruce seedlings. I. Water relations and growth. *Can. J. For. Res.* 23: 2427-2434.
6. Baig S., Coulomb I., Courant P., and Liechti P. (1999). Treatment of landfill leachates: lapeyrouse and satrod case studies. *Ozone Science and Engineering* 21(1): 1-22.
7. Barber C, and P. J. Maris (1984). Recirculation of Leachate as A Landfill Management Option: Benefits and Operational Problems,” *Quarterly Journal of Engineering Chemosphere* 53: 737-744.

УДК 502.52

## СОСТОЯНИЕ ПИТЬЕВЫХ ВОД РОДНИКОВ В Г. ГРОДНО

### Аверченкова В. П.

Учреждение образования “Гродненский государственный университет имени Янки Купалы”, г. Гродно, Республика Беларусь, nika.averchonok4@gmail.com  
Научный руководитель – Колесник И. М., магистр биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии ГрГУ им. Я. Купалы

*The drinking water quality of some non-centralized sources in Grodno was studied. This water was analyzed by organoleptic, chemical and microbiological indicators. A high content of iron ions were established.*

В Республике Беларусь централизованное водоснабжение городов, городских и сельских посёлков и промышленных предприятий базируется на использовании пресных подземных вод [1]. Микробиологическое и химическое загрязнение вод в ряде регионов все еще фигурирует в качестве одной из основных проблем хозяйственно-питьевого водоснабжения. По результатам санитарного надзора за хозяйственно-питьевым водоснабжением в 2015 г. доля

проб, не соответствующих гигиеническим нормам, составила 2,2% по микробиологическим и 21,8% по санитарно-химическим показателям [2]. В соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года стратегическими целями экологической политики Республики Беларусь являются создание благоприятной окружающей среды, улучшение условий проживания и здоровья населения, обеспечение экологической безопасности [3].

*Цель* данной работы – оценка качества питьевой воды родников по ул. Со-лы в г. Гродно как источников нецентрализованного водоснабжения г. Гродно.

Отбор проб воды двух родников д. Со-лы осуществлялся в ноябре 2018 г. и феврале 2019 г. Анализ воды проводился по органолептическим, химическим, микробиологическим показателям стандартными методами. Определение запаха проводили при комнатной температуре и при нагревании до 60°C; цвет определяли на белом фоне при толщине слоя 10 см; вкус и привкус устанавливали при комнатной температуре; мутность характеризовали по опалесценции воды на черном фоне при толщине слоя 10 см; прозрачность оценивали визуально по высоте столба жидкости, при котором метка стандартного шрифта еще видна. Общую минерализацию – по массе сухого остатка проб воды после упаривания и высушивания при температуре 105°C. Содержание ионов  $Fe^{3+}$  определяли фотометрически с роданидом калия, активность нитрат-ионов  $NO_3^-$  – колориметрическим методом с салициловым натрием; pH устанавливали потенциометрическим методом [4]. Общее микробное число определяли методом глубинного посева 1 см<sup>3</sup> воды в 3-кратной повторности на МПА [5].

Анализ полученных в ходе работы результатов показал, что вода исследованных источников достаточно благополучна и неизменна осенью и зимой по органолептическим показателям: цветность и прозрачность колебались незначительно, запах не ощущался, вкус и привкус не превышали 1 балла, мутность не отмечалась (таблица 1).

**Таблица 1 – Органолептические показатели питьевой воды родников по ул. Со-лы в г. Гродно**

Показатели(осень и зима)	Точки отбора проб	
	Родник №1	Родник №2
Характеристики мутности	Незаметная	Незаметная
Цветность	Бесцветная	Бесцветная
Прозрачность, см	28	28
Вкус и привкус, баллы оценки	Не ощущается, 0 баллов	Не ощущается, 0 баллов
Запах, баллы оценки	Не ощущается, 0 баллов	Не ощущается, 0 баллов

Результаты санитарно-гигиенической оценки источников по химическим показателям приведены в таблице 2. В обеих пробах наблюдается повышенная концентрация ионов железа. Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения горных пород. Масса сухого остатка и содержание нитратов находились на низком уровне и не превышали гигиенических нормативов; однако имели более высокие значения по сравнению с 2012 г. и 2013 г. [6, 7]. По pH вода обоих источников относится к слабощелочным водам, что соответствует гигиеническому нормативу (pH= 6-9). Это может быть связано с повышенным содержанием карбонатов в почве.

**Таблица 2 – Химические показатели питьевой воды родников**

Показатели	Сезон	Точки отбора проб	
		Родник №1	Родник №1
Общая минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	осень	0,33(пресная)	0,43(пресная)
	зима	0,03 (ультрапресная)	0,05(ультрапресная)
Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	осень	0,8	0,78
	зима	0,76	0,77
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	осень	18,5	21,85
	зима	20,0	19,0
рН	осень	7,6	7,7
	зима	7,7	7,8

Микробиологический анализ показал, что в ноябре 2018 г. несколько большее содержание бактерий наблюдалось в воде родника №2 (ОМЧ составляло 43 КОЕ/см<sup>3</sup>). ОМЧ воды родника №1 составляло 38 КОЕ/см<sup>3</sup>. В феврале 2019 г. ОМЧ воды родников №1 и №2 составляло 2 КОЕ/см<sup>3</sup>.

Результаты исследования позволяют заключить, что в ноябре 2018 г. и в феврале 2019г. вода двух родников по ул.Солы в г. Гродно не соответствовала санитарно-гигиеническим требованиям по содержанию ионов железа III. Состояние указанных питьевых вод в частном секторе города требует дальнейшего детального контроля.

#### **Список цитированных источников**

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016 год). [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.cricuwr.by/static/files/cadastr\\_2016.pdf](http://www.cricuwr.by/static/files/cadastr_2016.pdf) – Дата доступа: 12.03.19.

2. Водные ресурсы // Экологический бюллетень за 2015 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/ru/ecoza2015/> – Дата доступа: 12.03.19.

3. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г./Национальная комиссия по устойчивому развитию Респ. Беларусь; Редколлегия: Я.М. Александрович [и др.]. – Минск: Юнипак. — 200 с.

4. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие / А.И. Федорова, А.Н.Никольская; под ред. Ю.Г. Королева.- Москва: ВЛАДОС, 2003. – 364 с.

5. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. Методические указания МУК РБ № 11-10-1-2002. – Минск, 2002. – 43с.

6. Лучиц, Т.В. Качество питьевой воды нецентрализованных источников водоснабжения в г. Гродно / А.В. Развинова, Т.В. Лучиц, И.М. Колесник // Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий: материалы V Междунар. научн.-практ.конф., Астрахань, 17-18 мая 2012г. / Астрахан.гос.ун-т; редкол.: А.Н. Бармин [и др.]. – Астрахань, 2012. – С. 195-197.

7. Лучиц, Т.В. Оценка качества воды некоторых общественных источников питьевого водоснабжения в г. Гродно / Т.В. Лучиц, И.М. Колесник, А.В. Развинова// «Социум – экономика – экология – демография»: актуальные проблемы социально-экономического, экологического и демографического развития Республики Беларусь (90 – е годы XX - начало XXI)»: сб. научных статей/ редкол.: Д.В.Карев (отв.ред.) [и др.] – Гродно, ЮрСаПринт, 2013, – С. 191-194.

## ДОПУСТИМЫЕ ПОЛИВНЫЕ НОРМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ДОЖДЕВАНИЯ

**Алейник А. Г.**

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, vecherskiy.95@mail.ru  
Научный руководитель – Желязко В. И., доктор с.-х. наук, доцент

*The article describes the importance of establishing acceptable rates of irrigation without the formation of surface runoff and water erosion. In order to improve the quality of irrigation it is necessary to implement the agro-processing of the soil layer.*

Республика Беларусь характеризуется неустойчивым режимом естественного увлажнения. Это обусловлено тем, что атмосферные осадки, выпадающие на ее территорию, распределяются по сезонам крайне неравномерно. Особенно это ощутимо в вегетационный период.

Одним из способов регулирования водного режима в условиях недостатка влаги является полив сельскохозяйственных культур. До недавнего времени это было дождевание, которое применяется в основном при возделывании овощных культур.

Одним из важных вопросов эксплуатации оросительных систем с применением дождевальных устройств является качество полива, которое предполагает равномерное распределение поливной воды по площади без образования луж и поверхностного стока. Поэтому всегда перед началом поливных работ требуется установление допустимых норм полива, исключающих поверхностный сток и ирригационную эрозию почвы.

Общеизвестно, что величина допустимой нормы полива определяется соотношением впитывающей способности почвы интенсивности дождевания, т. е. фактически его допустимой интенсивностью [1,2].

Для изучения этого процесса в период практики нами были проведены специальные исследования. Работы были выполнены на опытной оросительной системе «Тушково» в Горецком районе Могилевской области на суглинистых и супесчаных типах почв по гранулометрическому составу. Полив опытных площадок проводили дождевальной машиной кругового действия «Mini Pivot». В результате опытов были получены допустимые значения поливных норм, которые представлены в табл. 1.

**Таблица 1 – Допустимые поливные нормы дождевания в зависимости от гранулометрического состава почвы и интенсивности дождевания**

Гранулометрический состав почв	Интенсивность дождевания, мм/мин	Допустимые поливные нормы, мм
Суглинистые	0,1	20,0 –25,0
	0,2	10,0 –15,0
	0,3	5,0
Супесчаные	0,1	25,0 –30,0
	0,2	15,0 –20,0
	0,3	10,0

Анализ полученных значений поливных норм свидетельствует, что качественное дождевание зависит от интенсивности дождя и гранулометрического состава почвы. Для суглинистых почв допустимые поливные нормы колебались от 5 до 25 мм, а супесчаных – 10–30 мм. Общей закономерностью для обоих типов почв явилось снижение допустимой поливной нормы при увеличении интенсивности искусственного дождевания.

В производственных условиях поливные нормы общепринято устанавливать из условия увлажнения расчетного слоя почвы от уровня предполивной влажности до наименьшей влагоемкости. Как правило, для увлажнения расчетного корнеобитаемого слоя с учетом потребности растений эти нормы составляют для супесчаных почв 25-30 мм, а для суглинистых – 30-35 мм независимо от интенсивности искусственного дождя. При таких поливных нормах обеспечить качественное дождевание довольно сложно. В этом случае для выдачи требуемой поливной нормы необходимо применять специальную технологию прерывистого дождевания либо предусматривать мероприятия по увеличению впитывающей способности почвы. Из этих двух приемов, по нашему мнению, предпочтение следует отдавать мероприятиям агромелиоративного характера, которые оказывают влияние на впитывание поливной жидкости в почву. Одновременно с этим уменьшаются потери на испарение влаги в процессе полива. Применение специальных технологий дождевания приводит к снижению производительности дождевальных устройств и затрудняет реализацию принятого режима орошения в разрезе всего вегетационного периода [2,3].

Веским аргументом применения агромелиоративных приемов предполивной обработки поверхности является и то, что в результате сельскохозяйственного использования имеет место увеличение плотности почвы. В большей степени она возрастает в верхнем 0 – 60-сантиметровом слое, что приводит к ухудшению впитывающей способности почвы.

В результате постановки специальных опытов было установлено, что потери на поверхностный сток зависят от интенсивности искусственного дождя.

Наряду с интенсивностью дождевания, на величину потерь оказывают влияние водно-физические свойства почвы и, в частности, ее плотность.

Наблюдения за плотностью почвы, занятой многолетними травами, были проведены на оросительной системе УОК «Тушково-1». Экспериментальные данные, показывающие изменение плотности почвы в зависимости от продолжительности использования травостоя.

Отсюда следует, что плотность почвы изменяется в значительных пределах. Наибольшее ее увеличение происходит в слое 0 – 20 см в первые 2 – 3 года после залужения. Так, если в год залужения средняя плотность в слое 0 – 20 см составила 1,29 г/см<sup>3</sup>, то к третьему году она достигла 1,45 г/см<sup>3</sup>, а к пятому – 1,51 г/см<sup>3</sup>. Наиболее уплотненным оказывается подпахотный горизонт (30 – 60 см), в котором значение плотности достигает 1,56 – 1,64 г/см<sup>3</sup> и более.

Это можно объяснить несколькими причинами. Основными из них, как показали производственные наблюдения, являются:

- вымывание илистых частиц почвы в подстилающие слои в результате инфильтрации поливной жидкости и атмосферных осадков;
- уплотнение почвы сельскохозяйственными машинами при уходе за посевами.

На эффективность рыхления почв оказывает влияние уровень влажности почвы накануне обработки (табл. 2).

**Таблица 2 – Влияние влажности почвы при обработке на ее плотность (средние данные для слоя 0...60 см)**

Влажность почвы, %	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	
	в зоне активного влияния ножа щелевателя-рыхлителя	на середине между зонами активного влияния ножа щелевателя-рыхлителя
21,2 (100% НВ)	1,43	1,46
15,3 (72% НВ)	1,33	1,40
11,7 (55% НВ)	1,31	1,37

Анализ полученных данных показывает, что с увеличением влажности почвы эффективность рыхления снижается как в зоне прохода ножа рыхлителя, так и на середине между зонами активного его влияния.

Нами было установлено, что мелиоративная обработка почвы оказала благоприятное влияние на водный режим почвы (табл. 3).

**Таблица 3 – Влияние обработки на водный режим орошаемой почвы**

Слой почвы, см	Влажность почвы, % массы сухой почвы							
	Обработанная			Необработанная				
	послойно	средняя по слоям			послойно	средняя по слоям		
0–30		0–60	0–100	0–30		0–60	0–100	
0–10	17,6	18,7	19,6	20,1	20,6	19,5	19,5	18,9
10–20	19,4				19,6			
20–30	19,1				18,4			
30–40	20,9				20,4			
40–60	21,0				19,0			
60–80	21,5				18,2			
80–100	20,7				16,4			

Приведенные в табл. 3 данные получены через сутки после полива нормой 250 м<sup>3</sup>/га. Они свидетельствуют об увеличении запасов влаги в метровом слое почвы, хотя в верхних горизонтах 0 – 30 см влажность ниже. Связано это с тем, что обработка почвы способствует увеличению водопроницаемости в слое 0 – 60 см и накоплению влаги и питательных веществ в более глубоких горизонтах.

Таким образом, следует отметить, что в результате сельскохозяйственного использования имеет место увеличение плотности почвы. В большей степени она возрастает в верхнем 0 – 60-сантиметровом слое, что приводит к ухудшению впитывающей способности почвы. Поэтому для повышения качества полива необходимо применять рыхление и другие специальные приемы обработки дернины, повышающие впитывающую способность на 15 – 20% и более.

### Список цитированных источников

1. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации: учеб. для студентов специальности «Мелиорация и водное хозяйство» сельскохозяйственных высших учебных заведений / Г.И. Афанасик, М.Г. Голченко, А.П. Лихацевич, Г.И. Михайлов; под ред. А.П. Лихацевича. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 436 с.

2. Голченко, М.Г. Сельскохозяйственные мелиорации: учеб. пособие для сред. с.-х. техникумов / М.Г. Голченко, Г.И. Михайлов, А.М. Ахтанина – Минск: Ураджай, 1982. – 160с.

3. Желязко, В.И. Сельскохозяйственные мелиорации: учебно-методическое пособие / В.И. Желязко, Т.Д. Лагун, А.С. Кукреш. – Горки: БГСХ, 2012. – 248с.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПОЛИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ДОЖДЕВАНИИ

**Алейник А. Г.**

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, vecherskiy.95@mail.ru  
Научный руководитель – Желязко В. И., доктор с.-х. наук, доцент

*The article gives a theoretical and practical justification of pre-sowing tillage, as well as data showing changes in soil density depending on the length of its use. The favorable impact of these measures on the water regime of the soil has been found out.*

При поливе дождеванием стоками возникают трудности с необходимостью обеспечения равномерного впитывания требуемой поливной нормы в почву. Одной из причин этого является уплотнение пахотного и подпахотного горизонтов почвы.

В качестве мероприятий по обеспечению бессточного дождевания авторами работ [1,2,3] предложено подбирать дождевальную технику с интенсивностью, соответствующей впитывающей способности почвы, либо устанавливать продолжительность дождевания по формуле, [4]. Однако, даже при соблюдении требований, определяющих качественное дождевание, неизбежно образуется поверхностный сток, способствующий эрозии почвы.

В результате постановки специальных опытов было установлено, что потери на поверхностный сток зависят от интенсивности искусственного дождя [4].

Наряду с интенсивностью дождевания, на величину потерь оказывают влияние водно-физические свойства почвы и, в частности, ее плотность.

Наблюдения за плотностью почвы, занятой многолетними травами, были проведены на оросительной системе УОК «Тушково-1» В табл. 1 приведены экспериментальные данные, показывающие изменение плотности почвы в зависимости от продолжительности использования травостоя.

**Таблица 1 – Плотность почвы на оросительной системе РСУП СГЦ «Заднепровский», г/см<sup>3</sup>**

Слой почвы, см	Годы после залужения				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
0–10	1,28	1,35	1,43	1,51	1,51
10–20	1,30	1,36	1,48	1,50	1,51
20–30	1,45	1,49	1,48	1,56	1,57
30–40	1,42	1,42	1,47	1,49	1,52
40–60	1,56	1,59	1,60	1,60	1,64

Из данных, приведенных в табл. 1, следует, что плотность почвы изменяется в значительных пределах. Наибольшее ее увеличение происходит в слое 0 – 20 см в первые 2 – 3 года после залужения. Так, если в год залужения средняя плотность в слое 0 – 20 см составила 1,29 г/см<sup>3</sup>, то к третьему году она достигла 1,45 г/см<sup>3</sup>, а к пятому – 1,51 г/см<sup>3</sup>. Наиболее уплотненным оказывается подпахотный горизонт (30 – 60 см), в котором значение плотности достигает 1,56 – 1,64 г/см<sup>3</sup> и более.

Это можно объяснить несколькими причинами. Основными из них, как показали производственные наблюдения, являются:

- вымывание илистых частиц почвы в подстилающие слои в результате инфильтрации поливной жидкости и атмосферных осадков;
- уплотнение почвы сельскохозяйственными машинами при уходе за посевами.

Поэтому при дождевании приходится решать сложную задачу – для проведения бессточного полива требуется назначать поливные нормы меньшие по абсолютному значению. Это обуславливает необходимость проведения специальной предполивной обработки почвы, повышающей ее впитывающую способность.

Распространенные в настоящее время щелевание, рыхление и другие приемы значительно увеличивают водопроницаемость почвы. Об этом свидетельствуют результаты исследований многих авторов.

Изменение водопроницаемости почвы при обработке приводит, в первую очередь, к уменьшению плотности почвы, которая меняется в значительных пределах – в среднем на 16% в слое 0 – 60 см (табл. 2).

Однако с течением времени в результате эксплуатации угодий плотность возрастает. Так, за первый год плотность увеличилась в среднем на 3 – 5, а к концу второго – на 7 – 8 %. Наиболее существенно увеличение плотности отмечено за весенне-летний период по сравнению с вневегетационным (осень – весна).

На эффективность рыхления почв оказывает влияние уровень влажности почвы накануне обработки.

Анализ полученных данных показывает, что с увеличением влажности почвы эффективность рыхления снижается как в зоне прохода ножа рыхлителя, так и на середине между зонами активного его влияния.

**Таблица 2 – Изменение плотности почвы в результате обработки, г/см<sup>3</sup>**

Слой почвы, см	До обработки, весна, 2017 г.	После обработки			
		Лето, 2017г.	Осень, 2017 г.	Весна, 2018 г.	Лето, 2018 г.
0 – 10	1,51	1,18	1,34	1,22	1,26
10 – 20	1,51	1,25	1,31	1,30	1,34
20 – 30	1,57	1,46	1,44	1,45	1,45
30 – 40	1,52	1,41	1,48	1,48	1,51
40 – 60	1,64	1,37	1,44	1,40	1,42

Нами было установлено, что мелиоративная обработка почвы оказала благоприятное влияние на водный режим почвы (табл. 3).

**Таблица 3 – Влияние обработки на водный режим орошаемой почвы**

Слой почвы, см	Влажность почвы, % массы сухой почвы							
	Обработанная				Необработанная			
	послойно	средняя по слоям			послойно	средняя по слоям		
0–30		0–60	0–100	0–30		0–60	0–100	
0–10	17,6	18,7	19,6	20,1	20,6	19,5	19,5	18,9
10–20	19,4				19,6			
20–30	19,1	18,4						
30–40	20,9	20,4						
40–60	21,0				19,0			
60–80	21,5				18,2			
80–100	20,7				16,4			



Приведенные в табл. 3 данные получены через сутки после полива нормой 250 м<sup>3</sup>/га. Они свидетельствуют об увеличении запасов влаги в метровом слое почвы, хотя в верхних горизонтах 0 – 30 см влажность ниже. Связано это с тем, что обработка почвы способствует увеличению водопроницаемости в слое 0 – 60 см и накоплению влаги и питательных веществ в более глубоких горизонтах.

Таким образом, следует отметить, что в результате сельскохозяйственного использования имеет место увеличение плотности почвы. В большей степени она возрастает в верхнем 0 – 60-сантиметровом слое, что приводит к ухудшению впитывающей способности почвы. Поэтому для повышения качества полива необходимо применять рыхление и другие специальные приемы обработки дернины, повышающие впитывающую способность на 15 – 20% и более.

#### **Список цитированных источников**

1. Желязко, В.И. Эффективность рыхления дерново-подзолистых почв при утилизации животноводческих стоков // Проблемы мелиорации и водного хозяйства на современном этапе: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию высшего мелиорат. образ. в Республике Беларусь. 4–5 июня 1999 г. – Горки, 1999/ – С. 115–117.

2. Дубенок, Н. Н. Изменение водно-физических свойств почв на склонах при дождевании многолетних трав // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1986. – № 11. – С. 40 – 56.

3. Городничев, В. И. Методы, системы управления, контроля и оценки качества работы фронтальных дождевальными машин. – Коломна: ФГНУ «Радуга», 2003. – 354 с.

4. Желязко, В. И. Эколого-мелиоративные основы орошения земель стоками свиноводческих комплексов.– Горки, 2003. – 168с.

УДК 620

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ МИКРОГЭС**

**Байболов А. Е., Тунгатар Д. С.**

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан,  
tungatar\_dana@mail.ru

Научный руководитель – Саркынов Е. С., к.т.н., профессор

*В статье рассматриваются количественные и качественные оценки водно-энергетических ресурсов, которая применяется определенная система показателей, включающая в себя топографические, гидрологические и энергетические особенности рассматриваемой реки или бассейна.*

В настоящее время общепринято различать три категории гидроэнерготехнических ресурсов: валовый, технический и экономический гидроэнергетический потенциал [1, 2, 3]. В случае использования микроГЭС метод перехода от валового потенциала к техническому требует учета всех вышеперечисленных факторов. Объясняется это, прежде всего, конструктивными особенностями и условиями эксплуатации таких установок. Учет каждой особенности накладыва-

вает определенные ограничения на расчет коэффициентов использования речного стока и напора. Например, фиксированная длина деривации (гибкого рукава) ставит под зависимость величину напора установки от уклона используемого участка реки:

$$H = il_{\text{деp}}, \quad (1)$$

где  $i$  – уклон участка реки;  $l_{\text{деp}}$  – длина гибкого рукава, м.

Если ориентироваться на выдачу постоянной мощности микроГЭС, то может быть найден и расход воды станции:

$$Q = \frac{N}{9,81\eta H} = \frac{N}{9,81\eta il_{\text{деp}}}, \quad (2)$$

где  $N$  – номинальная мощность станции, кВт;  $\eta$  – ее КПД.

Следует отметить, что значение КПД учитывает непостоянные потери напора и расхода в процессе работы агрегата. Согласно каталогу типовых микроГЭС величина этого параметра колеблется в пределах от 0,42 до 0,70 [5].

С учетом того, что перепад высот и величина валового потенциала рассматриваемого участка реки равны соответственно:

$$h_1 - h_2 = i l_{\text{уч}}, \quad (3)$$

$$\mathcal{E}_в = 9,81 (h_1 - h_2) Q_в, \quad (4)$$

где  $h_1$  и  $h_2$  – высоты начала и конца участка, м;  $l_{\text{уч}}$  – его длина, м.

Технический ГЭП, измеряемый в киловаттах среднегодовой мощности, будет равен:

$$\mathcal{E}_т = k_{\text{ч}} \frac{l_{\text{уч}}}{l_{\text{деp}}} N, \quad (5)$$

где  $k_{\text{ч}}$  – количество отдельных агрегатов.

Формула справедлива при предположении размещения друг за другом отдельных агрегатов по всей длине рассматриваемого участка. Фактическое использование водноэнергетических ресурсов отдельной реки будет меньше технически возможного:

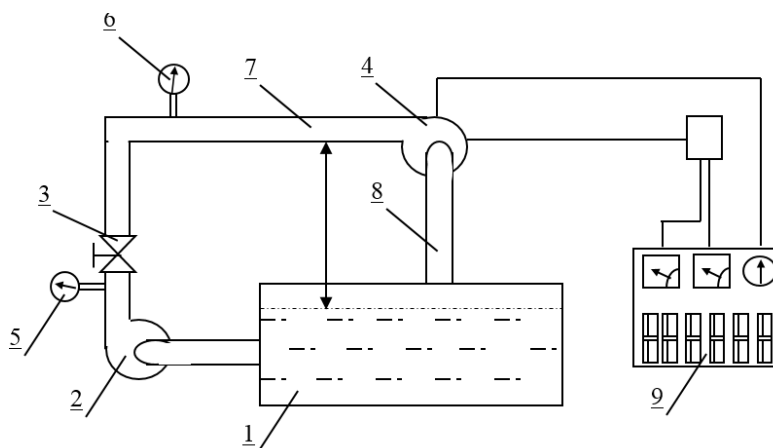
$$\mathcal{E}_ф = t_u \sum_{i=1}^n N_i, \quad (6)$$

где  $t_u$  – число часов работы агрегатов, общим числом  $n$  с различной (в зависимости от выбранного типа) номинальной мощностью агрегата;  $N_i$  – номинальная мощность агрегата.

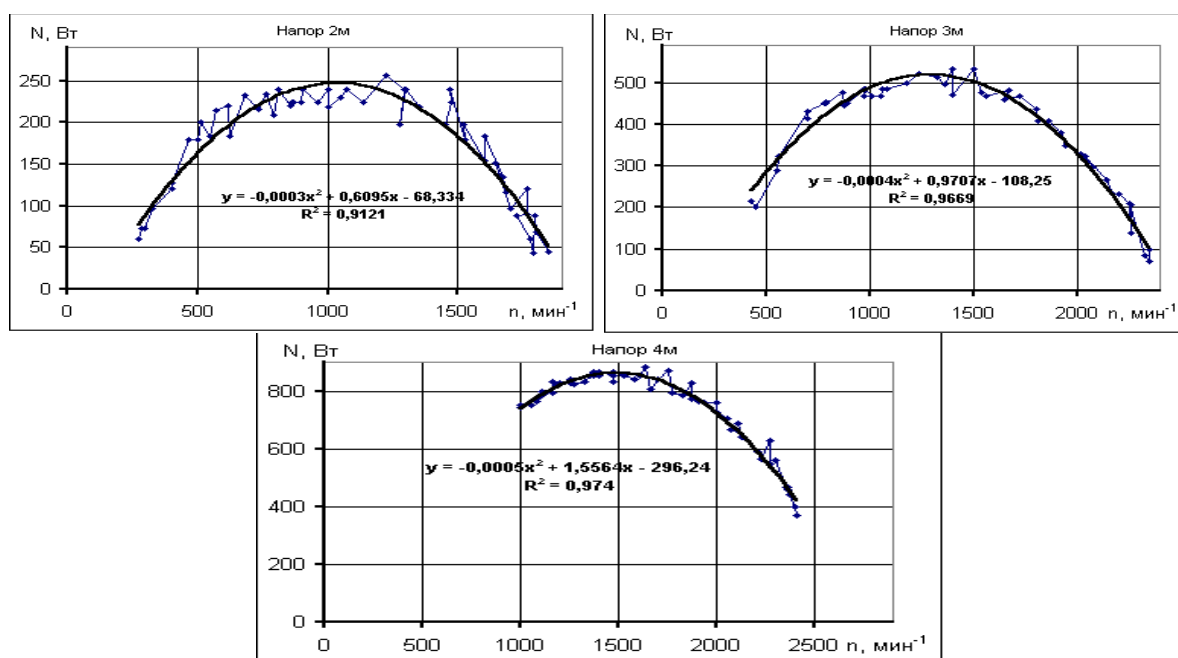
Длительная производственная эксплуатация опытных образцов РПГЭС мощностью 1,5 кВт показала, что они просты в управлении и надежны в эксплуатации, не требуют постоянного обслуживающего персонала, могут быть смонтированы и пущены в работу лицами без специальной подготовки, обеспечивают электроэнергией весь набор бытовых и производственных электроприемников малых объектов, могут быть использованы в условиях с передвижным (кочевым) характером работы. Качество вырабатываемой на РПГЭС электроэнергии отвечает требованиям, предъявляемым к таким микроГЭС [6].

Лабораторная установка для проведения исследовательских испытаний микроГЭС (рисунок 1) состояла из резервуара 1, насоса 2, вентиля 3, самого микроГЭС 4, манометров 5 и 6, рукавов 7 и 8, щита приборов и управления 9.

Емкость резервуара 1,5 м<sup>3</sup>. На установке используется насос КМ 100-80-160-С9ХЛ4 производительностью 100 м<sup>3</sup> и напором 32 м. Манометры служат для определения напора. При этом показание манометра 5 регулировалось изменением сопротивления генератора при помощи реостатов, установленных на щите приборов, а манометра 6 - вентилем 3. Частота вращения гидротурбины, сила тока и напряжение определялись при помощи частотомера, амперметра и вольтметра, установленных на щите приборов.



**Рисунок 1 – Принципиальная схема установки для проведения лабораторных исследовательских испытаний микроГЭС**



**Рисунок 2 – Зависимости вырабатываемой мощности макетного образца микроГЭС от частоты вращения турбины при различных напорах**

Номинальная мощность 1 кВт, заложенная в техническом задании на разработку, достигается при расходе воды (0,03...0,035) м<sup>3</sup>/с и напоре воды 4 м. При этом частота вращения гидротурбины составила (1520...1580) мин<sup>-1</sup>. За период испытаний узлы и агрегаты микроГЭС работали стабильно в соответствии с их функциональным назначением. В целом стендовые испытания микроГЭС показали достаточно высокую его работоспособность.

### **Список цитированных источников**

1. Калачев, Н.С. Водноэнергетический кадастр рек Казахской ССР. -Алма-Ата: Наука, 1965.
2. Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов. – Изд. 2. – М.: Энергоиздат, 1982.
3. Малинин, Н.К. Теоретические основы гидроэнергетики. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Методические указания выбора энергоносителей для топливных процессов сельскохозяйственного производства и быта в сельских районах (часть II): ЭНИН им. Кржижановского. -М., 1984.
5. Кораблев, А. Д. Эффективные конструкции малых ГЭС для применения в овцеводстве Киргизии. – Фрунзе: КиргизИНТИ, 1986. – С. 30...33, 39.
6. Селивахин, А. И. Малая энергетика на современном этапе развития // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 4. – 1997. – С. 2.
7. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения: ГОСТ Р15.011-96.

УДК 574.635:[581.526.3:57.044]

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВОБОДНОПЛАВАЮЩИХ ГИДРОФИТОВ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БЕЛАРУСИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ**

**Бардюкова А. В.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, sanakovaleva@mail.ru  
Научный руководитель – Ковалева О. В., к.б.н., доцент

*The paper presents the results of experimental studies of possible use of free-floating hydrophytes for wastewater treatment. A bioremediation method was applied during the experiment.*

В условиях активной хозяйственной деятельности человека, особо острой проблемой стало загрязнение природных вод антропогенными поллютантами. Одним из сильнейших по действию и наиболее распространенным химическим загрязнением водоемов является загрязнение тяжелыми металлами. В связи с тем, что тяжелые металлы обладают высокой биологической активностью, мутагенными и канцерогенными свойствами, они способны нанести серьезный экологический ущерб водным экосистемам, приводя к отравлению и гибели организмов. Для минимизации отрицательного воздействия тяжелых металлов на водные экосистемы необходимо усовершенствование и разработка новых методов очистки сточных вод от его соединений.

Целью работы было выявить среди местных представителей свободноплавающих гидрофитов виды, наиболее перспективные для целей фиторемедиации водных объектов от железа – металла, занимающего первое место в объеме сброса сточных вод Республики Беларусь и являющегося приоритетным загрязнителем (среди тяжелых металлов) поверхностных вод г. Гомеля.

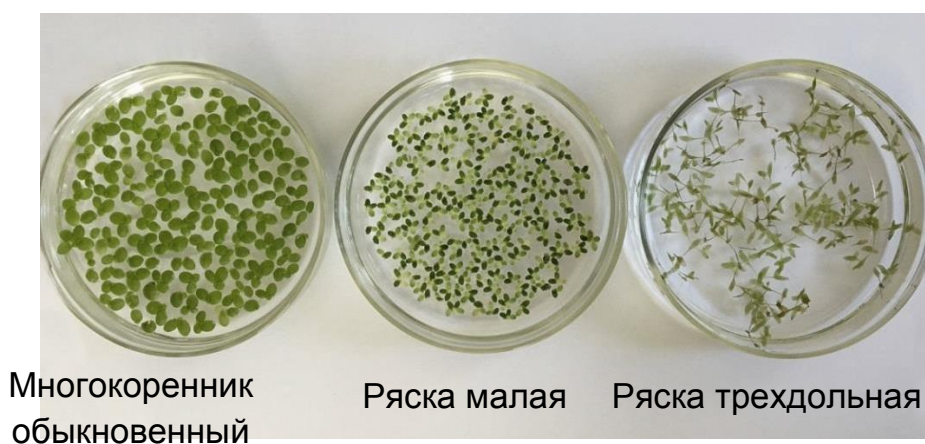
Группа методов, называемая биоремедиацией, базируется на способности природы к самоочищению. Биоремедиация вод – комплекс методов очистки вод с использованием метаболического потенциала биологических объектов.

Одним из перспективных направлений биоремедиации вод является фиторемедиация – комплекс методов очистки сточных вод с использованием зеленых растений. Данное направление базируется на видоспецифических взаимодействиях растений с окружающей средой. Фиторемедиация сточных вод от ионов тяжелых металлов обладает рядом преимуществ: возможность проведения ремедиации *in situ*; относительно низкая себестоимость проводимых работ по сравнению с традиционными очистными сооружениями; отмершие остатки растений с накопленными поллютантами легко подвергаются утилизации; теоретическая возможность экстракции ценных веществ (Ni, Cu) из зеленой массы растений; безопасность для окружающей среды. Основное преимущество фиторемедиации состоит в том, что в отличие от микроорганизмов, растения способны аккумулировать различные токсиканты, в том числе тяжелые металлы, долго сохраняя морфо-функциональные свойства [1].

Среди свободноплавающих гидрофитов водных экосистем Беларуси наиболее распространенными являются представители подсемейства рясковых (Lemnaceae), а именно – многокоренник обыкновенный, ряска трехдольная и ряска малая [2]. Данные виды высшей водной растительности были выбраны в качестве объектов исследования.

Первой задачей практической части работы было: выявить среди объектов исследования наиболее оптимального потенциального фиторемедианта. Для этого необходимо было изучить особенности экологии каждого вида, а также провести эксперимент на устойчивость объектов исследования в отношении высоких концентраций загрязнителя.

Из природного водоема (р. Сож) были отобраны многокоренник обыкновенный, ряска малая и ряска трехдольная (рисунок 1).

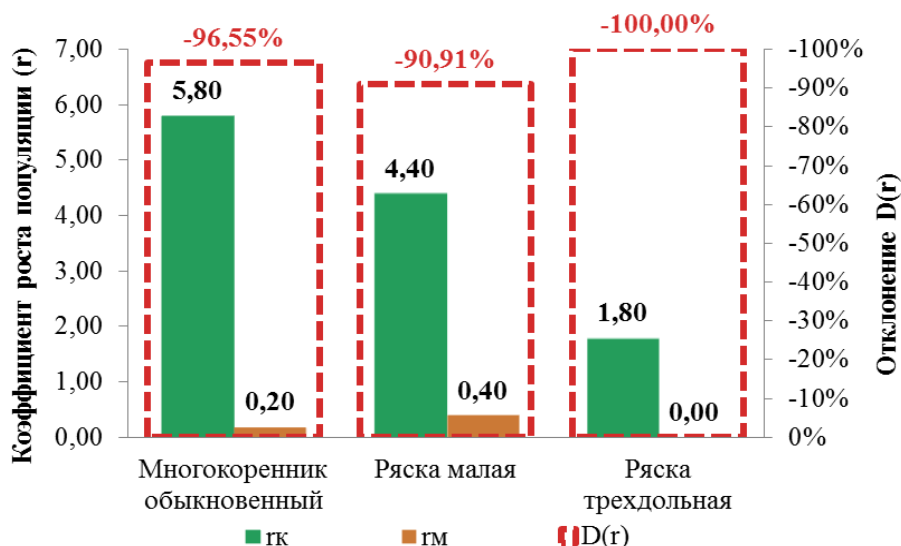


**Рисунок 1 – Объекты исследования**

Отобранные растения были подготовлены к опыту и культивировались. Через 8 недель были получены чистые лабораторные культуры исследуемых видов. Затем объекты исследования помещались в модельные растворы с концентрацией железа  $1,35 \text{ мг/дм}^3$  – 10 ПДК для поверхностных водоемов. В ходе пятидневной экспозиции каждые 24 часа анализировались морфологические показатели объектов исследования. Наиболее выраженная ответная реакция на

присутствие соединений железа в течение первых 24 часов была отмечена у ряски трехдольной.

По истечении времени экспозиции в контрольных и модельных растворах было подсчитано общее количество листецов, включая материнские особи и листецы, отделившиеся от них. На основании полученных результатов были рассчитаны коэффициенты роста популяций в модельных и контрольных растворах, после чего было рассчитано отклонение данного показателя у всех объектов исследования. Результаты вычислений отображены графически на рисунке 1.



**Рисунок 2 – Коэффициенты роста популяции и значения их отклонений**

Результаты эксперимента по определению степени устойчивости объектов исследования к высоким концентрациям железа показали, что концентрация поллютанта, равная 10 ПДК для поверхностных водоемов, оказывает угнетающее действие на все виды изучаемых гидрофитов. Однако наиболее устойчивым гидрофитом оказалась ряска малая.

В процессе изучения особенностей экологии объектов исследования установлено, что ряска малая обладает наибольшим вегетационным периодом. Многокоренник обыкновенный с наступлением первых холодов, опускается на дно в виде почек – турионов, в то время как ряска малая продолжает расти на поверхности водоемов до начала ледостава. Ряска трехдольная также зимует в виде почек на дне водоема. Отличительной особенностью ряски трехдольной является так же и то, что она плавает в толще воды, а не на ее поверхности, что может затруднять ее сбор и утилизацию при использовании в целях фиторемедиации.

Таким образом, из всего вышесказанного следует, что наиболее перспективным фиторемедиантом среди объектов исследования является ряска малая.

### Список цитированных источников

1 Остроумов, С.А. Биоконтроль загрязнения водной среды: проблемы реабилитации и ремедиации, включая фиторемедиацию и зооремедиацию / С.А. Остроумов // Токсикологический вестник. – 2009. – № 6. – С. 31–38.

2 Определитель высших растений Беларуси / Под ред. В.И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НИТРАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКИМ ПЛАНИРОВАНИЕМ

**Бегеза А. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [wwwnavigatorwww@mail.ru](mailto:wwwnavigatorwww@mail.ru)  
Научные руководители – Андреюк С. В., старший преподаватель,  
Житенев Б. Н., к.т.н., доцент

*The article examines conditions for selecting the method of a multifactor experiment on the example of ion-exchange water purification from nitrates. General information about the full factorial experiment is shown. A multifactorial process of ion-exchange purification is presented.*

Многофакторный эксперимент широко используется в современной научной деятельности и является эффективным средством обработки и планирования экспериментальных исследований [1]. Планированием многофакторного эксперимента называется процедура выбора числа опытов и условий их проведения, необходимых для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

Протекание процесса количественно характеризуется одной или несколькими величинами, например, эффект очистки воды, остаточное содержание примеси (например, нитратов) и т. п. Такие величины называют функциями отклика. Математические методы оптимального планирования экспериментов позволяют получить математическую модель процесса даже при отсутствии данных о его механизме.

Математические модели, полученные с помощью методов планирования экспериментов, принято называть экспериментально-статистическими [2,4]. При применении статистических методов планирования эксперимента математическое описание представляется в виде полинома:  $Y=f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ , где  $Y$  – функция отклика (величина, качественно характеризующая протекание процесса), а  $x_1, x_2, x_3$  – влияющие факторы (аргументы) исследуемого процесса. При этом ценность математического описания заключается в том, что оно дает информацию:

- о закономерностях влияния отдельных факторов на функцию отклика;
- позволяет количественно определить значение функции отклика при заданных значениях факторов;
- может служить основой для оптимизации процесса.

Исследования механизма очистки воды от нитратов методом ионного обмена проводились на кафедре водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Учреждения образования «Брестский государственный технический университет» и были выполнены на экспериментальной установке, представляющей собой модель ионообменного фильтра – фильтрационную колонку, загруженную ионообменной смолой. В качестве загрязненной воды использовали водопроводную воду с добавкой нитратов в количестве

90÷100 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует концентрации, в два раза превышающей предельно допустимую (45 мг/дм<sup>3</sup> по нитратному азоту). Целью экспериментальных исследований являлось изучение влияния на эффективность процесса очистки воды от нитратов основных факторов при работе ионообменной колонки:

скорости фильтрации воды  $V$ , м/ч;

высоты загрузки фильтрационной колонки  $h$  с учетом ее диаметра  $d$ ;

температуры обрабатываемой воды  $t$ , °С.

Поскольку процесс ионообменной очистки является многофакторным, с целью сокращения затрат времени и материальных средств на выполнение исследований был применен математический метод оптимального планирования эксперимента, позволивший получить математическую модель процессов ионообменной очистки воды от нитратов [3]. Процесс нахождения математической модели включал в себя: планирование эксперимента, проведение эксперимента на объекте исследований; проверку воспроизводимости эксперимента; получение математической модели объекта с проверкой статистической значимости выборочных коэффициентов регрессии; проверку адекватности математического описания.

Для нахождения области оптимума был произведен экспериментальный поиск и затем в оптимальной области осуществлен ротатабельный план второго порядка, при котором факторы варьировались на пяти уровнях.

Проверка воспроизводимости опытов осуществлялась с помощью критерия Кохрена. Значимость коэффициентов регрессии определялась с учетом значения критерия Стьюдента. Адекватность зависимостей подтверждена по критерию Фишера при 5%-м уровне значимости.

Результаты эксперимента были обработаны на ЭВМ, на основании чего составлено уравнение регрессии  $\bar{Y}=f(V, h/d, t)$  в виде многочлена второй степени от трех переменных (в физических переменных):

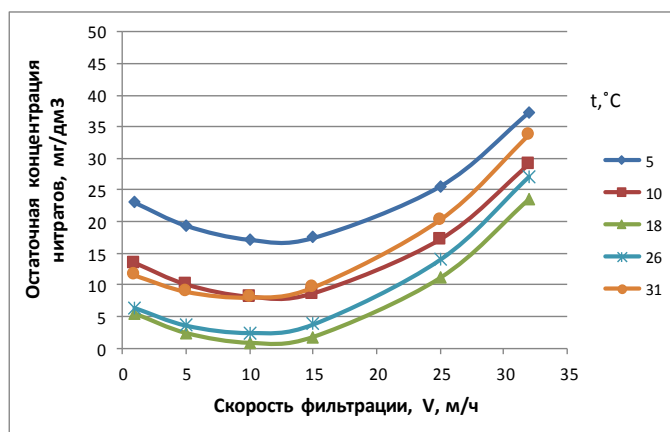
$$y = 63,63 - 1,24v - 7,86(h/d) - 3,14t + 0,05v^2 + 0,56(h/d)^2 + 0,07t^2.$$

С помощью данного уравнения можно прогнозировать эффективность работы установки в определенном режиме ведения процесса очистки воды [5]. Полученная экспериментально-статистическая модель позволяет представить поверхность отклика на факторной плоскости линиями зависимости остаточной концентрации нитратов  $Y$  от высоты загрузки фильтрационной колонки  $h$  при определенном диаметре  $d$ , от скорости фильтрации  $V$ , от температуры обрабатываемой воды  $t$ .

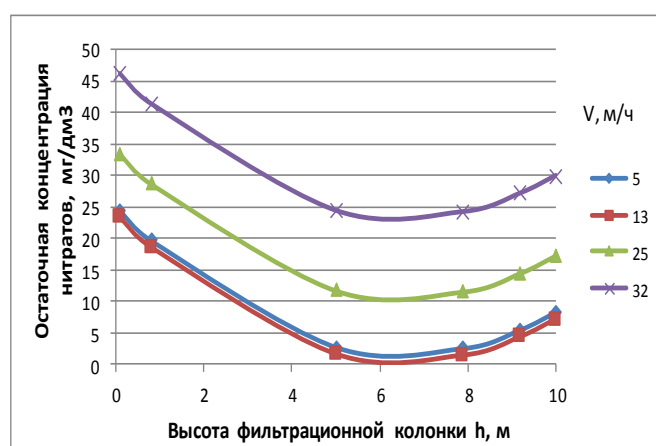
Анализ уравнения по определению  $Y$  в зависимости от  $h$ ,  $V$  и  $t$ , выполненный с использованием свойства функции, имеющей экстремум (в точке экстремума первая производная функции равна нулю), позволил установить, что минимальная остаточная концентрация нитратов в процессе ионообменной очистки воды достигается при определенных значениях исследованных факторов (рис. 1, 2).

Таким образом, ценность полученного математического описания на основе планирования многофакторного эксперимента заключается в том, что оно, во-первых, дает информацию о влиянии факторов; во-вторых, позволяет количественно определить значения функции отклика при любом заданном режиме ведения процесса очистки воды от нитратов.





**Рисунок 1 – Влияние скорости фильтрации  $V, м/ч$ , на процесс удаления нитратов при различной температуре воды  $t, °C$ , и параметре  $H/d=5,6$**



**Рисунок 2 – Влияние параметра  $h, м$ , на процесс удаления нитратов при различной скорости фильтрации  $V, м/ч$  и температуре воды  $t=19 °C$**

### Список цитированных источников

1. Дегтярев, Д. А. Пошаговая методика проведения многофакторного эксперимента. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://manyfactors.ru>. – Дата доступа: 07.01.2019.
2. Мухачёв, В. А. Планирование и обработка результатов эксперимента: учеб.-метод. пособие / В. А. Мухачев. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 118 с.
3. Андреюк, С. В. Исследование методов физико-химической очистки природных вод от нитратов / С. В. Андреюк // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Брест, 6–8 апреля 2016 г. : в 2-х ч. / УО «Брестский гос. технический ун-т.»; под ред. А.А. Волчек [и др.]. – Брест, 2016. – Ч. II. – С. 159–163.
4. Саутин, С. П. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. – Л.: Химия, 1975. – 47 с.
5. Житенев, Б. Н. Исследование метода ионообменной очистки природных вод от нитратов / Б. Н. Житенев, С. В. Андреюк, М. А. Таратенкова // Современные тенденции развития науки: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых; Ровно, 12 мая 2016 г. / Национальный ун-т водного хоз-ва и природопользования. – Ровно, 2016. – С. 132–134.

## ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ОСВЕЩЕННОСТЬ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

**Борушко М. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь, borushko.marina@mail.ru  
Научный руководитель – Мешик О. П., к.т.н., доцент.

*The article presents an analysis of spatial distribution of the factors that influence solar radiation obtained by the land surface in Belarus. These factors include total solar radiation, sunshine duration, the number of cloudy and clear days in a year. The analysis shows a correlation of all these factors.*

Развитие солнечной энергетики в Западной Европе является первостепенной задачей, поскольку позволяет обеспечить ее страны экологически безопасным и возобновляемым источником энергии, а также диверсифицировать источники энергии, а следовательно, не зависеть от поставок нефти и газа. За последние десять лет Европейский союз начал производить и потреблять в 50 раз больше солнечной энергии [1]. Так, по оценкам Европейской ассоциации солнечной энергетики Solarpower Europe, вновь установленная мощность солнечных электростанций в европейских странах составила в 2017 году не менее 8,61 ГВт, что означает рост на 28% по сравнению с 2016 годом. В целом перед ЕС стоит задача достичь к 2020 году долю использования возобновляемых источников энергии в 30% от всего объема потребления электроэнергии [2].

Лидером развития солнечной энергетики в Европе является Германия. Территория Республики Беларусь расположена в сопоставимых с Германией географических условиях (Берлин – 52.52°С 13.41°В 74м над у.м., Минск – 53.8°С 27.8°В 196м над у.м.), имея примерно одинаковое количество солнечных дней. Более того, исследования показывают, потенциал гелиоэнергетики на большей части территории Беларуси примерно на 10 % выше, чем в европейских странах, расположенных на той же широте или даже южнее. Имея всего 30 солнечных дней в году, за четыре года Беларусь увеличила производство солнечной энергии в 70 раз, с 0,4 млн мВт·ч в 2013 году до 28 млн мВт·ч в 2016 году [1]. Современное оборудование, в том числе отечественное, уже сейчас позволяет достичь окупаемости капитальных вложений.

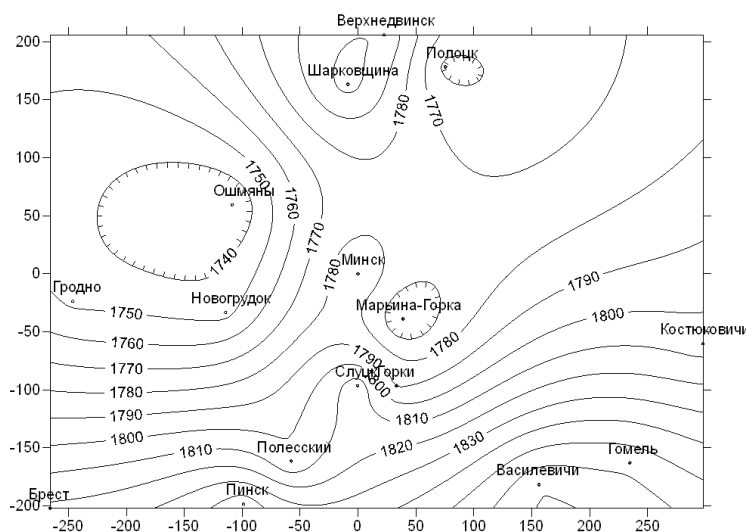
Для обеспечения эффективного применения технологии получения солнечной энергии на территории Беларуси необходимо научнообоснованное исследование особенностей ее климатических условий. Целью данной работы является оценка пространственной изменчивости факторов, влияющих на энергетическую освещенность земной поверхности территории Беларуси, среди которых суммарная солнечная радиация, продолжительность солнечного сияния, число ясных и пасмурных дней в году с общей и нижней облачностью.

Поступление солнечной радиации определяется географическим положением Беларуси и зависит от продолжительности солнечного сияния и облачности, а также от высоты солнца над горизонтом в разное время года. На севере Беларуси самый длинный день в 2,5 раза длиннее наиболее короткого, на юге – в 2,1 раза. Разница в продолжительности дня между ее северной и южной частями, как летом, так и зимой, примерно 1 час. Летом на севере Беларуси день длиннее, чем на юге, но солнце стоит ниже; это несколько

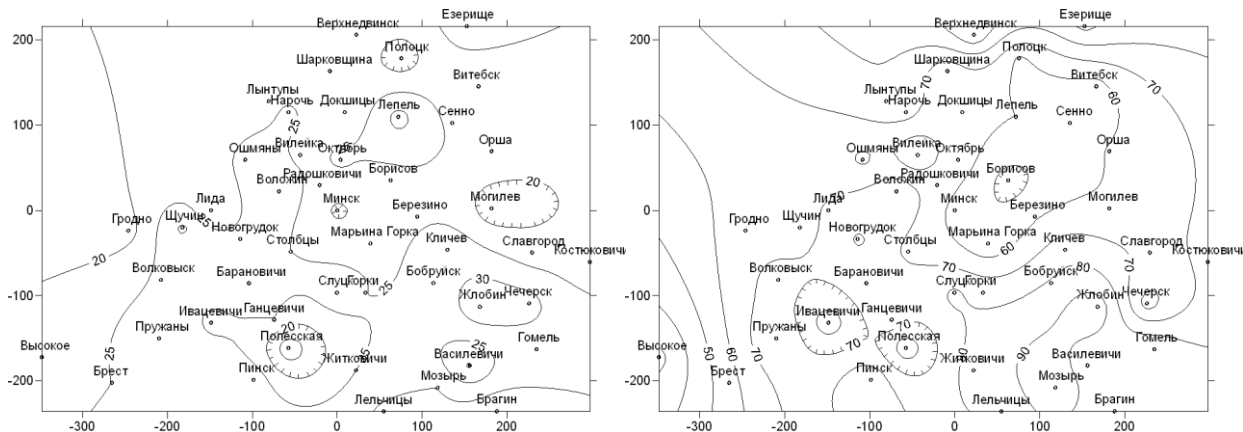
уменьшает различия в климатических условиях между южными и северными районами. Зимой же, когда и продолжительность дня, и высота стояния солнца над горизонтом на юге больше, чем на севере, юг оказывается в более выгодных условиях, чем север [3].

Солнечное сияние подразумевает наличие прямой солнечной радиации. При этом определяющим фактором является не интенсивность, а сам факт поступления прямых солнечных лучей. Нижний порог интенсивности прямой радиации на перпендикулярную поверхность, начиная с которого отмечается солнечное сияние, равен  $0,12 \text{ кВт/м}^2$ . Под продолжительностью солнечного сияния понимают время, когда солнце находится над горизонтом (возможная продолжительность солнечного сияния). На территории Беларуси оно составляет  $4495 \pm 10$  часов в год. На севере больше, что обусловлено рефракцией. Поэтому различия в действительной продолжительности солнечного сияния определяются режимом облачности.

Средняя годовая продолжительность солнечного сияния увеличивается с севера, северо-запада на юг, юго-восток, примерно на 7%: от 1740 (Гродно, Ошмяны) до 1860 часов (Гомель, Брагин) (рис. 1). Количество ясных дней с общей облачностью имеют ту же тенденцию, т. е. увеличивается с севера, северо-запада на юг, юго-восток: от 20 (Гродно, Полоцк) до 30-35 дней (Мозырь, Брагин) и с нижней облачностью от 60 (Брест, Гродно) до 100 дней (Мозырь) (рис. 2).

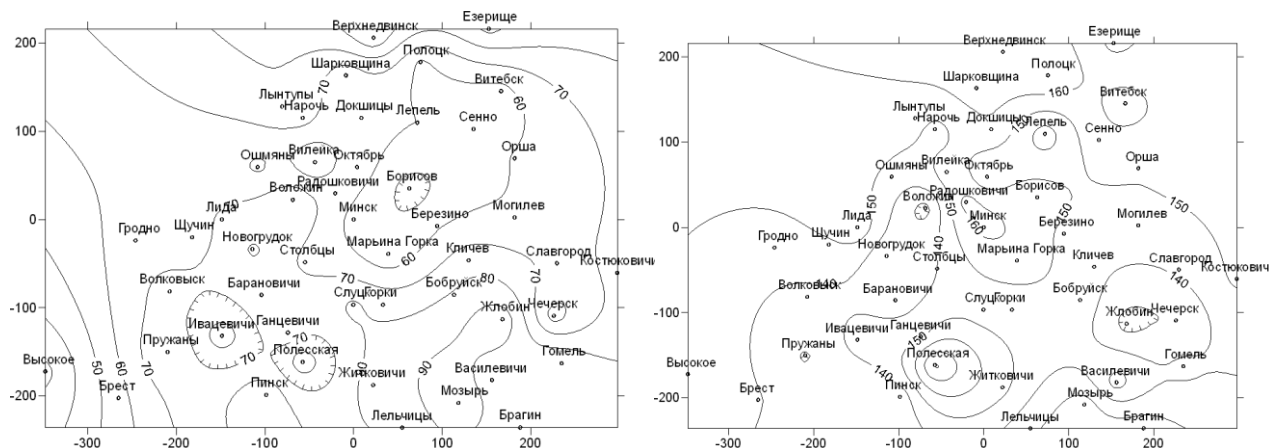


**Рисунок 1 – Продолжительность солнечного сияния на территории Беларуси, часов в год**



**Рисунок 2 – Число ясных дней по общей облачности (слева), нижней облачности (справа) на территории Беларуси**

Это соответствует уменьшению в том же направлении числа пасмурных дней по общей облачности со 180 (Полоцк) до 120 дней (Брагин) и по нижней облачности со 120 (Борисов) до 60 дней (Василевичи) (рис. 3) [4].



**Рисунок 3 – Число пасмурных дней по общей облачности (слева), нижней облачности (справа) на территории Беларуси**

Таким образом, наблюдается корреляция роста средней годовой продолжительности солнечного сияния, количества ясных дней с общей и нижней облачностью и уменьшением числа пасмурных дней по общей и нижней облачности с севера, северо-запада на юг, юго-восток.

Годовые суммы суммарной радиации в Беларуси меняются, примерно от 4100 Мдж/м<sup>2</sup> на юге республики до 3500 Мдж/м<sup>2</sup> на севере и в районе Вилейки. Общий приход радиации на юге примерно на 16 % больше, чем на севере, и в среднем можно наблюдать увеличение прихода радиации на 100 Мдж/м<sup>2</sup> на каждые 100 км продвижения к югу.

В годовой сумме суммарной солнечной радиации рассеянная радиация составляет более половины (55%). По территории Беларуси ее годовые суммы меняются в пределах 10 %, от 2100 Мдж/м<sup>2</sup> на юге до 1900 Мдж/м<sup>2</sup> на севере. Намного больше (25 %) меняются суммы энергетической освещенности прямой радиацией. Прямая радиация наиболее чувствительна к облачности. В пасмурную погоду она уменьшается до нуля, а рассеянная может оставаться достаточно большой; облака верхнего и среднего яруса, существенно уменьшая прямую радиацию, зачастую при этом не только не уменьшают, а увеличивают рассеянную. Изолинии сумм прямой радиации провести практически невозможно. Суммы прямой радиации близки на крайнем северо-западе в Верхнедвинске, на юго-востоке в Василевичах и в центре республики – в Минске (1720-1750 Мдж/м<sup>2</sup>), на западе – в Гродно и на востоке – в Могилеве (1750-1770 Мдж/м<sup>2</sup>). Это соответствует характеристикам облачного покрова. И все-таки наибольшие суммы суммарной солнечной радиации – на крайнем юге в районе Брагина (2005 Мдж/м<sup>2</sup>). Облачность уменьшает годовые суммы суммарной солнечной радиации в 2,5-3 раза. Например, в Минске при отсутствии облачности годовые суммы могут быть 4485 Мдж/м<sup>2</sup>. Годовые суммы суммарной радиации уменьшаются примерно на 40 % по сравнению с теми, какими они были бы при безоблачном небе. В то же время суммы рассеянной радиации в средних условиях облачности примерно на 40 % больше, чем при ясном небе.

Необходимо отметить, что районирование характеристик, отражающих влияние солнечной энергии на земную поверхность, является важной прикладной задачей, позволяющей в реальных условиях оценить ту часть солнечной энергии, которая потенциально может использоваться в различных отраслях экономики, прежде всего в энергетике. Поиск альтернативных источников получения энергии является приоритетной задачей обеспечения национальной безопасности государства.

### **Список цитированных источников**

1. Как в Беларуси развивается солнечная энергетика. Сайт: Зялены партал таварыства «Зяленая сетка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/11-06-2018/kak-v-belarusi-razvivaetsya-solnechnaya-energetika> – Дата доступа: 21.03.2019.

2. В 2017 году прирост солнечных мощностей в Европе составил 8,61 ГВт. Сайт: [Electrovesti.net](https://elektrovesti.net/59111_v-2017-godu-prirost-solnechnykh-moshchnostey-v-evrope-sostavil-861-gvt) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://elektrovesti.net/59111\\_v-2017-godu-prirost-solnechnykh-moshchnostey-v-evrope-sostavil-861-gvt](https://elektrovesti.net/59111_v-2017-godu-prirost-solnechnykh-moshchnostey-v-evrope-sostavil-861-gvt) – Дата доступа: 01.02.2019.

3. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996.

4. Климатический справочник. Сайт: [Pogoda.by](http://www.pogoda.by) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/climat-directory/> – Дата доступа: 01.03.2019.

УДК 550.34

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРОВИНЦИИ ГУЙЧЖОУ (КИТАЙ)**

### **Ван Хао**

Белорусский государственный университет, Г. Минск, Республика Беларусь.  
[vamkhao@gmail.com](mailto:vamkhao@gmail.com). Научный руководитель - Лопух П. С., д.г.н., профессор.  
Белорусский государственный университет.

*The economy of Guizhou province, as well as the whole of China, is developing rapidly and steadily. However, the lack of water resources in modern conditions and in the future will limit its development, it is necessary to create new approaches and models of optimal use of water resources of the province.*

Провинция Гуйчжоу расположена на крайнем юго-западе Китая. Ее площадь составляет 176167 км<sup>2</sup>, принадлежит бассейну рек Янцзы (65,7 %) и Чжуцзян (34,3%). На бассейн реки Янцзы приходится 115747 км<sup>2</sup>, на бассейн реки Чжуцзян, соответственно, 60420 км<sup>2</sup>.

Провинция Гуйчжоу расположена на восточном большом ступенчатом склоне плато Юньнань-Гуйчжоу. Это субтропический карстовый горный район, который поднимается между Сычуаньским бассейном, холмами Гуанси и холмами Сянси. Рельеф поверхности провинции Гуйчжоу представляет собой гористую местность (92,5 %). На всей ее территории развит карст, площадь распространения карбонатных пород составляет 73 % от ее общей площади.

Формирование водных ресурсов происходит за счет атмосферных осадков. Среднегодовое количество осадков в провинции составляет 1179 мм. Однако их распространение по территории провинции неравномерно. В целом, осадков на юге выпадает почти в два раза больше, чем на севере, а в горных районах больше, чем в долинах рек.

Распределение стока также происходит крайне неравномерно, примерно пропорционально выпадению атмосферных осадков. В структуре доминируют жидкие осадки. Меженный период в реках наблюдается с декабря по апрель, с июля по август. В летний засушливый период в средних и малых реках также отмечается кратковременный минимальный объем воды. Сезон половодья приходится на период с мая по октябрь. В этот период объем стока воды составляет 75 %-80 % от общего годового объема. Паводковые расходы воды стремительно повышаются, но и так же резко снижаются. Высота пика половодья небольшая и непродолжительная, количество паводковой воды в кратном соотношении может достигать несколько сотен и тысяч раз. С ноября по апрель количество воды едва достигает 20-25 % от годового объема воды.

Ежегодный средний годовой сток рек в пределах провинции Гуйчжоу составляет 106 200 млн м<sup>3</sup>, а объем воды, поступающей с территории за пределами провинции (транзитный сток), составляет 153200 млн м<sup>3</sup>. Суммарное количество поверхностных водных ресурсов провинции составляет 1215200 млн м<sup>3</sup>.

Из-за влияния геологических условий, рельефа и распространения карста распределение грунтовых вод в провинции Гуйчжоу чрезвычайно фрагментарно. Обычно грунтовые воды связывают с тремя типами вод: карстовая вода, трещинная вода и поровая вода. Наибольшее распространение имеет трещинная вода и, особенно, карстовая вода. На карстовые воды приходится более 80 % от всех грунтовых. Ресурсы подземных вод провинции оцениваются в 2599500 млн м<sup>3</sup>.

В начале XXIII столетия в провинции было построено около 45 тыс. гидротехнических сооружений для хранения, дренажа и лифтинга и перераспределения поверхностных водных ресурсов, а также сооружений для сбора дождевых вод. В общей сумме для хранения воды было сооружено около 2 тыс. сооружений. 8 крупных, 52 средних и почти 2 тыс. малых водохранилищ. Годовой объем водопотребления в 2006 году составил почти 1 тыс. км<sup>3</sup>. Из них в сооружениях для хранения воды было 31,6 %, в сооружениях для дренажа – 30,4», сооружениях лифтинга – 12,2 %. Объем подземных запасов составил 73,4 км<sup>3</sup>, остальные воды – 185,5 км<sup>3</sup>.

Объем водопотребления на душу населения в провинции составляет 252,7 м<sup>3</sup>, что почти в 2 раза меньше среднего по стране (442 м<sup>3</sup>). В потреблении воды лидирует сельское хозяйство. Из общего баланса водных ресурсов бытовое водоснабжение составляет 125,3 км<sup>3</sup>, производственное водоснабжение – 867,7 км<sup>3</sup>. Экологическое – 6,5 км<sup>3</sup>. Из производственных вод (867,7 км<sup>3</sup>) на орошение расходуется 584,8 км<sup>3</sup>, или 58,51 % от общего потребления воды. Среднее потребление воды на 1 му в провинции составляет 533 м<sup>3</sup>, а среднее по стране – 449 м<sup>3</sup>.

По сравнению с национальным уровнем за тот же период уровень водопользования и эффективность использования воды в провинции Гуйчжоу находится на низком уровне. Так, в 2006 году коэффициент использования водных ресурсов составил всего 9,41 %, что является довольно низким коэффициентом. Особенно заметным дисбаланс между спросом и предложением

становится в период малой воды в реках. Поэтому в провинции есть определенный потенциал для оптимизации использования водных ресурсов.

В целом провинция богата водными ресурсами, реки достаточно многоводные. Однако повсеместное развитие карста затрудняет их использование. Земельных ресурсов немного, и они сосредоточены в межгорных речных долинах. Особенности рельефа территории и география пахотных земель обуславливает создание небольших водохранилищ и каналов.

Общее количество водных ресурсов достаточно велико, но пространственная и временная их неравномерность ограничивает их использование. Слабые инвестиции в сельское хозяйство и водоснабжение не приводит к созданию крупных проектов. Более 90 % составляют малые проекты в области водоснабжения. Поэтому значительная часть вод составляет естественный сток рек в период половодья и паводков.

Крупные промышленные центры Гуйян, Аньшунь и Люпаншуй расположены недалеко от водораздела бассейнов рек Янцзы и Чжуцзян. Потребление в них воды очень велико. Так, например в г. Гуйяне потребление на душу населения около 1/3 от среднего по КНР. Эти города ощущают острую нехватку воды. В целом по провинции около 50 % населенных пунктов имеют дефицит водных ресурсов. Возрастает роль водоснабжения населенных пунктов.

В сельском хозяйстве используются традиционные методы орошения. Коэффициент использования воды на орошение низкий и составляет всего около 0,42.

Решение проблемы нехватки городской воды будет самой важной задачей для развития и использования водных ресурсов в будущем. Эффективность использования водных ресурсов низкая, а уровень потребления воды на единицу ВВП далек от национального уровня. Во многих местах используется традиционный режим орошения сельскохозяйственных угодий, а коэффициент использования оросительной воды низкий, всего около 0,42, а расходы воды весьма большие.

Другая важная проблема – это эрозия почв в условиях высокой величины испарения. При малом выпадении осадков в условиях карста грунтовые воды будут уходить на глубину, реки будут пересыхать, поэтому засушливые периоды будут отмечаться постоянно.

В провинции широко распространена проблема загрязнения поверхностных вод, в особенности вокруг промышленных центров, в местах концентрации населения возникает острая проблема чистой воды.

Таким образом, в связи с ростом населения, экономическим развитием в провинции, пространственной и временной неравномерности стока актуальной остается проблема использования водных ресурсов. Для ее решения необходимо учитывать региональные географические условия и применять современные подходы и методы оптимизации водопользования. Одним из наиболее важных направлений оптимизации водопользования в провинции, как считает автор, является детальное гидрологическое районирование с учетом развития сельского хозяйства и промышленных центров. Основой разработки такого районирования должен быть бассейновый подход с учетом природных особенностей условий формирования стока на фоне рельефа и геологического строения.

## ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ РЕАГЕНТОВ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

**Василевская М. В., Грушевская А. А.\***

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, marilu141@gmail.com

\*Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С.Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, marilu141@gmail.com  
Научный руководитель – Левчук Н. В., к.т.н., доцент

*Natural and waste water contain pollutants of different nature. The most common chemical disinfection methods are water treatment with chlorine and its derivatives. The disinfecting reagents used in recent years include such a chlorine-containing reagent as sodium hypochlorite. Its use in the purification of natural waters can improve the reliability and stability of the process of purification and disinfection of water from dissolved compounds of iron, manganese, hydrogen sulfide, organic substances, etc.; improve the sanitary condition of water treatment equipment, as well as improve the quality of the habitat of water consumers.*

Природные и сточные воды содержат загрязняющие вещества различного характера. К таким загрязнениям относятся органические, минеральные и биологические примеси. К органическим загрязнениям относятся примеси растительного и животного происхождения, к минеральным загрязнениям – кислоты, щелочи, соли, минеральные масла, песок, глина и др. Примесям биологического происхождения являются грибки, водоросли, различные виды бактерий, в том числе и болезнетворные.

Качественная и количественная оценка состава природных и сточных вод может быть сделана на основании изучения всех показателей санитарно-химического анализа. Основными показателями качества воды, при расчете необходимой степени очистки, являются содержание взвешенных веществ и БПК. Рассмотрение показателей БПК, а для производственных сточных вод и ХПК, требуется для выбора методов биологической очистки и обеззараживания загрязненных природных и сточных вод. Наиболее распространенными реагентными методами обеззараживания является обработка воды хлором и его производными. Однако при работе с хлорсодержащими химическими реагентами могут возникать проблемы следующего характера: дополнительное химическое воздействие на обрабатываемую воду, возможность «передозировки» химического реагента, часто возникающая необходимость последующей очистки воды от образующихся побочных продуктов реакции окисления.

Содержание хлоридов при концентрациях 10 г/л не оказывает влияние на биологический процесс очистки сточных вод, но во избежание засоления водоемов необходимо предотвратить сброс высокоминерализованных производственных сточных вод в городские системы водоотведения. Поэтому для предприятий пищевой промышленности, горнодобывающей, текстильной, предприятий по производству минеральных удобрений и пищевой промышленности проблема удаления хлоридов из сточных вод является важной экологической производственной задачей.

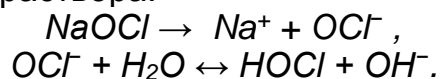
Тем не менее, в практике водоподготовки для окисления примесей природной воды и ее обеззараживания ранее наиболее широко применялся жид-



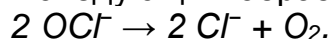
кий хлор. Однако при его использовании выявлен целый ряд негативных факторов, обусловленных химической природой реагента: 1) хлор является сильнодействующим ядовитым веществом, поэтому все предприятия, его использующие, являются объектами повышенной опасности; 2) возникает необходимость точной дозировки; 3) требуется обеспечения хорошего смешивания хлора с водой и достаточной продолжительности их контакта (не менее 30 мин.); 4) существует возможность утечки хлора при использовании напорных хлораторов; 5) возникает необходимость хранения большого запаса хлора; 6) требуется соблюдение особых правил при устройстве хлораторных установок, которые направлены на защиту обслуживающего персонала от негативного действия хлора [1].

Поэтому в качестве обеззараживающих реагентов в последнее время применяют такие хлорсодержащие реагенты, как например оксид хлора (IV), хлорамины, гипохлорит натрия.

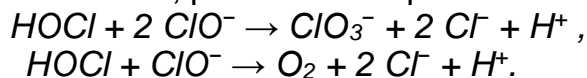
Гипохлорит натрия (ГПХН) – NaClO, получают хлорированием водного раствора едкого натра (NaOH) молекулярным хлором (Cl<sub>2</sub>) или же электролизом раствора поваренной соли (NaCl). Он хорошо растворим в воде. Гипохлорит натрия образует в воде хлорноватистую кислоту и гипохлорит ион в соотношениях, определяемых pH раствора:



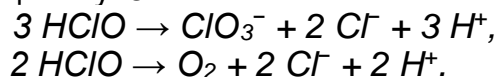
В сильнощелочной среде (pH > 10), когда гидролиз гипохлорит-иона подавлен, разложение происходит следующим образом:



В среде со значением pH от 5 до 10, когда концентрация хлорноватистой кислоты в растворе заметно выше, разложение протекает по следующей схеме:



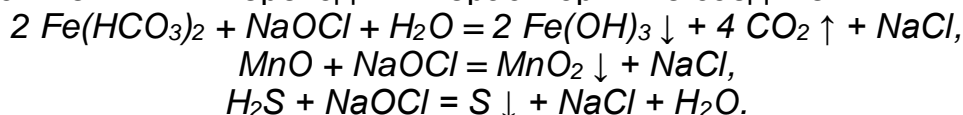
При дальнейшем уменьшении pH, когда в растворе уже нет ClO<sup>-</sup> ионов, разложение идет следующим путем:



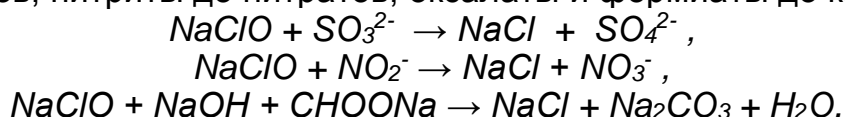
При pH раствора ниже 3, разложение будет сопровождаться выделением молекулярного хлора:



Водный раствор гипохлорита натрия, являющийся сильным окислителем, вступает в многочисленные реакции с разнообразными восстановителями, независимо от кислотно-щелочного характера среды [2]. Присутствующие в исходной воде растворенные соединения железа, марганца и сероводорода под воздействием ГПХН переходят в нерастворимые соединения:



Растворенные органические вещества, обуславливающие цветность, привкус и запах воды, также окисляются ГПХН до минеральных солей, углекислого газа и воды [3]. Под воздействием гипохлорита натрия сульфиты окисляются до сульфатов, нитриты до нитратов, оксалаты и формиаты до карбонатов:



Фосфор и мышьяк растворяются в щелочном растворе гипохлорита натрия, образуя соли фосфорной и мышьяковой кислот. Аммиак под действием гипохлорита натрия превращается в гидразин.

Гипохлорит натрия проявляет сильную антибактериальную активность. Это средство убивает микроорганизмы очень быстро и при достаточно низких концентрациях, поскольку разложение гипохлорита сопровождается образованием ряда активных частиц (радикалов) и, в частности, синглетного кислорода, обладающего высоким биоцидным действием [2]. Наивысшая бактерицидная активность, а также окислительно-восстановительная активность гипохлорита натрия проявляется в нейтральной среде, когда концентрации  $\text{NClO}$  и гипохлорит-анионов  $\text{ClO}^-$  в процессе гидролиза и диссоциации ГПХН приблизительно равны.

При использовании гипохлорита натрия необходимо учитывать и то, что он оказывает сильное коррозионное воздействие на различные материалы, что необходимо учитывать при подборе конструкционных материалов для изготовления установок очистки воды.

По результатам изучения литературных источников можно сделать следующие выводы [4]:

1. Наиболее рациональным как в экологическом, так и технологическом аспектах методом обеззараживания природных и сточных вод является использование гипохлорита натрия.

3. По бактерицидному действию гипохлорит натрия равноценен жидкому хлору, а суммарное содержание галогенорганических соединений в воде, обрабатываемой гипохлоритом натрия, ниже, чем в воде, обрабатываемой жидким хлором.

4. Применение гипохлорита натрия снижает дозу хлора при предварительном хлорировании и вторичном хлорировании по сравнению с использованием жидкого хлора.

5. По консервирующей способности гипохлорит значительно превосходит жидкий хлор, что имеет большое значение для хранения питьевой воды и ее транспортировки в удаленные точки разводящих водопроводных сетей.

6. Использование ГПХН в технологических схемах очистки природных вод позволяет повысить надежность и устойчивость процесса очистки и обеззараживания воды от растворенных соединений железа, марганца, сероводорода, органических веществ и т. д., повысить качество среды обитания водопотребителей.

#### **Список цитированных источников**

1. Арцибашева, М.С. Обеззараживание воды гипохлоритом натрия / М.С. Арцибашева, Л.А. Ковалёва // Теория и технология металлургического производства. – Магнитогорск, 2011. – №11. – С. 165-171.

2. Интернет-ресурс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wwtec.ru/index.php?id=410> – Дата доступа: 10.03.2019.

3. Злобин, Е.К. К вопросу об использовании гипохлорита натрия в системах централизованного водоснабжения небольшой мощности / Е.К. Злобин, Р.А. Ковалев, Р.О. Белоусов, Д.Е. Злобин, Т.Е. Злобина // Известия ТулГУ. Технические науки. – Т., 2018. - №10. – С.338-342.

4. Сколубович, Ю.Л. К вопросу обеззараживания природных вод гипохлоритом натрия / Ю.Л. Сколубович, Е.Л. Войтов // Вестник ИрГТУ. Строительство и архитектура. – Иркутск, 2010. - № 5(45). – С. 114-119.

## АНАЛИЗ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЛОЖНОГО СОСТАВА

**Велюго Е. С.**

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

г. Новополоцк, Республика Беларусь, e.velugo@pdu.by

Научный руководитель – Ющенко В. Д., к.т.н., доцент

*Abstract: Water systems for small objects are considered. The processes of iron removal from groundwater are studied. Various filtering loads are considered. Experiments are presented to change the intensity of aeration pressure filters*

В настоящее время в Республике Беларусь одна из распространенных проблем - это повышенное содержание в подземных водах железа, которое присутствует преимущественно в двухвалентной форме. Однако подземные воды могут содержать значительное количество других загрязняющих элементов и соединений. В некоторых частях территории Республики Беларусь в подземных водах могут присутствовать, кроме железа, марганец, аммонийный азот, сероводород и другие соединения, влияние которых на процесс обезжелезивания установить очень сложно, а иногда невозможно, что делает обработку данных вод достаточно сложным процессом.

Доказательством этому служат проведенные исследования по совместному снижению концентраций железа и аммонийного азота, содержащиеся в исходной воде. Изменение интенсивности аэрации напорных скорых фильтров, оставляя неизменными параметры их работы по скорости фильтрования и условиям промывки песка, позволило достигнуть более эффективного действия кислорода воздуха в воде, увеличить скорость химических реакций по переходу аммонийного азота в нитриты и нитраты, и, как следствие, снизить концентрации железа и аммонийного азота в воде до требуемых нормативов. В данном случае, если бы аммонийный азот отсутствовал, можно предположить, что в обработанной воде были бы достигнуты нормативные значения по железу с протеканием в основном биохимических процессов. Т. е. наличие в воде аммонийного азота не позволяет достигнуть необходимого эффекта удаления железа обычным способом[1].

Сегодня для обработки подземных вод сложного состава существует большое разнообразие материалов, используемых в качестве фильтрующих загрузок в фильтры.

На протяжении длительного времени используют зернистые материалы, такие как песок, дробленый керамзит, доломит, горные породы и другие. Способность воды, содержащей двухвалентное железо и растворенный кислород, проходя через слой зернистой загрузки выделять железо на поверхности зерен, образуя каталитическую пленку из ионов и окислов железа. На зернах фильтрующего слоя одновременно происходят реакции окисления и гидролиза [2]. Необходимым условием образования и действия пленки является наличие в воде кислорода. Обычно, если в воде содержится только железо, достаточно провести аэрацию объемом 0,1 м<sup>3</sup> воздуха на 1,0 м<sup>3</sup> воды, но при сложном составе это соотношение должно быть не менее 0,4/1,0[1].

К недостаткам зернистых материалов следует отнести длительное время (иногда 4-6 месяцев и более) «зарядки» фильтров до получения нормативных

концентраций загрязнений в фильтрате при исходной воде сложного состава, большой удельный вес и гидравлическое сопротивление загрузки, что приводит к значительным энергетическим и эксплуатационным затратам.

В последнее время интенсивно рекламируется фильтрующий материал - BIRM (США). Однако для его использования содержание кислорода в воде должно быть не менее 15% от содержания железа, поэтому чаще всего необходимо использовать дополнительную аэрацию воды с помощью специальных устройств (воздушный эжектор, компрессор или аэрационная колонна). Кроме того, рекомендуется, чтобы в воде отсутствовали сероводород, нефтепродукты и полифосфаты, а перманганатная окисляемость не превышала 5 мг/дм<sup>3</sup>. При высоких давлениях и скоростях фильтрации (больше 12 м/ч), удерживающие на поверхности загрузки агломераты гидроксида железа, могут, в результате их отрыва, перейти в очищенную воду. Рабочая емкость BIRM по железу принимается не более 1100 мг-экв. Fe/дм<sup>3</sup> загрузки.

Существующие на сегодняшний день комплексные материалы типа Ecomix C, FeroSOFT A, SuperFerox и др. (производитель – предприятия России, Украины, Беларуси) используются в качестве катионитов, которые заряжены ионами натрия. Данные материалы эффективно удаляют одновременное содержание в воде железа, марганца, аммония и алюминия, а также снижают окисляемость и общую жесткость.

Однако они являются дорогими по сравнению с АГ-3 и АГ-5, имеют низкую способность удаления растворенных газов, а применение растворов окислителей или таблетированной соли (хлорид натрия) значительно усложняет процесс обработки воды.

Менее 10 лет назад стали широко использовать группу сорбентов, имеющих в своем составе, как главную составляющую, алюмосиликатную группу. Также в состав могут входить пластификаторы, порообразователи, ПАВы и СПАВы [3].

Основой для получения этих материалов служит доломит (тип МЖФ), пирролизит (сорбенты АС и МС), определенные сорта глины (цеолиты) и т. д.

Сорбент «АС» относительно кварцевого песка обладает рядом преимуществ: меньшая скорость взрыхляющей промывки, меньшая измельчаемость и большая пористость [4]. Сорбент «АС» можно признать перспективной загрузкой при удалении широкого спектра загрязнений, включая железо, стронций, ТЦМ, алюминий, нефтепродукты, фенол, фтор, растворенные газы и др. Однако данные по воздействию сорбентов на дисперсную водную систему из подземных источников противоречивы и окончательно еще не установлены.

Совместно с ЧУП «Аквапром» проведенные исследования на фильтрах, которые загружены подобными сорбентами (АС, ZEOL), малых объемов водопотребления в Витебской области Республики Беларусь показали, что данные материалы являются эффективными. Кроме того, они могут рассматриваться в качестве загрузок для очистки воды станций обезжелезивания воды, работающих с длительными простоями в течение суток; могут поддерживать высокие скорости фильтрования (до 21 м/ч); отличаются примерно в два раза более низкой скоростью для обратной промывки фильтров, что сокращает потери воды и мощность промывных насосов.

Сорбенты отличаются более низкими характеристиками по измельчаемости и истираемости по сравнению с кварцевым песком, поэтому срок службы таких загрузок меньше, чем у кварцевого песка. Установлено, что через 6-12 месяцев их работы показатели воды резко ухудшаются и приходится их заменять. Скорее всего, эти материалы все же являются адсорберами, и со

временем происходит истощение алюмосиликатной составляющей без возможности их регенерации.

Следует отметить довольно высокую стоимость всех рассмотренных материалов, по сравнению с традиционными загрузками скорых фильтров при обработке подземных вод сложного состава.

#### **Список цитированных источников**

1. Ющенко, В.Д. Особенности совместного удаления железа и аммонийного азота из подземных водоисточников в сооружениях напорного типа / В.Д. Ющенко, Е.С. Велюго, Т.В. Козицин, К.Г. Петренко // Развитие инженерно-технических методов природообустройства и водопользования: сборник научных трудов. – Калининград, 2018. – С. 98-108.

2. Николадзе, Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. – М.: Стройиздат, 1978. – 160 с.

3. Сорбенты и сменные загрузки [Электронный ресурс] : каталог сорбентов и сменных засыпок для водоподготовки: БелАкваМир/01.02.2019.

4. Братилова, М.М. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЗАГРУЗОК ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ЖЕЛЕЗА/Братилова М.М., Гречушкин А. Н. // Universum: Химия и биология : электрон.научн. журн. 2015. № 6 (14)

УДК 551.524.2

## **ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МИНИМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

**Веремчук А. Г., Протасевич А. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, protasevichnastua@gmail.com  
Научный руководитель – Мешик О. П., к.т.н., доцент

*The article presents the results of the study of minimum air temperature in Belarus. Here are the main causes of changes in air temperature.*

Распределение температуры воздуха по территории Беларуси зависит от климатообразующих факторов, главный из которых – географическое положение исследуемой территории.

В холодный период температурный режим определяется в основном циркуляцией атмосферы. Аккумулятор тепла – Атлантический океан и господствующий в умеренных широтах западный перенос оказывают основное влияние на распределение температуры в Беларуси: изотермы направлены почти меридионально. В среднем на каждые 100 км к востоку температура понижается на 0,5° С. В целом для теплового режима Беларуси характерно постепенное повышение температуры воздуха с северо-востока на юго-запад (летом на юго-восток) [1].

Очень часто для их решения необходимы сведения о годовых минимумах, значения которых используются в качестве расчетных параметров в ряде нормативных документов. Объектом исследования в работе являются минимальные температуры воздуха по 38 метеостанциям Беларуси за репрезентативный период с 1950 по 2013 гг.

Минимальная температура воздуха характеризует температуру наиболее холодной части суток (4-6 часов в летнее время, 6-9 часов в зимнее время).

Температура воздуха в Беларуси характеризуется значительной изменчивостью. Самый теплый месяц года – июль со средними температурами воздуха от 17,0 до 18,5 °С, самый холодный – январь с температурами от минус 8,0 до минус 4,5 °С. Минимальные наблюдаемые температуры на территории Беларуси достигали минус -35,0-41,0 °С.

Абсолютные минимумы температуры воздуха характерны для северо-восточной части территории Беларуси. Наиболее низкие температуры воздуха зарегистрированы в 1956 году (таблица 1) [2].

Как правило, наиболее низкие температуры воздуха в Беларуси наблюдаются в январе. Предельно низкая приземная температура воздуха (-40,7 °С) за весь период инструментальных наблюдений была зафиксирована на станции Шарковщина в 1956 году. За весь период исследования этот результат так и остался рекордным.

**Таблица 1 – Ранжированные абсолютные минимумы температуры воздуха за 1950-2013 гг.**

t, °С	Месяц	Год	Метеостанция
-40,7	февраль	1956	Докшицы
-40,4	февраль	1956	Шарковщина
-39,8	февраль	1956	Лынтупы
-38,7	январь	1956	Витебск
-38,6	январь	1956	Шарковщина
-38,5	январь	1956	Горки
-38,4	февраль	1956	Витебск
-38,2	январь	1956	Верхнедвинск
-38,2	январь	1950	Волковыск
-38,2	январь	1970	Ганцевичи
-38,1	февраль	1956	Полоцк

Минимальные температуры воздуха ниже -30 °С наблюдались на всех рассматриваемых станциях. Наиболее часто минимальная температура опускалась ниже -30 °С на станциях, расположенных в северной части Беларуси, как это видно из таблицы 1.

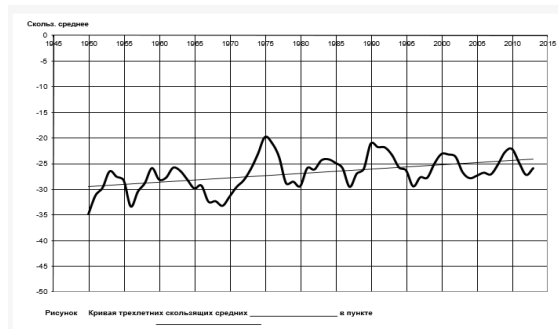
Значительные понижения температуры воздуха обусловлены перемещением холодных арктических воздушных масс, которые вследствие малой влажности и большой прозрачности при движении подвергаются радиационному выхолаживанию.

Самые теплые зимы в Беларуси наблюдаются в основном после 1990 года. На всех метеорологических станциях повторяемость минимальной температуры воздуха ниже -35 °С резко уменьшилась.

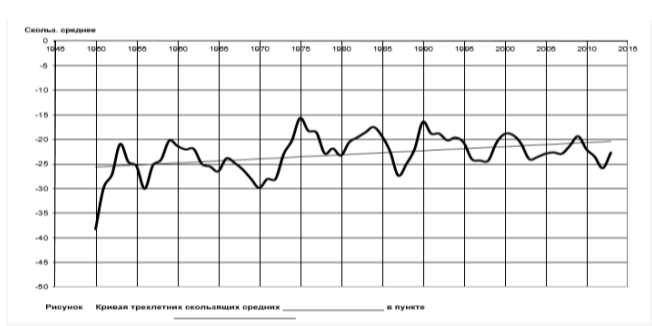
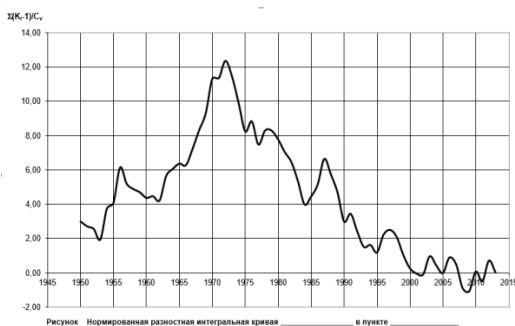
Анализ временных рядов (1950-2013 гг.) экстремальных температур воздуха указывает на их ярко выраженную цикличность. Цикличность нами устанавливается методами интегральных разностей и кривых скользящих средних. На рисунках 1 – 2 представлены нормированные разностные интегральные кривые абсолютных минимальных значений температур воздуха и кривые скользящих средних за весь период наблюдений для отдельных метеостанций Беларуси.

Анализ временной изменчивости минимальных температур воздуха показал, что в Беларуси отмечаются в основном синхронные колебания времен-

ных рядов. Особенно мощная положительная флюктуация обнаруживается в последние 30 лет. Если сравнить температуры середины 60-х годов и конца 90-х XX столетия и начала XXI столетия, то зимой отмечается ее рост на величину около 3С, а в январе он составил около 6С. В Беларуси, как и в Северном полушарии, за последние 30 лет самым теплым годом был 1998 год, а 1990-е года также признаны самым теплым периодом. Потепление за последние 30 лет можно назвать потеплением зимнего типа. Региональное изменение климата может быть в какой-то мере обусловлено и обширной мелиорацией южной части республики и определенных территорий Украины и Польши. Изменение температуры в годовом ходе не противоречит физическим представлениям о климате мелиорации на изменения температуры в различные сезоны года [1].



**Рисунок 1 – Нормированные разностные интегральные кривые и кривые скользящих средних абсолютных минимальных температур воздуха для метеостанции Шарковщина**



**Рисунок 2 – Нормированные разностные интегральные кривые и кривые скользящих средних абсолютных минимальных температур воздуха для метеостанции Волковыск**

Информация о вероятности возникновения экстремально низких температур важна для решения прикладных задач в различных секторах экономики, в том числе здравоохранении, энергетике, сельском, лесном, водном хозяйствах и др.

#### Список цитированных источников

1. Логинов, В. Ф. Изменения климата Беларуси и их последствия. – Минск: Тоник, 2003.
2. Мешик, О.П. Экстремальные температуры воздуха на территории Беларуси / О.П. Мешик, И.А. Рыжковская // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2015. – № 2(92): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 84–91.

## ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ УП «ВИТЕБСКВОДОКАНАЛ»

**Галузо А. В.**

Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, galuzo.anna@mail.ru  
Научный руководитель - Ющенко В. Д., к.т.н., доцент

*The article describes major methods of step-by-step reconstruction of water treatment plants. It presents experimental results of hydrolysis processes. Updated operational modes of primary sedimentation tanks after introduction of primary sludge acidification have also been revealed in this article.*

Основными приоритетами в работе современных предприятий водопроводно-канализационного хозяйства являются экономический рост и одновременное улучшение экологической обстановки. Значительное воздействие на окружающую среду оказывает работа очистных сооружений канализации.

Канализационные очистные сооружения г. Витебска (в дальнейшем – КОС) функционируют с 1968 г. На КОС г. Витебска поступает смесь хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, их количество и состав подвергается постоянному изменению в соответствии с экономической ситуацией в Республике.

В настоящее время средний состав коммунальных стоков г. Витебска по значениям загрязнений характеризуется как высококонцентрированный сток [1]. За 2017 г. средние показатели по ХПК – 680 мг/л, БПК – 336 мг/л, азот общий – 70,9 мг/л и взвешенные вещества – 368 мг/л, фосфор общий до 11 мг/л. Количество сточных вод, поступающих на очистные сооружения, составляет порядка 90 тыс. м<sup>3</sup>/сут. с содержанием производственных стоков от крупных предприятий 25-30%.

Существующая технологическая схема очистки сточных вод состоит из следующих основных узлов: механическая очистка, биологическая очистка совместно с вторичным отстаиванием, выпуск очищенных стоков в р. Западная Двина.

Основной задачей реконструкции является улучшение качества очистки сточных вод при максимальном использовании действующих сооружений с применением комплекса действий по замене части существующих технологий и оборудования на более эффективные.

Для улучшения качества очистки сточных вод и обработки осадка затрагиваются следующие звенья технологической цепочки: первичные отстойники (механическая очистка), аэротенки (биологическая очистка) и иловые площадки (хранение осадка).

Одной из причин неэффективного удаления биогенных элементов из сточных вод является недостаточное количество легкоокисляемой органики [2]. Эта проблема может быть решена путем применения в первичных отстойниках процесса гидролиза сырого осадка. Условиями для проведения процесса гидролиза являются: накопление в отстойнике сырого осадка, его рециркуляция, обеспечивающая повторное использование сырого осадка, время удержания осадка.



В связи с этим были проведены опытно-экспериментальные работы на существующих первичных радиальных отстойниках с применением экспериментальной установки для определения основных параметров эффективного протекания процессов гидролиза осадка (рис. 1).



**Рисунок 1 – Лабораторная установка**

В период исследований установлено, что средняя рециркуляция осадка составляет 4,8% от входного расхода, а средний возраст ила - 5 дней. Процесс гидролиза позволил улучшить соотношение между органическими и биогенными веществами в сточных водах. Экспериментальные работы на действующем первичном отстойнике выявили, что по сравнению с процессом седиментации без гидролиза соотношения БПК<sub>5</sub>/Р и БПК<sub>5</sub>/N и увеличились на 14% и 21% соответственно [3].

Для достижения в очищенных водах на выпуске КОС концентраций загрязняющих веществ, соответствующих международным нормам ХЕЛКОМ(а), необходимо изменение технологии биологической очистки.

На КОС г. Витебска эксплуатируются аэротенки-вытеснители двух- и четырехкоридорные, построенные в 1970-1980 гг. Данные сооружения рассчитаны на процесс нитрификации и удаление взвешенных веществ и БПК. В соответствии с поступающими нагрузками на сооружения биологической очистки подобрана технологическая схема биологической очистки [4]. В настоящее время ведется строительство нового блока аэротенков с использованием различных зон.

В процессе очистки сточных вод образуется осадок, переработка которого также является проблемным вопросом. Для обработки избыточного ила на КОС используются илоуплотнители. Далее уплотнённый ил и сырой осадок для хранения перекачивается на иловые площадки. На иловых площадках происходит естественное снижение влажности осадков за счет испарения и удаления поверхностной надильной воды. Хранение осадка сточных вод, непосредственно на иловых площадках, представляет серьёзную экологическую угрозу.

Для окончательной переработки накопленного и вновь образующегося осадка сточных вод разрабатывается технология компостирования (рис.2).



**Рисунок 2 – Продукт из осадка сточных вод после процесса компостирования**

Процесс компостирования включает: подготовку вспомогательных материалов, приготовление компостирующей смеси, биотермическую обработку в течение определенного времени, созревание компоста.

Такая технология позволяет достигнуть следующих преимуществ по сравнению с традиционной: образуется качественный продукт, а не отходы; улучшается структура ила; образуется структура, близкая к рыхлой почве, уменьшается влажность; уменьшение площадей для хранения, освобождение иловых площадок;

Внедрение современных экологических технологий на основных этапах процесса очистки сточных вод позволит снизить экологическое воздействие на реку Западная Двина, решить проблему утилизации осадков, улучшая уровень жизни населения г. Витебска и прилегающих территорий.

#### **Список цитированных источников**

1. Хенце, М. Очистка сточных вод, биологические и химические процессы: Пер. с англ. – М.: Мир, 2009. – 480с

2. Долина, Л.Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов: монография – Днепропетровск: Континент, 2011. – 198с.

3. Preliminary investigation of primary sludge hydrolysis. Regimantas Dauknys / Aušra Mažeikien, Anna Haluza, Illia Halauniou, Victor Yushchenko. “Environmental Engineering” 10th International Conference. Vilnius Gediminas Technical University. – Lithuania. S. 27–28.

4. Куприянич, Т.С. Изучение возможности применения многозонной биологической очистки сточных вод от биогенных элементов на станции аэрации г. Витебска / А.В. Галузо, В.Д. Ющенко // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2016. – С.120-125.

## СРАВНЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К НОРМИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА СБРОСЕ В СЕТИ КОММУНАЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

**Голод Ю. В. Захарко П. Н.**

Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов»,  
ylia-gold@mail.ru, polina.k.85@mail.ru  
Научный руководитель – Дубенок С. А. к.т.н.

*The article covers some problems of regulation of industrial wastewater discharges into a municipal sewage system in the Republic of Belarus.*

В настоящее время для Республики Беларусь актуальны вопросы нормирования производственных сточных вод, отводимых через сети коммунальной канализации в водные объекты. В связи с отсутствием у большей части промышленных предприятий, которые являются абонентами предприятий водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ), локальных очистных сооружений на коммунальные очистные сооружения ВКХ зачастую приходят высокие концентрации загрязняющих веществ, которые приводят к нарушению биологической очистки сточных вод и, как следствие к сбросу недостаточно очищенных сточных вод в водные объекты.

Отведение производственных сточных вод в сети коммунальной канализации населенных пунктов регламентировано приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 06 апреля 1994 г. № 23 «О правилах технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест» [1] и постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 сентября 2016 г. № 788 «Привила пользования централизованными системами водоснабжения, водоотведения (канализации) в населенных пунктах» [2] (далее - постановление Совмина № 788), в которых приведены условия приема производственных сточных вод в сети коммунальную канализацию.

Анализ законодательства Республики Беларусь показал об отсутствии методического подхода к нормированию сточных вод, отводимых в сети коммунальной канализации.

В настоящее время методические подходы в Республике Беларусь, Российской Федерации и Украине к установлению допустимых концентраций в сточных водах, отводимых в сети коммунальной канализации, существенно отличаются.

В Украине в приказе Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины от 1 декабря 2017 г. № 316 «Об утверждении Правил приема сточных вод в системы водоотведения и порядка определения размера платы, взимаемой за сверхнормативные сбросы сточных вод в системы водоотведения» [3] (приказ № 316) приведены:

- инструкция по приему сточных вод в сети коммунальной канализации;
- методический подход к расчету допустимых концентрация загрязняющих веществ в составе сточных вод, отводимых в сети коммунальной канализации;

- максимальные допустимые концентрации загрязняющих веществ в составе сточных вод, отводимых в сети коммунальной канализации вне зависимости от отрасли промышленности;

- перечень отраслей промышленности, отведение сточных вод которых может осуществляться в сети коммунальной канализации только после локальных очистных сооружений.

Методический подход к нормированию производственных сточных вод, отводимых в сети коммунальной канализации населенных пунктов Украины, позволяет регулировать допустимую концентрацию загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод между предприятиями-абонентами, осуществляющих отведение производственных сточных вод в сети коммунальной канализации. Распределение допустимой концентрации осуществляется за счет расчета и перераспределения массы загрязняющих веществ, поступающей в составе сточных вод на приемную камеру коммунальных очистных сооружений, с учетом фактической или расчетной массы загрязняющих веществ в составе хозяйственно-бытовых сточных вод. При этом, допустимые концентрации загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод, отводимых промышленными предприятиями в сети коммунальной канализации, не должны превышать максимальные допустимые концентрации загрязняющих веществ в составе сточных вод, установленные приказом № 316.

В Российской Федерации постановлением Правительства Российской Федерации от 29 июля 2013 г. № 644 (ред. от 5 января 2015 г.) «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [4] установлены единые правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации и основные требования по сбросу производственных сточных вод в сети канализации, включая 11 производственных процессов, при осуществлении которых предприятие обязано установить локальные очистные сооружения перед сбросом сточных вод в сети коммунальной канализации, а также установлены максимальные допустимые значения показателей и (или) концентраций (по валовому содержанию в натуральной пробе сточных вод). Данный подход к нормированию производственных сточных вод не позволяет перераспределить допустимую концентрацию загрязняющих веществ между различными отраслями промышленности.

Для установления единого методического подхода к нормированию сбросов производственных сточных вод в Республике Беларусь и обеспечения бесперебойной и эффективной работы городских очистных сооружений, снижения воздействия на окружающую среду, необходимо определить и обосновать перечень видов экономической деятельности, для которых нормирование сброса сточных вод в сети коммунальной канализации населенных пунктов будет обязательным.

Первые шаги в данном направлении Министерством ЖКХ уже приняты: в 2016 г. вступило в силу постановление Совмина № 788 [2], регламентирующее условия приема сточных вод в сети коммунальной канализации населенных пунктов Республики Беларусь.

В настоящее время в постановление Совмина № 788 планируется внесение изменений с целью адаптации российских подходов к нормированию производственных сточных вод, отводимых в сети коммунальной канализации.

При этом, необходима разработка методики, позволяющей проводить нормирование допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе

сточных вод, отводимых в сети коммунальной канализации, с учетом недостаточной эффективности очистки сточных вод на коммунальных очистных сооружениях.

РУП «ЦНИИКИВР» начата разработка методических подходов по нормированию производственных сточных вод, отводимых в сети коммунальной канализации населенных пунктов, включающие формирование перечня загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод, с учетом фактической работы очистных сооружений и установленных допустимых концентраций загрязняющих веществ на выпуске сточных вод в водный объект.

### **Список цитированных источников**

1. О правилах технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест: Приказ Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь от 06 апреля 1994 г. № 23.

2. Правила пользования централизованными системами водоснабжения, водоотведения (канализации) в населенных пунктах: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 сентября 2016 г. № 788.

3. Об утверждении Правил приема сточных вод в системы водоотведения и порядка определения размера платы, взимаемой за сверхнормативные сбросы сточных вод в системы водоотведения: Приказ Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины от 1 декабря 2017 г. № 316.

4. Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление правительства Российской Федерации от 29 июля 2013 г. № 644 (ред. от 5 января 2015 г.).

УДК 556.535.2(476)

## **ДИНАМИКА УРОВЕННОГО РЕЖИМА РЕКИ КОПАЮВКА С. ЧЕРСК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА**

**Дашкевич Д. Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, dionis1303@mail.ru

Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The aim of this work is to study changes in water level in rivers in the period of modern climate change. The analysis of monthly average water levels. Presents the annual distribution of water levels.*

### **Введение**

Состояние водного объекта можно описать, используя ряд гидрологических характеристик. Уровень воды относится к наиболее информативным гидрологическим характеристикам, который позволяет оценить глубину, частоту вероятности и продолжительность затопления речной долины. Уровенный режим отражает закономерности наполнения русла водотока, описывает специфику этого процесса в различных пространственных и временных масштабах

Колебания уровня воды в реках теснейшим образом связаны с режимом стока. На уровенный режим водотоков большое влияние оказывают морфологические особенности строения русла (характер и размеры поперечного профиля, уклоны и др.). Поэтому уровенный режим тех или иных рек при внешнем их сходстве может быть абсолютно отличным не только для каждой из рек, но и для отдельных их участков.

Для выявления закономерностей изменения уровней воды в реках выбрана малая река Копаявка с водосборной площадью до 300 км<sup>2</sup>. Копаявка — река на Украине и в Беларуси, правый приток Западного Буга. Протекает в Волынской и Брестской областях. Длина реки – 39 км. Площадь водосбора 264 км<sup>2</sup>. Средний уклон водной поверхности 0,5 ‰. Река берёт начало на территории Украины, вытекает из северо-восточной части озера Луки около деревни Затишье. Русло на территории Украины полностью канализировано, в Беларуси два канализированных участка: 13 км от границы с Украиной до деревни Рудня и 2 км вниз по течению от моста на дороге Домачево – Леплевка. Берега очень низкие, сливаются с поймой, в среднем и нижнем течении более обрывистые, высотой до 0,5 м.

### Основная часть

В качестве исходных данных для исследования послужили данные об уровнях воды в бассейнах реки Копаявка – с. Черск, приведенные в «Гидрологических ежегодниках» за 1972-2010 годы. Ряды уровней воды разбиты на две части: с 1972 по 1986 гг. – период интенсивной мелиорации и с 1987 по 2010 гг. – период современного изменения климата. Исследования выполнены по средним месячным значениям уровней воды.

В таблице приведены значения критериев Стьюдента и Фишера, средние, максимальные, минимальные значения уровней воды, отношение среднего месячного значения уровня к среднему годовому, а также амплитуда колебания уровней за рассматриваемые периоды.

**Таблица – Значения исследуемых параметров реки Копаявка – с. Черск**

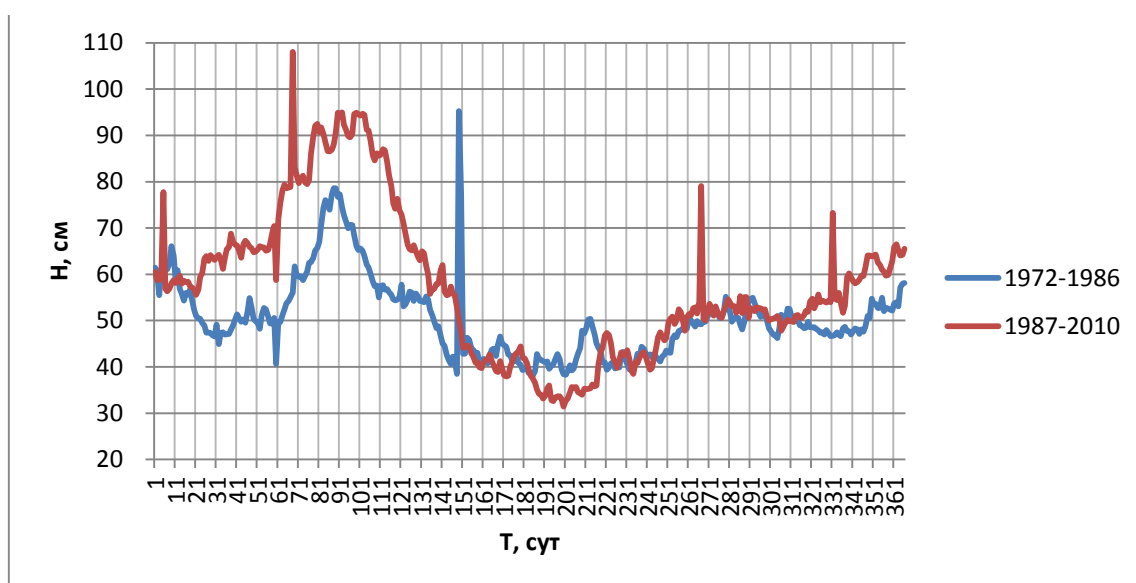
Параметр/месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
критерий Фишера F	1,11	0,33	0,35	0,48	0,79	0,44	0,82	0,77	0,23	1,76	2,05	1,39	
t-критерий Стьюдента	-1,05	-1,93	-2,18	-3,04	-1,07	0,34	1,33	0,27	-0,53	-0,20	-0,38	-1,08	
Ср.72-86	55	50	64	65	51	42	42	44	48	51	49	51	51
Ср.87-2010	64	65	84	86	58	40	34	42	50	53	53	61	58
макс72-86	119	98	94	92	82	89	74	102	68	134	158	121	67
мин72-86	25	21	35	31	26	22	21	21	29	28	23	28	36
Амп72-86	94	77	59	61	57	67	53	81	39	106	135	93	31
макс87-2010	130	130	159	123	104	116	82	82	111	94	104	106	89
мин87-2010	15	13	15	35	23	15	9	12	16	25	21	26	30
Амп87-2010	114	117	144	88	81	101	73	70	95	69	83	80	58
ΔA	20	40	85	27	24	34	20	-11	56	-37	-52	-13	27
$\frac{H_{\text{ср.i.72-86}}}{H_{\text{год72-86}}}$	1,07	0,98	1,25	1,27	1,00	0,83	0,83	0,86	0,94	1,00	0,96	1,01	
$\frac{H_{\text{ср.i.87-2010}}}{H_{\text{год87-2010}}}$	1,11	1,14	1,47	1,49	1,00	0,70	0,59	0,73	0,88	0,91	0,91	1,06	

В таблице жирным шрифтом выделены статистически значимые значения критериев Фишера и Стьюдента.

Анализируя результаты статистической обработки временных рядов, можно сделать следующий вывод, что статистически значимые изменения двух выборочных средних произошли в месяцы высоких уровней с февраля по май. Различия в колебаниях рядов наблюдаются с апреля по август. В апреле и мае отмечаются значимые изменения одновременно двух этих параметров. Эти данные согласуются с результатами статистической обработки временных рядов климатических параметров, полученных нами ранее [2].

Амплитуда колебания уровней воды варьируется в следующих диапазонах: за период 1972–1986 гг. от 39 см в сентябре до 135 см в ноябре ; за период 1987–2010 гг. от 69 см в октябре до 144 см в марте. Минимальные значения колебания уровней наблюдаются в период летней межени периода 1972–1987 гг., а максимальная амплитуда колебания уровней воды наблюдается в современный период весеннего половодья. Наступление высших уровней происходит вслед за вскрытием и ледоходом. Нарастание уровней и наступление пиков зависит от многоводности года и от характера весны, в частности от хода температур. Разность амплитуд колебания уровней воды периодов 1987–2010 гг. и 1972–1987 гг. изменяется в пределах 20-87 см с января по июль, и от -11 до -52 см в августе, октябре, ноябре, декабре. Знак минус показывает уменьшение уровней воды в настоящий период.

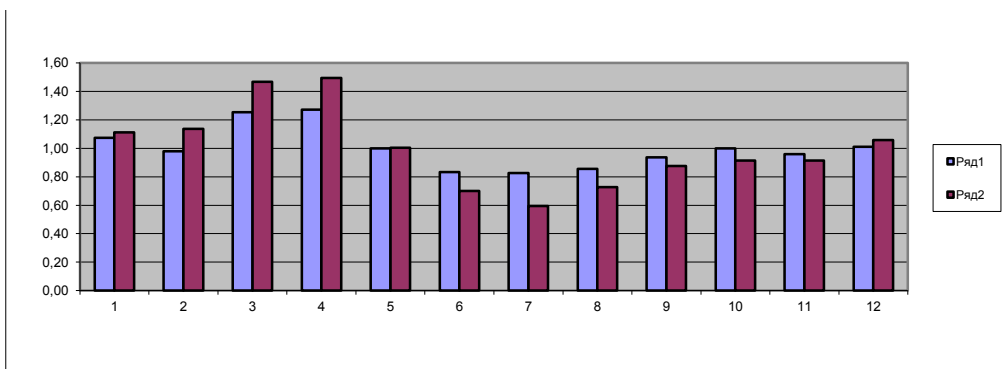
Для наглядной интерпретации изменения уровней воды построены гидрографы ежедневных уровней воды рассматриваемых временных рядов 1972–1987 гг. и 1987–2010 гг, которые представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Гидрограф уровней воды рассматриваемых временных рядов**

На рисунке 1 четко видна тенденция увеличения уровней воды на современном этапе изменения климата. Причем в период весеннего паводка наблюдается как увеличение значения уровней, так и их амплитуды колебаний. Только в месяцы летней межени (июнь, июль) уровни периода 1972–1987 гг. незначительно превышают над уровнями периода 1987–2010 гг. С августа по октябрь значения уровней практически одинаковы.

Уровенный режим рек отличает региональный характер внутригодового распределения. Районы с однотипным характером сезонного изменения уровня воды можно выделить на основе учета величины отношения средних месячных  $H_{cp.i}$  и средних годовых уровней  $H_{год}$ . На рисунке 2 представлена внутригодовая изменчивость уровней воды за рассматриваемые периоды.

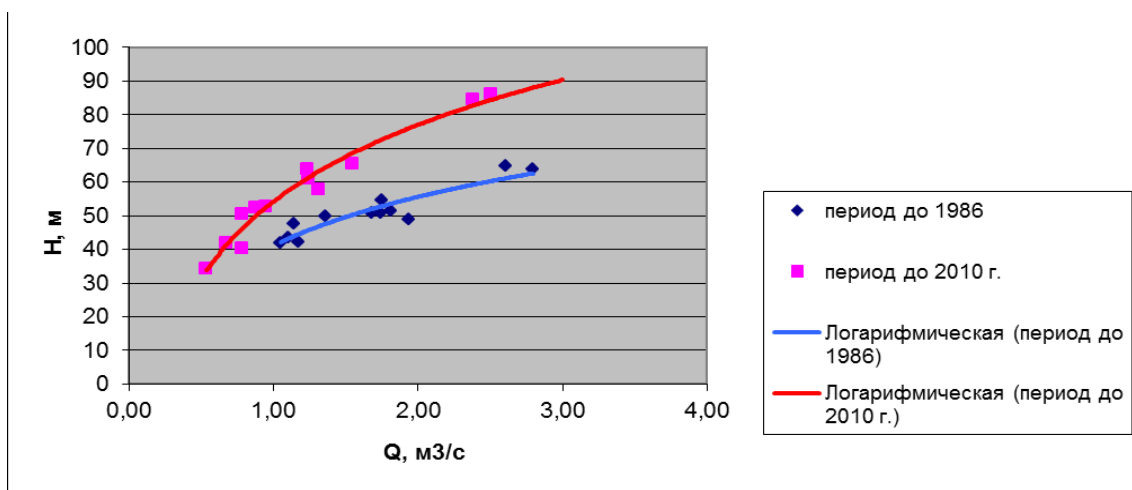


**Рисунок 2 – Внутригодовая изменчивость отношения среднемесячного и среднего годового уровней за рассматриваемые периоды**

Выявленный тип уровня режима характеризуется увеличением уровня воды в период весеннего половодья и преобладанием в первое полугодие увеличения уровней периода 1987–2010 гг., а во втором полугодии доминированием уровней временного ряда 1972–1986 гг.

Уровень воды зависит от многих факторов, но доминирующим фактором формирования отметок водной поверхности в конкретном створе реки является сток воды.

Для выявления влияния расхода воды на уровеньный режим рек в створах построены графики зависимости расходов от уровня воды  $H=f(Q)$  (рисунок 3), который можно охарактеризовать увеличением  $H=f(Q)$  ряда 1987–2010 гг. над рядом 1972–1986 гг. Из рисунка 3 видно, что расходы воды двух рассматриваемых рядов значительно не изменились, а уровни за последний временной интервал увеличились в пределах 10-20 см при тех же расходах.



**Рисунок 3 – Зависимость  $H=f(Q)$**

Причины, приводящие к таким изменениям в русле рек, могут быть различны. В частности, растительность, в целом, регулирует сток. Например, лес, с одной стороны, усиливает транспирацию, задерживает осадки кронами деревьев (особенно хвойные леса снег зимой), с другой стороны – над лесом обычно выпадает больше осадков, под пологом деревьев ниже температура и меньше испарение, дольше снеготаяние, лучше просачивание осадков в лесную подстилку. Выявить влияние разных типов растительности в чистом виде весьма трудно ввиду совместного компенсирующего действия разных факторов.

При равномерном движении уровни воды оказываются функцией гидравлических сопротивлений. В общем сопротивлении выделяется несколько ос-



новых составляющих, связанных с извилистостью реки, параметрами русловых гряд, водной и пойменной растительностью, размером частиц донных и пойменных отложений. Интегрально вклад этих составляющих в общее сопротивление учитывает коэффициент шероховатости [3].

### **Заключение**

На основании статистической обработки временных рядов уровней воды выявлены значимые изменения в период с февраля по март на реке Копаявка – с. Черск, принадлежащей к водосбору реки Западный Буг. Прослеживается тенденция увеличения уровней воды на современном этапе изменения климата в период весеннего паводка. Отмечено увеличение уровней воды при относительно неизменных расходах воды. Результатом таких изменений служит хозяйственная деятельность на сток. Причем человек воздействует как непосредственно на сток, так и на условия его формирования путем сельскохозяйственного использования земель, внесением различных удобрений, приводящим к прогрессированию водной и пойменной растительности.

### **Список цитированных источников**

1. Бокс, Дж. Анализ временных рядов, прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – Вып. 1. – 406 с.
2. Волчек, А.А. Возможные изменения речного стока в зависимости от прогнозируемого изменения климата. / А.А. Волчек, Д.Н. Дашкевич, В.Е. Валуев, О.П. Мешик // Экологический вестник. - № 3(17). – С. 5 – 13.
3. Караушев А.В. Проблемы динамики естественных водных потоков. Л.: Гидрометеоздат, 1960. – 392 с.

УДК 551.553

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЙ СТАНЦИЙ МОНИТОРИНГА НА КАЧЕСТВО ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Жолох А. А.**

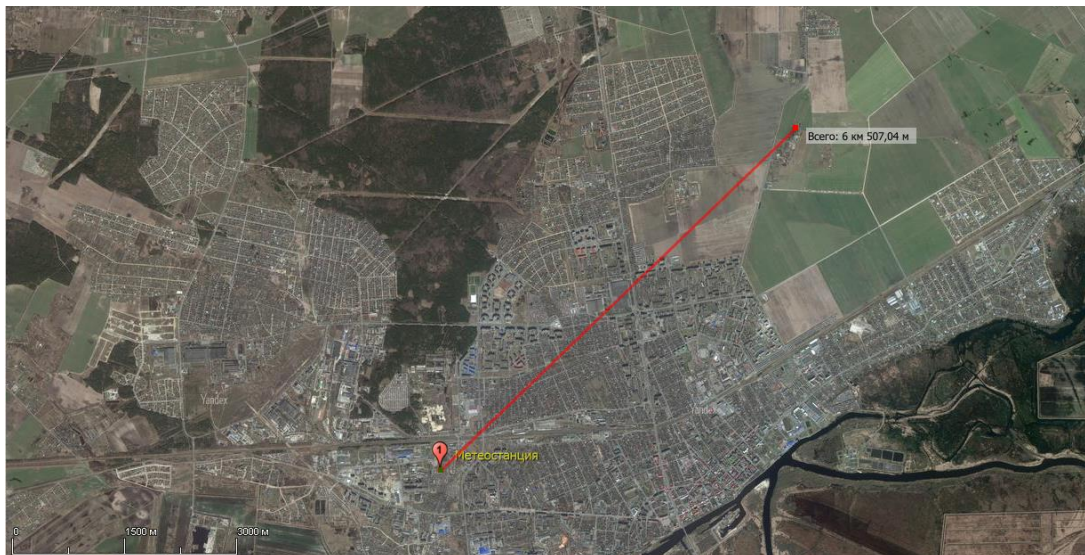
Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, zholokh98@mail.ru  
Научный руководитель – Мешик О. П., к.т.н., доцент

*The article presents the results of the research for wind regime on the territory of Brest region. Here are the main reasons for wind speed decrease.*

На территории Брестской области метеорологические станции были организованы в следующие годы: Барановичи – 1940, Ганцевичи – 1944, Ивацевичи – 1940, Пружаны – 1929, Высокое – 1951, Полесская – 1947, Брест – 1834, Пинск – 1881.

Практически все метеорологические станции Брестской области (Пинск, Ганцевичи, Ивацевичи, Пружаны, Брест, болотная станция Полесская) с момента открытия в связи с увеличением шероховатости подстилающей поверхности по причине застройки окрестностей метеорологических площадок, разрастания древесно-кустарниковой растительности претерпели перенос. Например, метеорологическая станция Пинск была перенесена в 1984 году на

6,5 километров к юго-западу от прежнего месторасположения (рисунок 1), поскольку в 1973 году было построено одноэтажное строение высотой 3 метра в 80 метрах к юго-востоку, к 1983 году деревья сада к северо-востоку от метеоплощадки достигли 3 метров, а деревья в 100-120 метрах к востоку и северо-востоку – 12-15 метров, что сказалось на показаниях ветроизмерительных приборов при ветрах указанных направлений [1].



**Рисунок 1 – Перенос метеорологической станции Пинск**

В настоящее время метеорологическая станция Пинск размещается среди городской застройки, что также ставит под сомнение качество инструментальных измерений, прежде всего скоростей ветра.

В ближайшем окружении метеоплощадки находятся (рисунок 2):

Двухэтажное здание в 75 метров к северо-востоку.

Гараж высотой 5 метров в 70 метров к юго-востоку

Трансформаторная подстанция в 50 метров к северу.

Элеватор в 200 метров к юго-западу

Химкомбинат в 150 метров к северо-западу

Гаражи в 50 метров к югу.

Одноэтажное здание компрессорной станции в 30 метров севернее северо-востока относительно метеоплощадки.



**Рисунок 2 – Ближайшее окружение метеорологической площадки Пинск**

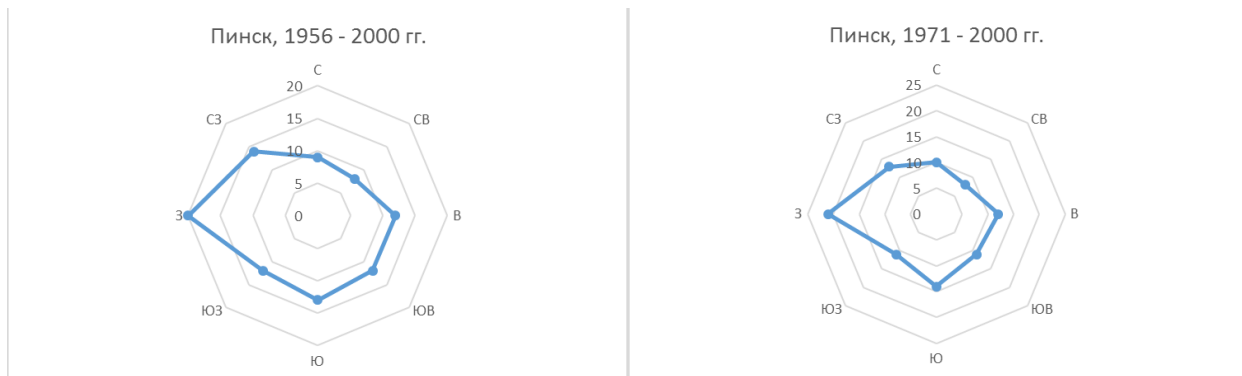
На территории Брестской области преобладают ветры западных направлений и повсеместно наблюдается уменьшение их скоростей. За 1941–1950 гг. среднегодовая скорость ветра составляла 3,6 м/с, за 1951–1960 гг. – 3,5 м/с, за 1961–1970 гг. – 3,2 м/с, за 1971–1980 гг. – 3,0 м/с, за 1981–1990 гг. – 2,9 м/с, за 1991–2000 гг. – 2,7 м/с [2]. Также в таблице 1 показано уменьшение среднемесячной и среднегодовой скорости ветра за период 1971–2000 гг. по сравнению с периодом 1936–2000 гг.

Меньше всего изменилась скорость ветра в Барановичах за период 1971–2000 гг., имеет место ее снижение на 5,3 % по сравнению с периодом 1936–2000 гг. В наибольшей степени среднегодовая скорость ветра уменьшилась в Ивацевичах – на 14,3 %. По всем метеостанциям Брестской области наименьшее изменение среднемесячной скорости ветра за периоды 1936–2000 гг. и 1971–2000 гг. в октябре. В остальные месяцы, прежде всего в феврале, марте и ноябре произошедшие изменения имеют статистическую значимость.

Наличие факта уменьшения скорости ветра в большей степени зависит от степени открытости ветроизмерительных приборов. Например, метеостанция Пинск до 1983 года располагалась на достаточно открытом участке, однако со временем появление вблизи метеоплощадки высоких объектов начало играть значительную роль на показания ветроизмерительных приборов. В настоящее время метеостанция располагается в центре города Пинска, что не позволяет обеспечить высокое качество инструментальных наблюдений, поскольку близлежащие многоэтажные и одноэтажные дома, а также иные предметы – древесно-кустарниковая растительность, создают дополнительную шероховатость, существенно замедляют скорость ветра, а также меняют его направление. На рисунке 3 показана повторяемость ветра на метеостанции Пинск в пределах периодов 1956–2000 гг. и 1971–2000 гг.

**Таблица 1 – Уменьшение средней месячной и годовой скорости ветра за период 1971–2000 гг. по сравнению с периодом 1936–2000 гг.,%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Барановичи	4,5	7	7,3	5,3	2,9	6,1	3,2	6,4	2,9	2,6	6,8	4,7	5,3
Ганцевичи	9,4	9,4	12,5	10	7,7	12	12,5	13,6	8,3	7,1	9,4	9,4	10,7
Ивацевичи	12,9	12,9	13,3	10,3	11,5	12	8,7	13,6	12,5	7,4	12,9	12,9	14,3
Пружаны	10,5	13,2	13,5	8,8	10	7,4	7,7	8	7,1	3,2	13,2	10,8	9,4
Высокое	12,8	10,5	13,2	8,8	10	11,1	11,5	12	10,7	9,4	13,2	10,8	12,1
Брест	8,8	11,8	14,3	6,5	10,7	11,1	11,5	12	7,7	6,7	11,8	9,1	10
Пинск	9,8	14,6	10,3	10,8	6,5	6,9	6,9	10,7	9,7	5,7	10	7,7	8,6



**Рисунок 3 – Повторяемость ветра на метеостанции Пинск в пределах периодов 1956–2000 гг. и 1971–2000 гг.**

В заключение необходимо отметить, что отмечаемые климатологами тенденции в изменениях ветрового режима и их связь с общепланетарными процессами требуют глубокого обоснования в связи с большой долей вклада в уменьшение скоростей ветра появлением искусственной шероховатости вблизи метеостанций.

#### **Список цитированных источников**

1. Леонович, И.И. Метеорологические станции Республики Беларусь : учеб. пособие / И.И. Леонович. – Минск: БНТУ, 2007.
2. Справочник по климату Беларуси. Часть 4. Ветер. Атмосферное давление / Под общ. ред. М.А. Гольберг. – Минск : Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 2007.

УДК 502.51:004.9

## **СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Жук А. Л., Куцко К. Э.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, alesya\_zhuk\_98@mail.ru  
 Научный руководитель – Токарчук С. М., к.г.н., доцент

*The article presents some experience in creating interactive information products to accompany hydro-ecological research on the example of studying water bodies of the city of Brest.*

В результате развития общества происходит интенсивное развитие информационного пространства. Благодаря этому проведение исследований может облегчаться созданием интерактивных информационных продуктов, которые представляют собой хорошо структурированную, объективную и достаточно полную информацию, переработанную и составленную экспертом в своей сфере, и размещенные в свободном доступе в сети Интернет.

В настоящее время существует большое количество сервисов для создания интерактивных информационных продуктов. Одним из весьма удобных сервисов является облачная платформа картографирования ArcGIS Online,

которая представляет собой готовую облачную ГИС, в которой можно хранить и публиковать свои пространственные данные, карты, инструменты и сервисы, а также осуществлять обмен и управление ими. Кроме того, ArcGIS Online уже содержит готовые базовые карты, данные и наборы сервисов, а также полезные инструменты, которые могут сразу использоваться в работе.

Также на базе данной платформы картографирования разработана серия шаблонов так называемых карт историй (Story Map) для создания веб-приложений разного типа. В настоящее время карты историй включают семь шаблонов, позволяющих комбинировать интерактивные карты, иллюстративный материал, другие веб-ресурсы и описательный текст в привлекательном полноэкранном виде.

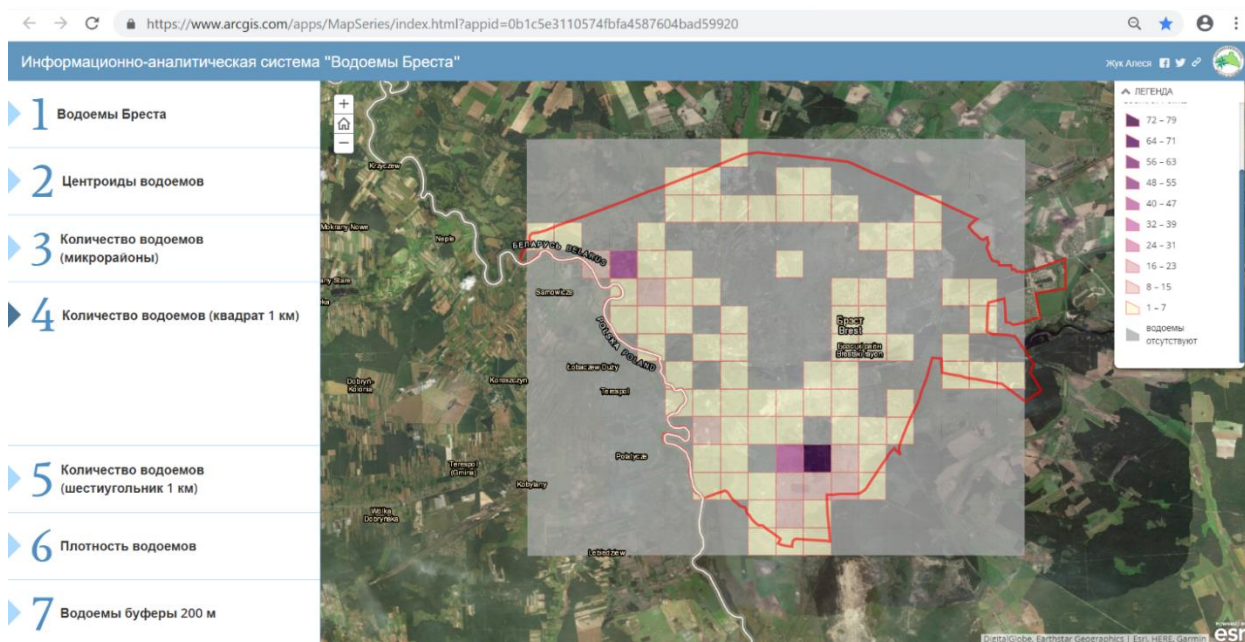
В настоящей работе представлен опыт использования шаблонов картографических веб-приложений Story Map для сопровождения гидроэкологических исследований на примере изучения водоемов города Бреста. В данное время выполнено более 10 веб-приложений.

### 1. Информационно-аналитическая система «Водоемы Бреста».

Данный вид информационного продукта представляет собой автоматизированные системы, предназначенные для организации, хранения, представления и пополнения информации, анализа исходного материала в соответствии с потребностями пользователя либо целями создания системы.

Данная система выполнена с использованием шаблона Story Map Series и включает серию инвентаризационных и аналитических веб-карт с легендой и настроенными всплывающими окнами.

Первая страница серии включает инвентаризационную карту водоемов Бреста с космическим снимком в качестве карты-подложки. На следующих картах представлен ряд аналитических веб-карт, выполненных с использованием методов ГИС-анализа, отображающих особенности распространения водоемов города Бреста, в частности, карту центроидов водоемов, плотности водоемов, карта зон буферной доступности к водоемам (50, 100, 200), карта количества и площадей водоемов по микрорайонам города, количества водоемов по сетке квадратов (рисунок 1) и шестиугольников и др.



**Рисунок 1 – Информационно-аналитическая система «Водоемы Бреста» (вкладка «Количество водоемов по сетке квадратов 1 км × 1 км»)**

## **2. Интерактивный реестр водоемов Бреста**

Данный информационный продукт создан с целью инвентаризации водоемов города и представляет собой нанесенную на карту и проиллюстрированную специально разработанными карточками базу данных водных объектов города Бреста. Каждая карточка включает название водоема (если оно есть), порядковый номер (в целом по городу и в пределах микрорайона), координаты, номер в земельно-информационной системе Беларуси, а также фрагменты-вырезки с плана города и космического снимка.

Интерактивный реестр выполнен с использованием шаблона *Story Map Crowdsourсe*, где все карточки привязаны к центру водоема на карте *Openstreetmap*. Особенностью данного приложения является отображение в окне реестра карточки только тех водоемов, которые в данное время находятся в выбранном экстенде карты.

## **3. Фотографическая база данных водоемов Бреста**

Для создания данного интерактивного продукта также использовался шаблон *Story map Crowdsourсe*. Данный шаблон позволяет публиковать и управлять краудсорсной историей, в которую любой пользователь интернета может добавлять фотографии с подписями, привязанные к определенному водоему на территории города. Для участия в краудсорсной истории пользователи должны заходить под своими учетными записями Facebook, Google или ArcGIS или использовать гостевую опцию. Также в шаблоне существует функция проверки, которая позволяет просматривать и подтверждать внесенную участниками проекта информацию.

Таким образом, в приложение вносились фотографии водоемов города сразу несколькими участниками. Фотографии наносились автоматически на космический снимок с использованием геометок. Таким образом, на снимке можно рассмотреть конкретное место съемки водоема.

## **4. Веб-паспорта наиболее крупных водоемов**

Для создания интерактивных паспортов использовался шаблон *Story map Cascade*. Данный шаблон позволяет комбинировать описательный текст с картами, изображениями и мультимедийным содержанием в полноэкранный среде. На основании имеющихся данных реализованы интерактивные паспорта рекреационных водоемов Бреста, которые имеют следующее содержание: (1) общие сведения; (2) рекреационная характеристика объекта; (3) экологическое состояние; (4) дополнительные сведения.

## **5. Интерактивная инструкция проведения полевого аналитического исследования (на примере изучения содержания микропластика в водоемах города)**

Для создания интерактивной инструкции также использовался шаблон *Story map Cascade*. Данная инструкция включает в себя несколько разделов: (1) «Отбор проб»; (2) «Проведение аналитического исследования»; (3) «Оценка результатов». Данное веб-приложение составлено на основе нескольких инструкций по изучению микропластика в водных объектах с использованием собственных фотографий, отображающих все этапы отбора проб и их анализа. В заключительной части представлена авторская методика интерпретации полученных аналитических данных.

## **6. Интерактивная карта репрезентативных водоемов для проведения аналитических исследований**

Карта создана на основе шаблона *Story map tour*. Данный шаблон подходит для последовательного повествования на основе местоположений, со-

проводимого изображениями и видео. Каждая «точка карты» имеет географическую привязку. В целом, приложение включает в себя нанесенный на карту *Openstreetmap* перечень репрезентативных водоемов, отобранных для изучения содержания микропластика по ряду признаков (площадь, особенности водосбора и др.). В названии объекта указан порядковый номер водоема согласно интерактивному реестру, в описании объекта – указаны особенности водоема и предварительное количество мест для отбора проб.

### **7. Интерактивная карта мест отбора образцов для проведения анализов воды**

Для создания интерактивной карты также использовался шаблон *Story map tour*. Данное приложение представляет собой карту, на которую нанесены места отбора проб воды по GPS координатам, определенным в ходе полевых исследований. К каждой точке привязаны фотографии с места отбора проб, номер точки и результаты анализа воды на содержании микропластика.

Таким образом, можно отметить, что созданные информационные веб-продукты будут способствовать: (1) популяризации информации о водных объектах среди населения города; (2) информированию органов власти и природоохранных организаций об основных гидроэкологических проблемах в городе; (3) развитию водно-рекреационного потенциала.

УДК 556.182

## **СТРУКТУРА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Захарко П. Н.**

РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь,  
polina.k.85@mail.ru

Научный руководитель – Дубенок С. А., к.т.н.

*The article is about the main items of water consumption and their share in total water use at dairy enterprises.*

Республика Беларусь в последнее десятилетие активно развивает молочную промышленность, что подтверждается стабильной динамикой увеличения производственных мощностей за счет модернизаций существующих производств, строительства новых технологических линий, а также увеличением объемов переработки молока. Реализуемая с 2012 г. «Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года» предполагает целый комплекс природоохранных мероприятий: сокращение объемов сбросов сточных вод на единицу сырья, производственной мощности, выпускаемой продукции; минимизацию экологических рисков на всех этапах жизненного цикла продукции, произведенной прежде всего в организациях химической, нефтехимической, фармацевтической и пищевой промышленности; увеличение к 2020 году объема воды в системах оборотного и повторного водоснабжения на 2 % [1].

При этом необходимо понимать, что любые модернизации влияют, прежде всего, на объемы использования воды на производственные нужды и объемы

сброса сточных вод, которые могут как увеличиваться, так и уменьшаться. Поэтому вопросы оптимизации водопользования на предприятиях молочной промышленности в нынешних условиях особенно актуальны. Процессы оптимизации затрагивают целую отрасль с множеством технологических процессов и широким спектром выпускаемой продукции, что требует детального многофакторного анализа водопользования с научной, технической и экономической точек зрения. С научной точки зрения необходимо провести более детальный анализ водопользования, с выделением наиболее водоемких статей расходов воды при производстве молочной продукции, технологических процессов, являющихся источниками увеличения объемов сточных вод, с формированием в дальнейшем мероприятий, которые позволят предприятиям рационально использовать водные ресурсы и максимально вовлекать, без значительных экономических затрат, побочные продукты технологических процессов производства.

Функционально производство предприятия молочной промышленности можно разделить на три зоны:

1-я зона – система водоснабжения, включая водоподготовку (сважины, резервуар чистой воды и др.);

2-я зона – основное производство (приемно-аппаратный участок, маслоцех, сырцех, цех ЦМП и др.);

3-я зона – вспомогательное производство (аммиачная компрессорная, градирня, котельная и др.).

Для каждого производства характерны различные статьи расхода воды, источники образования сточных вод.

#### **1-я зона**

Статьи расхода воды

Дезинфекция, промывка скважины и водоводов первого подъема; промывка (регенерация) фильтров водоподготовки; мойка, чистка, дезинфекция и промывка резервуаров чистой воды.

Источники образования сточных вод

Сброс дезинфицирующих растворов, промывных вод при мойке, чистке, дезинфекции скважин, водоводов, резервуара чистой воды; при промывке фильтров станций обезжелезивания, умягчения воды. На данном участке сточные воды в основном содержат высокие концентрации взвешенных веществ, обусловленных окислением железа от двухвалентного до трехвалентного. Отведение сточных вод периодическое.

#### **2-я зона**

Статьи расхода воды

Наружная и внутренняя мойка автомолцистерн, прямоточное охлаждение оборудования, выгрузка осадка из сепараторов, санитарная обработка оборудования (мойка и дезинфекция), приготовление химических растворов, добавление пастеризованной воды в рецептуру, приготовление рассола в соляных бассейнах, проведение лабораторных испытаний.

Источники образования сточных вод

После мойки автомолцистерн, при охлаждении оборудования по прямоточной системе, при выгрузке осадка из сепаратора, при последовательной санитарной обработке оборудования (первый смыв, сброс щелочного раствора, последующая мойка, сброс раствора кислоты, последующая мойка, сброс дезинфицирующего раствора, последующая мойка), мойка лабораторной по-



суды, охлаждение аквадистиллятора. На данном участке образуется основная масса загрязняющих веществ: высокие концентрации легкоокисляемых и трудноокисляемых органических веществ, сухого остатка, аммоний-иона, фосфат-иона, взвешенных веществ. Отведение сточных вод залповое, в основном два раз в день, в начале и в конце рабочей смены. Может увеличиваться объем сточных вод за счет переработки сыворотки и образования пермеата.

### **3-я зона**

#### **Статьи расхода воды**

Восполнение потерь конденсата пара; продувка котлов; подпитка тепловой сети; потери с выпаром деаэратора; собственные нужды водоподготовки, охлаждение испарителей конденсаторов, подпитка системы аммиачной компрессорной, подпитка, продувка оборотной системы охлаждения вакуум-выпарных установок.

#### **Источники образования сточных вод**

Продувочные воды, промывка фильтров водоподготовки котельной, сброс охлаждающей воды при отсутствии оборотной системы в аммиачной компрессорной, продувка оборотной системы охлаждения сушильных установок. На данном участке сточные воды в основном незагрязненные. Отведение сточных вод периодическое. Может увеличиваться объем сточных вод за счет образования выпара (конденсата) при работе вакуум-выпарных установок.

Проведенный анализ водопользования на ряде предприятий молочной промышленности республики позволил установить диапазоны расхода воды по основным статьям (таблица 1).

**Таблица 1 – Постатейный анализ водопользования**

№ п/п	Наименование статьи водопользования	% от общего водопотребления (диапазон)	% от общего водоотведения (диапазон)
1	Обеспечение технологических параметров оборудования	0,6-8,6	0,5-9,1
2	Санитарная обработка оборудования	42-73	40-69
3	Приготовление химических растворов	0,2-7,7	0,5-7,5
4	Внутренняя мойка автомолцистерн	1,6-14,0	1,5-13,0
5	Наружная мойка автомолцистерн	0,3-5,4	0,3-5,1
6	Приготовление рассола в сыродельные ванны	0,1-0,2	-
7	Мойка производственных помещений	1,8-7,9	1,7-6,3
8	Промывка сырного зерна (сыроизготовитель)	1,8-9,0	-
9	Система охлаждения вакуум-выпарных установок	0,3-12,0	0,0-5,6
10	Компрессорная (система охлаждения)	0,1-17,0	0,02-14,0
11	Котельная	0,1-20,0	0,1-2,5

Проведенный предварительный анализ в различных производственных процессах статьей расхода воды показал, что даже при функционировании на предприятиях типового оборудования и схожего режима работы, объемы водопользования по отдельным статьям значительно отличаются. Более детальное изучение в дальнейшем водопользования позволит выявить факторы, влияющие на увеличение объемов использования воды, сброса сточных вод и разработать соответствующие мероприятия по оптимизации водопользования.

## **Список цитированных источников**

1. Программа развития промышленного комплекса Республики Беларусь на период до 2020 года [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 05 июля 2012 г., № 622 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Дата доступа: 25.03.2019.

УДК 556.5.06 (476)

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ ПО ВИДАМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Зубрицкая Т. Е.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, zte0607@yandex.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article analyzes the time series of water consumption data by economic activities in Belarus for the period from 2010 to 2017. The study of long-term data of water consumption shows the dynamics of reducing water intake from water sources and increasing the volume of circulating and repeated (sequential) systems. The main directions of water saving in industrial production and in municipal services are determined.*

### **Введение**

Значение воды в жизни общества трудно переоценить, поскольку количество и качество водных ресурсов определяет все виды хозяйственной, культурной, социальной и экологической деятельности человека. Именно поэтому различные аспекты водных проблем всегда будут своевременными. Необходимым и важным условием рационального использования водных ресурсов является наличие своевременной, достоверной и полной информационной базы о водных ресурсах, с помощью которой можно оценить фактическое водопотребление и водопользование, дать прогнозные оценки водных ресурсов в будущем [1].

Целью настоящей работы является – оценка динамики водопотребления по видам экономической деятельности в Беларуси, разработка мероприятий по повышению эффективности использования водных ресурсов.

### **Основная часть**

В работе использованы материалы Государственного водного кадастра Республики Беларусь за период с 2010 – 2017 гг. [2, 3].

Исследования водопользования осуществлялись с применением экономико-статистических и графических методик. Такое исследование позволило сделать выводы о реальных тенденциях изменения водопотребления в Республике Беларусь.

Основными потребителями воды на территории Республики Беларусь с делением по видам экономической деятельности являются – сельское, лесное и рыбное хозяйство; обрабатывающая промышленность; производство и распределение электроэнергии, газа и воды.

Ведущими отраслями обрабатывающей промышленности являются пищевая промышленность; текстильное производство, включая производство одежды; обработка древесины и производство изделий из дерева; химическое производство.

В промышленности вода используется для весьма разнообразных целей, как правило, в качестве теплоносителя или охлаждающего средства, для мойки гидротранспорта продукции и сырья, для парообразования и т. д.

Основными потребителями воды по предприятиям являются:

Производство нефтепродуктов, химическое производство и производство резиновых и пластмассовых изделий: ОАО «Нафтан» (г.Новополоцк), ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Беларуськалий», ОАО «Гродно Азот».

Металлургический комплекс: ОАО «Белорусский металлургический завод», ОАО Завод «Легмаш».

Энергетика: ОАО «Газпромтрансгаз Беларусь».

Производство продуктов питания, напитков и табачных изделий: ОАО «Савушкин продукт», Белорусско-германское СП «Санта-Бремор».

Анализируя временные ряды данных объемов водопотребления по видам экономической деятельности в Республике Беларусь, за период наблюдений 2010 – 2017гг, наблюдается уменьшение суммарное водопотребление к 2017 году (на 7%). Снижение связано, прежде всего, с сокращением потребления воды на производственные нужды, переход на современные маловодоёмкие технологии, изменение политики в области водопотребления и водопользования, направленной на рациональное использование водных ресурсов. Также уменьшение водопотребления, вызвано разработкой **технологических норм водопользования для определенных** отраслей экономики. Под нормирование попадает потребление общего количества воды, для производства единицы продукции; потребность в питьевой и технической воде; оборотной и повторной (последовательной) используемой воде; число отводимых от предприятий сточных вод [4]. В рассматриваемый период потребление свежей воды на производство изделий из дерева и бумаги снизилось с 22,5 млн м<sup>3</sup>/год до 14,4 млн м<sup>3</sup>/год, в производстве текстильных изделий, одежды, изделий из кожи и меха с 28,3 млн м<sup>3</sup>/год до 8,8 млн м<sup>3</sup>/год, в производстве продуктов питания, включая напитки, и табачные изделия с 67,4 млн м<sup>3</sup>/год до 52,3 млн м<sup>3</sup>/год, в производстве машин и оборудования с 10,7 млн м<sup>3</sup>/год до 6,6 млн м<sup>3</sup>/год. Кроме того, значительно сократились расходы воды в сельском, лесном и рыбном хозяйстве (на 38 %), в горнодобывающей промышленности (на 53 %).

В промышленных предприятиях значительный объем потребляемой воды приходится на системы оборотного и повторного (последовательного) водоснабжения. Обустройство таких систем водоснабжения значительно снижает объем сбрасываемых в водоем промышленных стоков и, как следствие, снижает уровень его загрязненности и, соответственно, улучшает качество воды в водных объектах [5].

На 2017 год объем оборотной воды в процентном отношении к общему объему водопотребления на промышленные нужды в Республике Беларусь составляет 96,5%. Увеличение доли оборотной воды приводит к уменьшению количества воды забираемой из источников водоснабжения. За период с 2001 года по 2017 год этот показатель составил 4,6%. Это обусловлено техническим переоснащением и модернизацией производств.

Кроме промышленных предприятий, вода используется в коммунально-бытовой и сельскохозяйственной отрасли экономики.

Потребности в воде для коммунально-бытовых целей включают в себя расходы в жилых зданиях, расходы в общественных зданиях, на внешнее благоустройство зоны жилой застройки. Фактический расход воды зависит от раз-

личных факторов: степени санитарно-технического оборудования зданий, привычек людей, вида застройки, структуры местной промышленности и промысла, графика работы крупных предприятий, вида производства, количества смен, климатических условий, качества поставляемой воды, способа и размера взимания платы за воду [6].

Агропромышленный комплекс занимает важное место в Республике. Основу комплекса составляют растениеводство и животноводство. Сельскохозяйственная продукция поставляется в 35 стран, более половины, из которой экспортируется в Россию. Объемы воды в данной отрасли расходуются в значительных количествах на животноводческих фермах, на предприятиях по первичной переработке сельскохозяйственной продукции, на приготовление жидких подкормок для пропашных культур, на охлаждение двигателей сельскохозяйственных машин и автомобилей, на полив растений в парниках и теплицах и т. д. [7].

Технологическое перевооружение производств на базе внедрения новейших технологий, стимулирование инноваций и фундаментальных разработок в области ресурсосбережения и энергосбережения, разработка технологических нормативов водопотребления и водоотведения будет способствовать как экономическому росту в стране, так и увеличению объемов промышленного производства в частности.

### **Заключение**

Современный этап использования водных ресурсов в Республике Беларусь характеризуется стабилизацией их потребления. Однако основные и существенные резервы повышения эффективности использования водных ресурсов на территории страны – это сокращение потребления воды в крупных водопотребляющих отраслях экономики, ликвидация многочисленных потерь воды на всех этапах ее использования, очистка природных и сточных вод, безопасность функционирования водных экосистем.

### **Список цитированных источников**

1. Природная среда Беларуси / Под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: ООО «БИП-С», 2002.
2. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод. – Минск: Минприроды Республики Беларусь, 1994 – 2017 гг.
3. Водные ресурсы, их использование и качество вод за 2000-2017 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cricuwr.by/gvk/>. – Дата доступа: 15.03.2019.
4. Основной государственный информационный ресурс в области права и правовой информатизации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pravo.by/pdf/2008-135/2008-135%28098-102%29.pdf>
5. Волчек, А.А. Использование водных ресурсов в Республике Беларусь / А.А. Волчек, Т.Е. Зубрицкая // Вестник БГТУ. – 2014. – №2(86): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 29 – 33.
6. Волчек, А.А. Проблемы водопотребления Беларуси / А.А. Волчек, Т.Е. Зубрицкая // Вестник БГТУ. – 2016. – №2(98): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 7 – 10.
7. Волчек, А.А. Оценка экологического стока реки Ясельды ниже водохранилища Селец / А.А. Волчек, Т.Е. Зубрицкая, Н.Н. Шешко // Прыроднае асяроддзе Палесся: зб. навук. прац / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі; рэдкал. В.Т. Дзямягчыка (гал. рэд.) [і інш.]. - Брэст; Альтэрнатыва, 2016. - Вып. 8. – С. 6 – 14.

## ВОДООХРАННЫЕ ЗОНЫ И ПРИБРЕЖНЫЕ ПОЛОСЫ ГОРОДА БРЕСТА

**Ильющенко О. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig\_bstu@tut.by  
Научный руководитель – Волчек Ан. А.

*This article provides information about water protection zones and riparian buffers of the city of Brest and Brest region. It also describes protective measures provided by water protection zones and riparian buffers along medium and large rivers.*

В целях снижения антропогенной нагрузки на воду, предотвращения ее загрязнения, засорения и истощения хозяйствующими субъектами завершается реализация защитных мероприятий, предусмотренных проектом создания водоохраных зон и прибрежных полос средних и крупных рек.

Установлены водоохраные зоны для крупных рек :Западный Буг, Горынь, Припять, средняя река Щара, а также 194 малые реки (в том числе средняя река Ясельда), в том числе 334 водохранилища, 48 водохранилищ, 107 озер, 179 прудов.

Водоохранные зоны и прибрежные полосы проекта разработаны для Бреста во всех районах города, а также для Бреста.

Для других объектов, городскими и районными инспекциями устанавливаются минимальные размеры и границы водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов. Установлено в 2015 году решение о корректировке минимальных размеров и границ водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов (в связи с введением нового Водного кодекса РБ 21.05.2015).

В области разработан график реализации проекта водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов в соответствии с требованиями статьи 52 Водного кодекса Республики Беларусь от 30.04.2015 №149-3, который был направлен в городские и исполнительные комитеты.

В 2016 году Березовский, Дрогичинский, Ивановский, Пинский, Пружанский районы и Кобринская РУП "ЦНИИКИВР" проводили диагностику водоохраных зон и прибрежных полос.

В корректировочном проекте, который был в 2017 году, участвовали Барановичи, Ганцевичи, Ивацевичский район.

В Брестской области сформирован перечень потенциальных объектов загрязнения, расположенных в водоохраных зонах и прибрежных полосах водных объектов, проведена инвентаризация животноводческих ферм и комплексов на территории водоохранной зоны. По результатам инвентаризации 309 объектов расположены в границах водоохраных зон, 172 из них – хозяйства.

В соответствии с проектами водоохраных зон и прибрежных полос водных объектов должно быть установлено 1989 аншлагов, в реальности есть 1611 (или 81,0%).

В 2016 году проводилась инвентаризация водных объектов в Брестской области. По итогам инвентаризации в районе находится 3143 водных объекта: 201 река, 10 ручьев, 78 каналов, 663 озера, 28 водохранилищ, 1938 прудов (315 технологических), 96 затопленных карьеров, 46 прудов-копаней.

В соответствии с пунктом 7 «Порядка установления размеров и границ водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов и режима осуществления хозяйственной и иной деятельности» при их утверждении Советом Министров Республики Беларусь от 21.03.2006 № 377 границы водоохранных зон и прибрежных полос обозначаются на местности информационными знаками в соответствии с техническими нормативными правовыми актами в месте, определяемом проектом водоохранных зон и прибрежных полос, а также в местах массового отдыха, расположенных в границах водоохранных зон и прибрежных полос.

Информационные знаки в указанных местах устанавливаются городские или районные исполнительные комитеты.

Обязанности по установке предупредительных знаков на землепользователей возложены проектами водоохранных зон и прибрежных полос, в которых наименования землепользователей устарели, что усложняет даже выдачу предписаний об установке предупредительных аншлагов при проведении плановых проверок. Кроме того, многие меры предосторожности, такие как установка предупреждающих знаков, показали, что нет необходимости установления их в большом количестве: некоторые водные объекты находятся в труднодоступных местах, поэтому эти объекты даже не используются для отдыха населения и др., тем более установление предупреждающих знаков (аншлагов) несет значительные денежные затраты.

#### **Список цитированных источников**

1. Официальный сайт Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.priroda.brest.by>. – Дата доступа: 19.03.2019
2. Водный кодекс РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kodeksy.by/vodnyy-kodeks>. – Дата доступа: 21.03.2019
3. Водоохранные территории Республики Беларусь. / Под ред. М.Ю. Калинина – 2003. – 64 с.

УДК: 628.11.3

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Коваленко В. Н.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, [kovalbyu@gmail.com](mailto:kovalbyu@gmail.com)  
Научный руководитель – Вострова Р. Н., к.т.н., доцент

*This article is about technological standards, their implementation at the enterprise of JSC " Oktyabrskiy plant of skimmed milk powder". It is an assessment of the required amount and maximum normalization of the water used at the enterprise.*

Повышение эффективности использования воды на пищевых предприятиях имеет актуальное значение в современных условиях развития экономики страны [1]. Излишняя экономия воды может привести к потере качества про-

дукции, крайне нежелателен также и ее перерасход. Следовательно, требуется использовать оптимальное количество водных ресурсов и нормы, рассчитанные с учетом масштаба производства и реальных объемов выпускаемой продукции. Поэтому для расчета нормативов мы используем водохозяйственный баланс, где расходы воды по каждому технологическому процессу получены на основании тщательного изучения требований, предъявляемых к качеству воды, характеристик установленного оборудования и времени его эксплуатации [2].

Исследуемое предприятие молочной продукции производит 20 наименований продукции, среди них цельномолочная продукция, заменители цельного молока, сухие молочные продукты и различные виды масла. Производственные мощности позволяют перерабатывать 100 т. сырья в смену с выработкой 7,5 т. сухого обезжиренного молока 4,8 т. масла, 750 кг продукта молочного сухого.

Источники водоснабжения – две собственные артезианские скважины глубиной 137 м и 138 м. Проектная производительность скважин составляет 90 м<sup>3</sup>/ч. Учет расходов производится водомерными устройствами. Вода питьевого качества используется для технологических и хозяйственно-бытовых нужд. Хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды поступают по канализационной сети на очистные сооружения, производительностью 284 тыс. м<sup>3</sup>/год. Расход сточных вод, поступающих в систему канализации, учитывается инструментальными замерами.

Расход на производственные нужды включает в себя:

технологические расходы воды при подаче, транспортировании и распределении воды;

технологические расходы на восполнение потерь оборотной воды в системе охлаждения;

технологические расходы на вспомогательных объектах (производственный корпус, котельная, лаборатория, прачечная и др.);

расходы воды на питьевые и хозяйственные нужды;

расходы воды на содержание территорий зон санитарной охраны и сооружений в надлежащем санитарном состоянии.

При составлении водохозяйственного баланса и разработке нормативов за основу принимается год, в который было выпущено наибольшее количество по ассортименту продукции и проведена реконструкция систем водопотребления и водоотведения или переоснащения предприятия.

На основании водохозяйственного баланса разработана балансовая схема водоснабжения и водоотведения

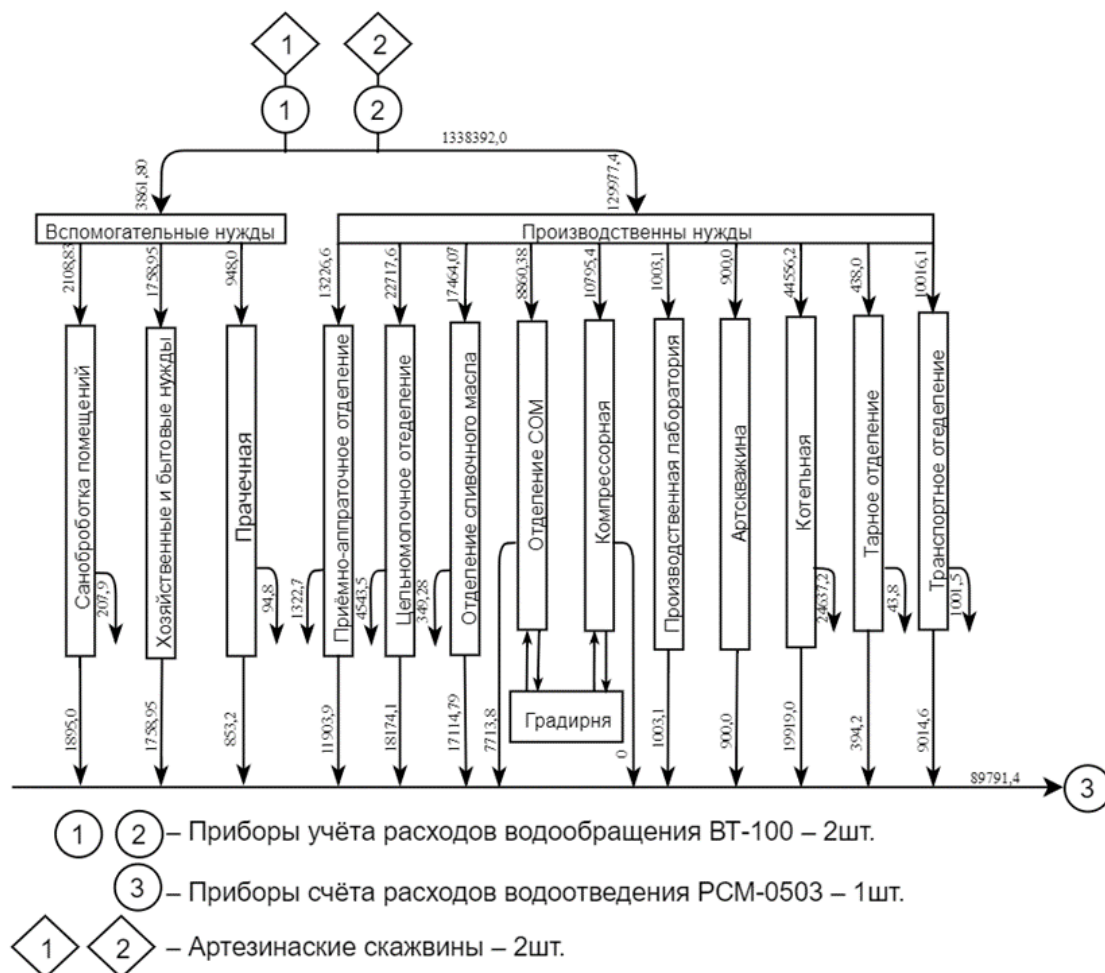
Целью разработки технологических нормативов (ТН) водоснабжения и водоотведения является обеспечение рационального использования водных ресурсов на предприятии. Определение плановой потребности предприятия позволит нормировать количество используемой воды. При этом определяются основные цеха-водопользователи, рассматривается суммарное водопользование на производстве в целом.

Разработка нормативов имеет три основных этапа:

1) определение водопотребления и водоотведения на технологические нужды (исключая расходы для хозяйственно-питьевых и противопожарных нужд);

2) расходы воды, не зависящие от производства продукции (мойка автотранспорта, санитарная обработка полов и стен, мытьё тары и т. д.);

3) нормирование расхода воды на поступившее молоко (только технологические нужды).



**Рисунок 1 – Балансовая схема водоснабжения и водоотведения предприятия молочной продукции**

ТН водопотребления и водоотведения представляют собой отнесенное к единице сырья количество и качество воды, необходимое для производственного процесса. Периодически, могут появиться незначительные отклонения от норматива в силу различных причин. Так же нормативный объем водопотребления на технологические нужды за год может иметь погрешность в 5% от годового объема воды.

Критерием, в отношении которых разрабатываются ТН водопользования для производства молочных продуктов, необходимо считать – единицу используемого сырья, т. е. поступившего в расчетный срок молока, т.

Нормативный объем водопотребления на технологические нужды за год

$$W_T = (1 \pm 0.1) * \sum_{i=1}^{12} (N_i * \Pi_i), \quad (1)$$

где  $\Pi_i$  – объем выпущенной продукции за год;

$N_i$  – технологический норматив водопотребления.

$$W_T = 3,596 * 33488 = 120445,3 \text{ м}^3.$$

Формула для расчета нормативного объема водоотведения на технологические нужды за год ( $S_T$ )

$$S_T = (1 \pm 0.1) * \sum_{i=1}^{12} (M_i * \Pi_i), \quad (2)$$



где  $P_i$  – объем выпущенной продукции за год;  
 $M_i$  – технологические нормативы водоотведения.

$$S_T = 2,572 * 33488 = 86137,5 \text{ м}^3$$

После разработки ТН предприятие получило возможность рассчитать количество необходимо обоснованной воды на производство выпускаемой продукции в будущем .

#### **Список цитированных источников**

1. Производство молока и молочных продуктов: СанПИН 2.3.4.13-19-2002.
2. Инструкция о порядке разработки технологических нормативов водопользования: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 04.05.2015 № 21.

УДК 556.5

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 1988–2017 ГГ.**

**Ковальчук Т. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, tat9520@gmail.com  
Научный руководитель – Токарчук О. В., к.г.н., доцент

*The article examines the factors that form the water conditions in Brest Region rivers, long-term changes in the river water, and annual water regime evolution from 1998 to 2017.*

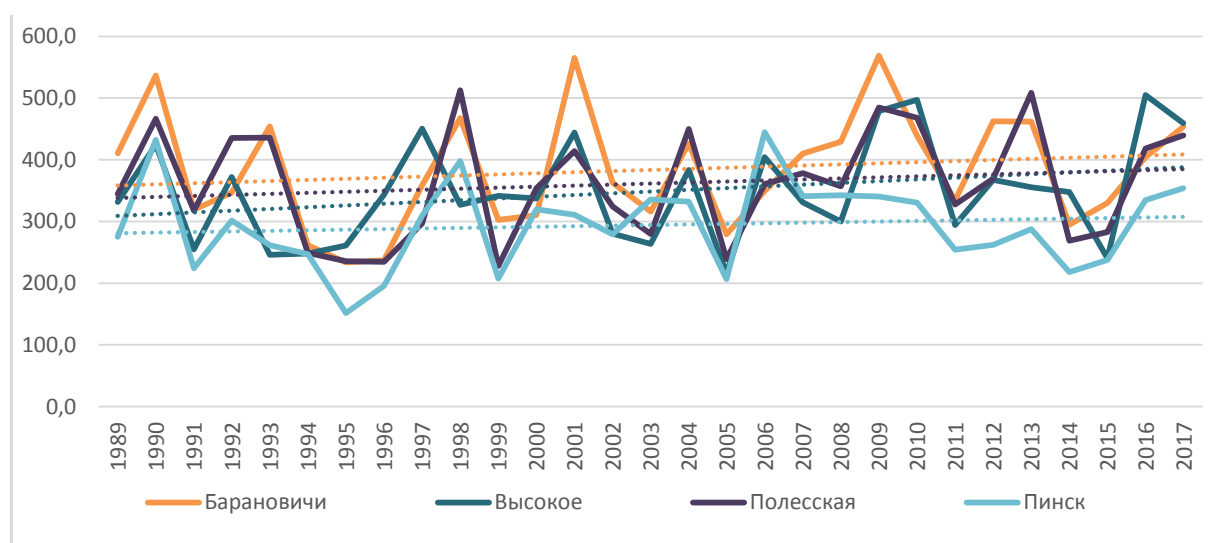
**Введение.** Целью настоящего исследования являлся анализ изменения водного режима рек Брестской области за период с 1988 по 2017 гг. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) рассмотреть динамику климатических факторов формирования водного режима рек, 2) изучить многолетние колебания водности рек; 3) выявить многолетние изменения внутригодового водного режима рек. Объектом исследования являлись реки Брестской области, обеспеченные данными многолетних гидрологических наблюдений. В качестве предмета исследований рассматривался водный режим рек как совокупность закономерных изменений стока воды, скорости течения, уровней воды и уклонов водной поверхности во времени и в пространстве. При этом в качестве интегральных характеристик водного режима рассматривались среднемесячные значения расходов и уровней воды за рассматриваемый период.

**Проблематика и методы исследований.** В современных условиях, характеризующихся изменением климата, важное значение имеет изучение водного режима рек отдельных взятых регионов с целью выработки мер по адаптации к возможным негативным изменениям. Водный режим отдельных рек оказывается более устойчивыми к изменениям климатических характеристик, а другие реки (в силу особенностей строения их долин и ландшафтных особенностей водосборов) испытывают существенные изменения в данном режиме, которые негативным образом могут сказаться на хозяйственной деятельности человека и устойчивости систем речных бассейнов [1].

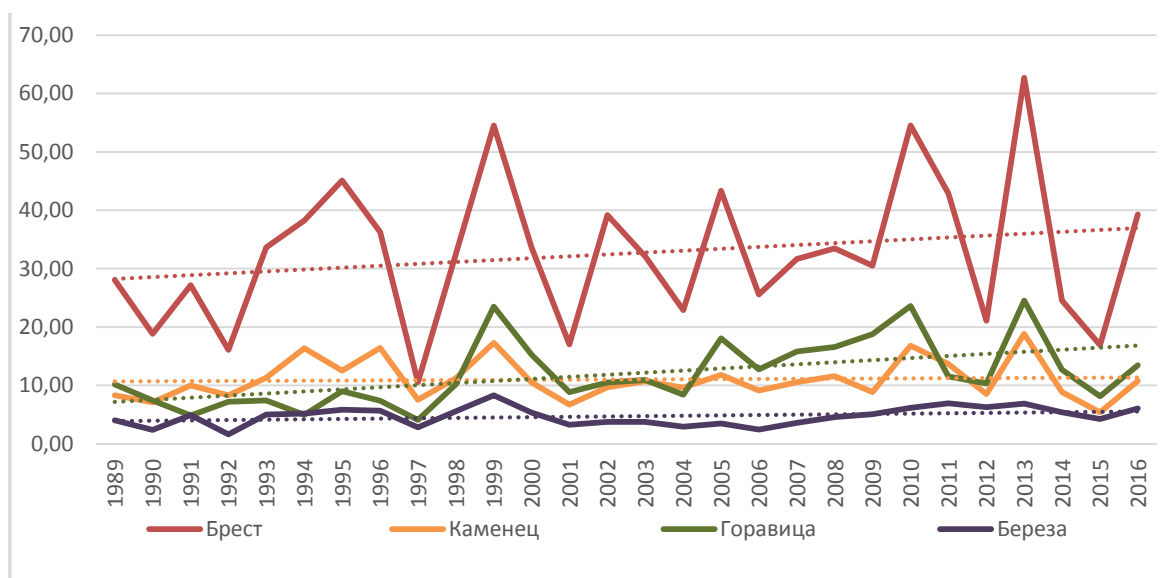
На территории Брестской области гидрологические наблюдения на реках осуществляет Государственное учреждение «Брестский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Брестоблгидромет), включающий в свой состав, помимо Брестского центра, Пинский межрайонный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. По состоянию на 2017 год на территории Брестской области действовало 26 гидрологических постов.

При анализе динамики климатических факторов, многолетних колебаний водности рек и изменений внутригодового водного режима на реках области рассматривались изменения в разрезе 3 гидрологических пор года: гидрологическая зима (декабрь – февраль), гидрологическая весна (март – май), гидрологические лето – осень (июнь – ноябрь). Для р. Припять и двух ее левых притоков – рр. Ясельда и Бобрик – временные границы гидрологической весны рассматривались с марта по июнь. Это было обусловлено более продолжительным весенним половодьем на данных реках. Как следствие, продолжительность гидрологического лета – осени сократилась на один месяц. В ходе исследования за рассматриваемый период (1988–2017 гг.) анализировались показатели средних месячных значений температур воздуха и сумм осадков в разрезе 8 метеостанций (Барановичи, Брест, Высокое, Ганцевичи, Ивацевичи, Пинск, Полесская, Пружаны), а также показатели средних месячных расходов и уровней воды для 10 гидрологических постов (Береза, Брест, Высокое, Горавица, Каменец, Малорита, Малые Радвичи, Меленково, Тюхиничи, Черск).

**Полученные результаты и их обсуждение.** Анализ динамики климатических факторов формирования водного режима рек показал, что за 30-летний период средние температуры и суммы осадков в разрезе гидрологических пор года по метеостанциям региона испытывали существенные колебания. Так, диапазон колебаний сумм осадков гидрологической поры года лето – осень составил более 400 мм, при этом наблюдается общая тенденция к их увеличению (рисунок 1). В целом наблюдается схожая динамика изменения сумм осадков. Наибольшие их значения характерны для севера области (метеостанция Барановичи). Наименьшие суммы осадков для большинства лет наблюдений характерны для Пинска. Наибольшей водностью для большинства точек наблюдений характеризовались 1990, 2001, 2009 гг. В то же время данная закономерность в отдельные годы нарушалась на отдельных метеостанциях.



**Рисунок 1 – Динамика сумм осадков гидрологической поры года лето – осень за период 1988–2017 гг. в разрезе отдельных метеостанций Брестской области (мм)**



**Рисунок 2 – Динамика средних расходов воды гидрологической весны за период 1988–2017 гг. в разрезе отдельных обеспеченных данными наблюдений гидрологических постов Брестской области (м³/с)**

Анализ многолетних колебаний водности рек показал, что за 30-летний период средние для гидрологических пор года расходы и уровни воды на гидрологических постах региона испытывали существенные колебания. Так, диапазон колебаний средних расходов воды гидрологической весны для отдельных постов отличался более чем в пять раз, при этом прослеживается общая тенденция к их увеличению (рисунок 2).

Анализ многолетних изменений внутригодового водного режима рек показал, что на гидрологических постах региона, обеспеченных данными наблюдений, чаще всего прослеживаются сходные изменения доли отдельных гидрологических пор года в обеспечении общей водности. При этом для наибольшего числа лет (14 из 30) наибольшая доля в обеспечении годовой водности в разрезе всех или практически всех гидрологических постов характерна для гидрологической весны. В то же время, для отдельных лет, наибольшая доля характерна для гидрологических лета – осени (3 года) и гидрологической зимы (3 года). Для каждого из оставшихся гидрологических лет характерны существенные различия по постам в доле отдельных гидрологических пор года, что говорит о большом влиянии в данные годы так называемых местных факторов формирования стока.

#### **Список цитированных источников**

1. Ковальчук, Т. А. Особенности изменения уровня режима рек Брестской области в 2011–2015 гг. / Т. А. Ковальчук // Устойчивое развитие: региональные аспекты: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Брест, 25 апреля 2018 г. / БрГУ ; редкол.: И. В. Абрамова, М. А. Богдасаров, Т. А. Шелест. – Брест : БрГУ, 2018. – С. 94–96.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОПУЩЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ

**Кухаревич М. Ф.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, kukharevichmikhail@gmail.com  
Научный руководитель – Шешко Н. Н., к.т.н., доцент

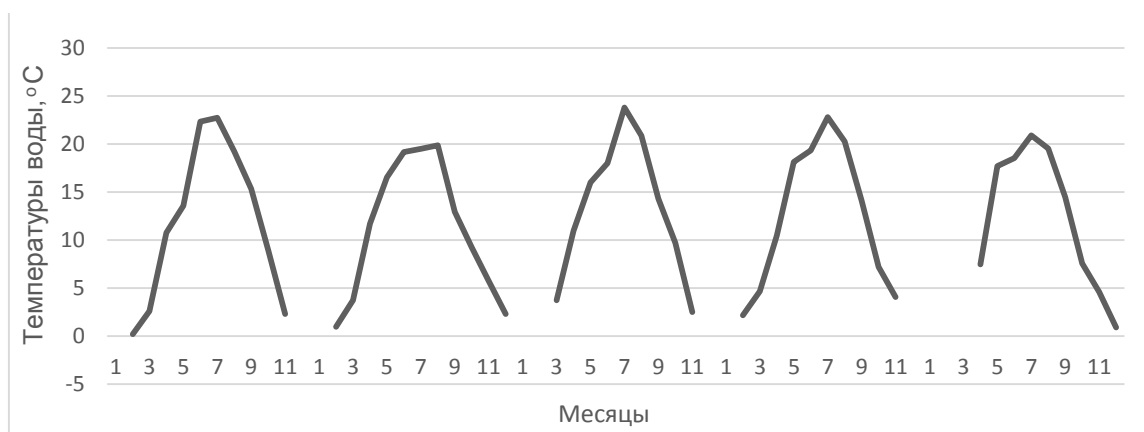
*The paper deals with the methods of restoring the missing values on the example of time series of water temperatures of the Lan river in the period from 1999 to 2017. On the basis of the data obtained as a result of recovery, the analysis of the restored values is performed.*

Процесс исследования некоторых характеристик водного объекта зачастую предусматривает под собой обработку большого количества данных, описывающих тем или иным образом рассматриваемые характеристики. Ранее этот процесс был достаточно трудоемким и требовал значительных затрат времени. В настоящее время использование современных технологий позволяют полностью или частично решить некоторые проблемы, связанные с обработкой данных, и таким образом получить более достоверные результаты исследований.

Особый интерес при работе с данными представляет проблема обработки и восстановления пропущенных значений. Данной проблеме посвящено немалое количество работ [1–3]. В некоторых работах [1,2] утверждается, что наиболее простым решением данной проблемы является исключение пропущенных значений, однако это может приводить к искажению величин статистических характеристик и, как результат, привести к осложнению их математической обработки [1].

В качестве исходного материала для выполнения восстановления в данном исследовании использовались данные среднемесячных температур воды за период с 1999 по 2017 год. Дополнительно для целей восстановления температур воды использовались среднемесячные температуры почвы и воздуха за аналогичный период. Значения температур воды были взяты из «Гидрологического ежегодника» и Государственного водного кадастра «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» по реке Лань. Значения температур воздуха и почвы были получены из Климатического кадастра Республики Беларусь «Метеорологический ежемесячник» по двум метеорологическим станциям: Житковичи и Полесская.

Причины появления пропусков могут иметь различный характер, что необходимо учитывать при выборе метода восстановления. Так, пропуски могут быть обусловлены неполадкой измерительного оборудования, наличием неблагоприятных погодных условий, присутствием ошибок, потерей данных и другими причинами [2]. Анализ пропусков исходного временного ряда температур воды показал, что имеющиеся пропуски не имеют случайного характера и выпадают на период ноябрь – март. При этом в некоторых годах имеются пропуски за несколько месяцев подряд (рисунок 1).



**Рисунок 1 – График изменения температуры воды**

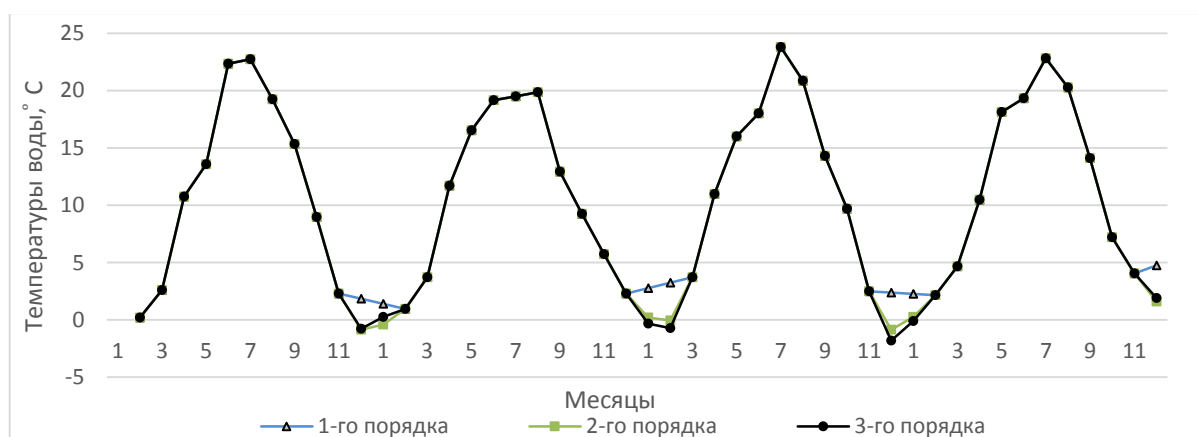
В настоящее время существует множество методов восстановления пропусков во временных рядах. Так, во многих исследованиях в качестве методов восстановления использовались методы интерполяции [1,2] и регрессии [3]. Каждый из них имеет свою специфику, определяющую их преимущества и недостатки.

**Интерполяция.** В ходе исследования в качестве метода восстановления была использована интерполяция сплайном 1–го порядка (линейная интерполяция), 2–го и 3–го порядка (рисунок 2). Линейная интерполяция в некоторых случаях дает весьма хорошие результаты, однако данное исследование показало ее неприменимость, что обусловлено двумя причинами:

1. Пропущенные значения выпадают на пиковое значение [1].

2. Имеется несколько пропущенных значений подряд (характерно для сплайн-интерполяции) [2].

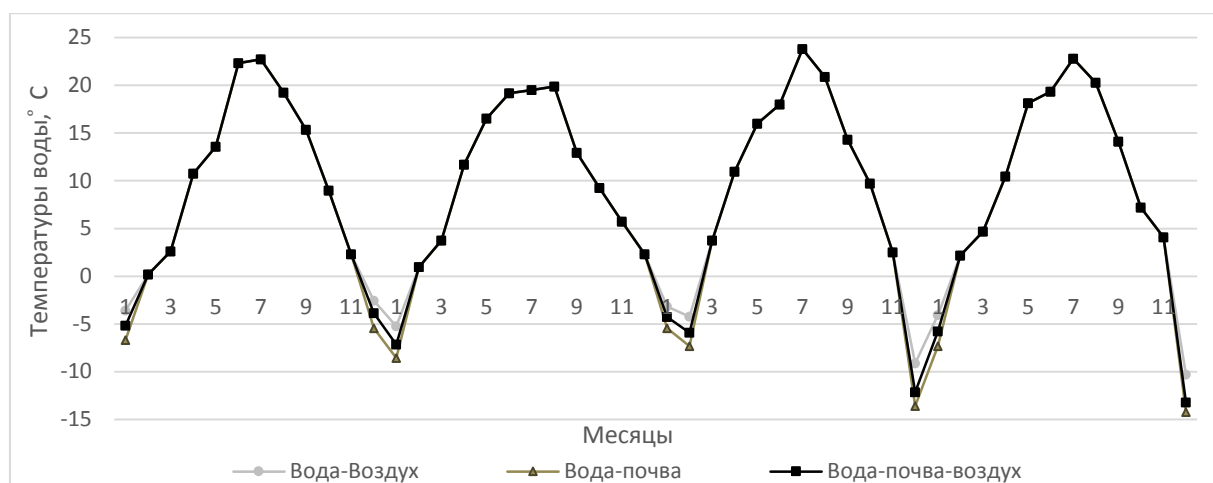
Более реальный ход изменения температуры воды показали значения восстановленные методами сплайн интерполяции 2-го и 3-го порядка. Однако некоторые восстановленные значения имели значения ниже 0 °С, что явно не соответствует действительности из-за специфики охлаждения вод в водных объектах.



**Рисунок 2 – График изменения температуры воды с восстановлением пропущенных значений сплайн-интерполяцией n-го порядка**

**Регрессия.** В процессе исследования были выполнены попытки восстановления пропущенных значений с помощью линейной однофакторной и

множественной регрессии, а также авторегрессии. Наиболее предпочтительной является однофакторная регрессия, а после – многофакторная и авторегрессия [3]. В качестве зависимых факторов для однофакторной и многофакторной регрессии использовались температуры воздуха и почвы. Результаты восстановления представлены на рисунке 3.



**Рисунок 3 – График изменения температуры воды с восстановлением пропущенных значений регрессионными моделями**

Наиболее правдоподобные результаты были получены в результате восстановления методом линейной однофакторной регрессии по параметрам вода – воздух. Однако, как и в случае со сплайн-интерполяциями 2–го и 3–го порядка восстановленные значения местами имеют значения ниже 0 °С, что обуславливают неприменимость данной модели. Восстановление с помощью однофакторной и многофакторной регрессии по температурам воздуха и почвы дает очень достоверные результаты лишь при восстановлении пропусков за теплый период года, так как значения температур воды за этот период зачастую очень хорошо коррелируют с температурами почвы и воздуха. По этой причине наиболее приемлемым видится использования метода авторегрессии. Однако по причине того, что пропущенные значения выпадают на одни и те же месяца использование авторегрессии 1–го и более высоких порядков является невозможным.

### Список использованных источников

1. Радчикова, Е. С. Анализ применения способов заполнения пропусков в данных во временных рядах в экологических исследованиях / Е. С. Радчикова // Экология и защита окружающей среды: сб. тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., 19-20 марта 2014 г. – Минск, 2014. – С. 112–116.
2. Круглов, В. В. Методы восстановления пропусков в массивах данных / В. В. Круглов, И. В. Абраменкова // Программные продукты и системы. – 2005. – № 2. – С. 16–20.
3. Волчек, А. А. Методика и алгоритм приведения временных рядов уровней грунтовых вод к расчетным (на примере природно–территориального комплекса "Беловежская пуца") / А. А. Волчек, Н. Н. Шешко // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2010 – № 2. – С. 2–7

## ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

**Максимчук М.В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, mari.maksimchuk@list.ru  
Научный руководитель — Волчек Ан.А., к.т.н., доцент

*The article describes the results of the study of the characteristics of maximum spring high water discharge of the Belarusian Polesye rivers for the period of instrumental observations (1877–2015) are presented. Row sections, differed by the degree of anthropogenic influence are examined.*

Весенне половодье — характерная фаза естественного водного режима рек Белорусского Полесья. Половодья сопровождаются разливами рек, которые в многоводные годы при максимальных подъемах уровней воды приобретают характер катастрофических явлений (наводнений), что приводит к затоплению населенных пунктов, сельскохозяйственных земель, разрушению мостов, дорог, гидротехнических сооружений и т.д.

На реках Припяти, Березине и в нижнем течении Сожа и Днепра весеннему половодью обычно предшествуют довольно высокие уровни, а в годы с более значительными оттепелями образуются зимние паводки, связанные с интенсивным таянием снега и сопровождающимися оттепели дождями. Характер спада и его продолжительность зависит от высоты половодья и от количества осадков, выпадающих за период спада, в этом случае спад замедляется или совсем прекращается, сменяясь подъемом.

В последнее время большую роль в увеличении частоты и разрушительной силы наводнений помимо природных факторов играют антропогенные воздействия. Среди них в первую очередь следует назвать сведение лесов (максимальный поверхностный сток возрастает на 250 – 300 %), освоение поймы, нерациональное ведение сельского хозяйства и др. Климатические изменения, происходящие на протяжении последних десятилетий, также существенно повлияли на характеристики весеннего половодья рек Белорусского Полесья.

В связи с этим выполнен сравнительный анализ изменения величин максимальных расходов воды весеннего половодья за несколько периодов: полный период наблюдений, до 1965 года, с 1965 по 1987 год и 1988-2015 гг.

В таблице 1 приведены коэффициенты регрессии максимальных расходов весеннего половодья рек Белорусского Полесья за четыре выделенных характерных периода.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что практически по всей территории Белорусского Полесья наблюдается увеличение коэффициента регрессии в период с 1989 по 2015 гг. по отношению к полному периоду инструментальных наблюдений и периоду до 1989 г.

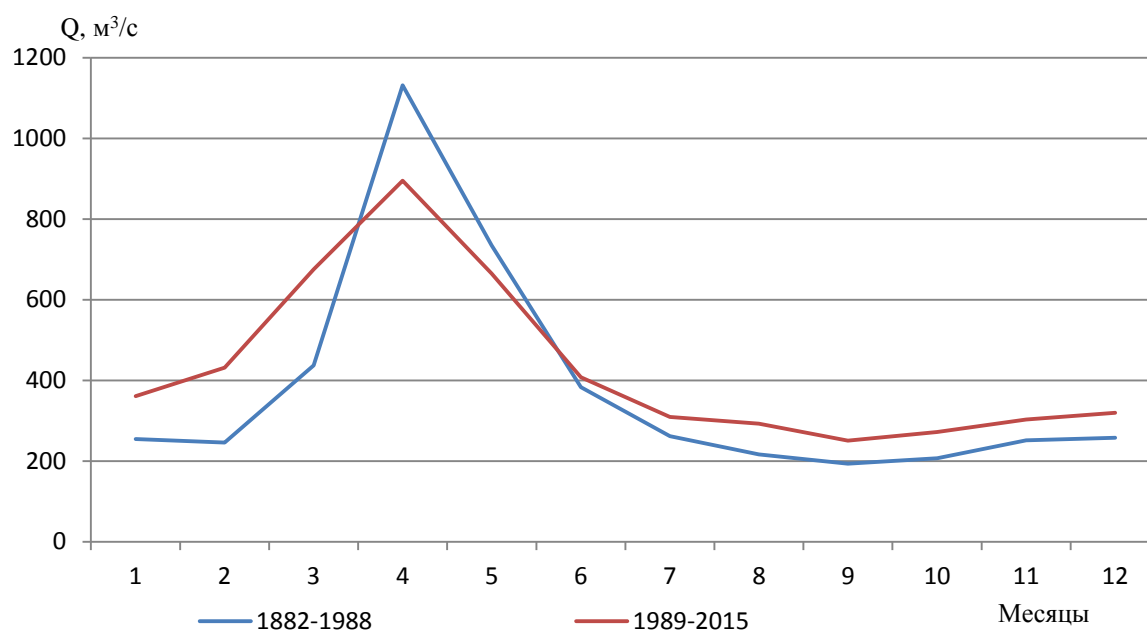
**Таблица 1 – Коэффициенты регрессии максимальных расходов воды весеннего половодья за два характерных периода**

№ п/п	Пункт наблюдения	$\alpha, л*10/(с*км^2)$			
		Полный период	До 1965 года	1966-1987	1988-2015
1	Сож - г. Гомель	-4,67	-2,45	-12,64	0,68
2	Уза - с. Прибор	-8,80	-19,93	-28,92	3,93
3	Ясельда - г. Береза	-4,98	7,29	-19,58	-0,57
4	Цна - с. Дятловичи	-2,52	1,26	-10,74	-0,85
5	Птичь - с. Лучицы	-2,68	-2,42	-8,65	1,22
6	Оресса - с. Андреевка	-2,70	-4,97	-6,04	1,00
7	Днепр - г. Речица	-2,73	-1,25	-2,46	0,77
8	Припять - пгт. Туров	-0,94	-2,56	3,43	-0,06
9	Припять - г. Мозырь	-0,54	-0,48	-6,86	-0,35
10	Горынь - пгт. Речица	-3,99	-24,07	-9,79	2,89
11	Уборть - Краснобережье	-6,99	93,16	-20,85	2,26
12	Мухавец - г. Брест	-9,54	-	4,14	1,01
13	Дрисса - с. Демехи	-2,59	-4,04	0,22	5,73

Также можно заметить выравнивание сроков прохождения максимумов весеннего половодья на реках в целом. На территории Белорусского Полесья, вследствие частых переходов в зимнее время от отрицательных до положительных температур воздуха, наблюдаются оттепели, во время которых снежный покров практически сходит. Поэтому до начала наступления весеннего половодья, которое чаще всего случается в марте/апреле, запасы воды в снежном покрове небольшие и половодье формируется, как правило, невысокое.

В качестве примера приведем типичные гидрографы реки Припять — г. Мозырь за два характерных периода — до 1988 года, и после — рисунок 1.

Рисунок четко показывает распластывание волны половодья реки Припять со смещением его начала на более ранние сроки и уменьшением его осредненного максимума.



**Рисунок 1 – Осредненный гидрограф стока воды реки Припять — г. Мозырь за два характерных периода**



### **Список использованных источников**

1. Волчек Ан.А. Колебания максимальных расходов воды весеннего половодья основных рек Беларуси / Ан.А. Волчек // Известия РАН. Сер. Географическая. – 2008. – № 2. – С. 1–12
2. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А.А. Волчек, В.Н. Корнеев, С.И. Парфомук, И.А. Булак; под общ. ред. А.А. Волчек, В.Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 228 с.
3. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений. Мн.: Наука и техника, 1992. 319 с.
4. Волчек, А.А. Оценка и прогноз изменения стока рек Беларуси с учётом адаптации к изменению климата / А.А. Волчек, В.Н. Корнеев, С.И. Парфомук // Вопросы географии / Русское географическое общество. – Москва. Сб. 145 Гидрологические изменения / В.М. Котляков, Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова – М.: Издательский дом «Кодекс», 2018. С. 109 – 122 с.
5. Волчек, Ан.А. Колебания максимальных расходов воды весеннего половодья основных рек Беларуси / Ан.А. Волчек // Известия РАН. Сер. Географическая. – 2008. – № 2. – С. 1 – 12

УДК 502.3:621.311.23

## **ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Мешик К. О.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, krill3april@mail.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article considers modern methods of thermal pollution assessment on the example of the Mukhavets river in the city of Brest.*

За последние годы проблема теплового загрязнения приобретает всё более актуальный характер в научных трудах. В условиях существования множества более явных естественных и антропогенных загрязнителей в пространственных пределах различного рода территорий данной проблеме уделяется не так много внимания, что позволяет отнести данный вид загрязнения к «скрытому». Водные объекты зачастую оказываются под нежелательным тепловым воздействием. Оценивая естественные тепловые факторы, способные оказывать непосредственное влияние на формирование негативных трансформаций гидрологического режима рек, озёр, морей и т. д., можно отметить, что они несут эффект добавочного характера на фоне общего теплового загрязнения различных водных ресурсов. Роль антропогенного воздействия в формировании основных гидрологических характеристик водных объектов достаточно высока, а тепловое загрязнение как один из активных процессов антропогенизации способствует её укреплению. С целью оценки степени влияния последнего на экологическое состояние водных ресурсов было проведено исследование теплового режима р. Мухавец по ее длине от г. Кобрин до г. Бреста (более 60 км).

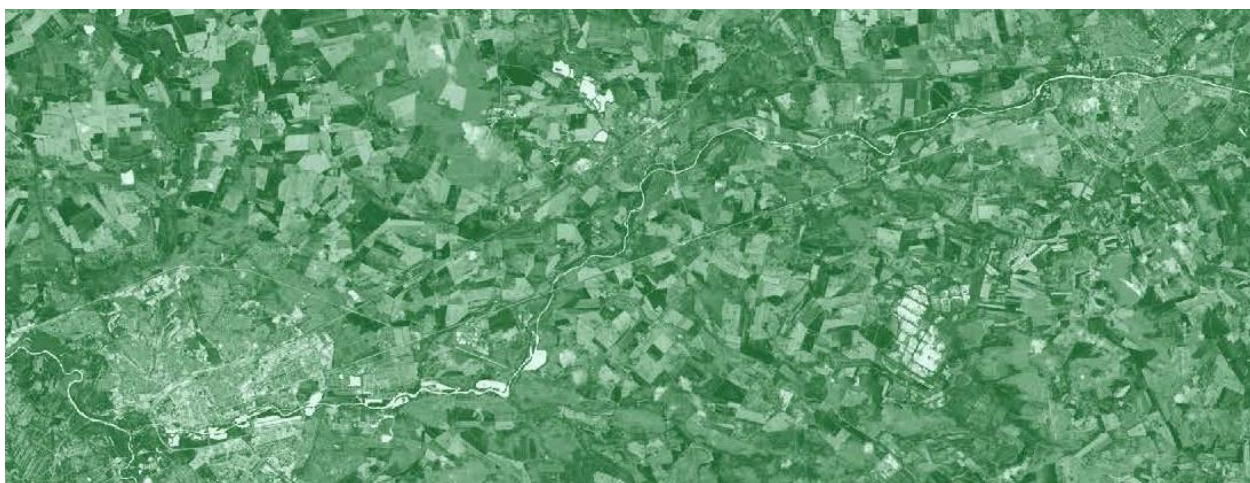
В рамках исследования применялись устройства качественного и количественного контроля, в основе которых используется дистанционное зондиро-

вание. Для детальной оценки ландшафтных пространств Космическое агентство NASA предоставляет доступ к фотографическим спутниковым материалам по различным территориям планеты в открытом виде. Для проведения анализа тепловых характеристик точно выделяемого объекта, расположенного в пределах исследуемой территории, были применены данные каналов фотографических материалов спутника Landsat-8, функционирующего с 2013 г. Данный спутник получает снимки в видимом, ближнем и дальнем ИК-диапазоне волн, разрешение которых варьируется в пределах 15-30-100 м на точку. Установленные сенсоры OLI и TIRS имеют два существенных преимущества по сравнению со многими аналогами: соотношение сигнала к шуму выполнено на высоком уровне (SNR), уровень детализации съёмки достигает до 12 бит на точку. В качестве дешифратора полученных данных использовалось специализированное программное обеспечение ESRI ArcGis ArcMap [1].

Основные комбинации каналов способствуют выявлению индексов, рассчитанных исходя из многоканальных фотографических материалов. Таким образом был рассчитан нормализованный относительный индекс растительности (NDVI), который показывает количество фотосинтезирующей биомассы (см. рисунок 1). Выявление NDVI производилось с целью выделения акваториальных и застроенных областей в пространственных пределах исследуемой территории. Расчёт производился по следующей формуле [2]

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}, \quad (1)$$

где *RED* – отражение в красной области спектра; *NIR* – отражение в ближней инфракрасной области спектра.



**Рисунок 1 – Картографическая визуализация индекса NDVI в пространственных пределах исследуемой территории (19.07.2017)**

Далее с помощью средств программного обеспечения ESRI ArcGis ArcMap выполняется расчёт и визуализация температурных значений в различных точках поверхности исследуемого водного объекта.

Сначала необходимо выявить интенсивность спектральной радиации ( $L_\lambda$ ). Для этого воспользуемся следующей формулой [2]

$$L_\lambda = M_L \cdot Q_{cal} + A_L, \quad (2)$$

где  $M_L$  – калибровочный коэффициент;  $A_L$  – дополнительный калибровочный коэффициент;  $Q_{cal}$  – дискретное калиброванное значение пикселя снимка.

Далее производится конвертация данных в диапазон значений температурного режима по °С. Расчёт выполняется по следующей формуле [2]

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273,15, \quad (3)$$

где  $T$  – температура в градусах Цельсия, °С;  $L_\lambda$  – интенсивность спектральной радиации, Вт/(м<sup>2</sup> × ср × μ<sub>м</sub>);  $K_1$  – калибровочная константа;  $K_2$  – калибровочная константа.

После построения температурной карты исследуемой территории выполняется точечное выявление значений температурного режима поверхности р. Мухавец на заданном участке (рисунок 2). Обобщённые результаты температурного исследования сведены в таблицу 1.



**Рисунок 2 – Картографически визуализированная динамика температурных трансформаций поверхностного слоя р. Мухавец в территориальных пределах г. Кобрин и г. Бреста (19.07.2017)**

**Таблица 1 – Основные температурные данные, полученные в ходе расчёта**

Место измерения	Температурные показатели р. Мухавец в пределах участка исследования, °С		
	Минимальная	Максимальная	Средняя
г. Кобрин	20,3	22,2	21,4
Внегородская территория	19,7	22,3	20,4
г. Брест	19,5	25,4	22,2

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что пиковые температуры водных объектов, находящихся в пределах городской территории, проявляются значительно чаще, чем в сельской местности. Интенсивность проявлений подобного рода зависит от множества факторов: масштаб городского пространства, размеры и гидрологические характеристики русла реки, количество промышленных и др. предприятий, осуществляющих постоянные или периодические сбросы тепловых загрязнителей в реку и т. д. В г. Бресте показательным проявлением теплового загрязнения является участок реки вблизи Брестской ТЭЦ, где происходит резкое изменение температурных значений на 2–4 °С. Тепловые трансформации данного рода способствуют: изменению физико-химических свойств в пределах места сброса, изменению режима обитания

представителей фауны, увеличению интенсивности произрастания растительного сегмента речного массива, усилению коррозии металлов, что приводит к интенсификации коррозионного воздействия на тепло- и газопроводы, канализационные и др. сети.

#### **Список цитированных источников**

1. Landsat Data Continuity Mission // U.S. Geological Survey [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <https://pubs.usgs.gov/fs/2012/3066/fs2012-3066.pdf>. – Дата доступа: 14.03.2018.
2. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook LSDS-1574 version 2.0 // USGS EROS [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>. – Дата доступа: 09.03.2018.

УДК 551.578.46

## **ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ МАКСИМАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ ВОДЫ В СНЕГЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

**Морозова В. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [vmorozova-brest@mail.ru](mailto:vmorozova-brest@mail.ru)  
Научный руководитель – Мешик О. П., к.т.н., доцент

*The article reviews space-time distribution of maximum water content in snow on the territory of the Republic of Belarus.*

Систематические наблюдения над снежным покровом в Беларуси начаты в 1891 году (по постоянным рейкам и в 30-х годах двадцатого столетия, дополнительно, по снегомерным съемкам). В результате снегосъемок получают: во-первых – средние значения высоты, плотности и запаса воды в снеге; во-вторых – характеристики распределения снежного покрова на различных формах рельефа и угодьях (в районе действия метеостанции); в-третьих – показатели временной динамики снегонакопления и снеготаяния. Пространственно-временное распределение снежного покрова, как правило, отражается на специальных картах, разрабатываемых на материалах многолетних наблюдений.

В настоящем исследовании были использованы экспериментальные данные по запасам воды в снеге за период наблюдений с 1945 по 2014 годы по 48 «характерным» пунктам Беларуси (рис. 3).

В Республике Беларусь снежный покров в среднем залегает от 75 на юго-западе до 125 дней на северо-востоке. За холодный период он успевает несколько раз разрушиться и вновь образоваться, особенно в начале или конце зимы. Устойчивый снежный покров, залегающий не менее месяца, устанавливается лишь в декабре. Разрушение снежного покрова идет в марте. Бывают годы, когда снег вообще не сохраняется непрерывно в течение месяца, тогда их относят к годам без устойчивого снежного покрова. Повторяемость таких лет в Минске составляет 3-4% лет, в Гомеле – 7%, в Бресте – 21%.

Высота снежного покрова изменяется как в течение зимы, так и по годам. На юго-западе в течение всей зимы высота снега невелика и изменяется от 2–3 см в начале зимы до 6–7 см в ее конце. В холодные зимы могут наблюдаться значительные снегонакопления (до 30 см). На центральных возвышенностях и в северо-восточной части Республики Беларусь величины снегонакопления изменяются от 5–10 до 20–23 см. В каждой из декад в феврале–марте возможен снежный покров глубиной 40–45 см в центре Беларуси и 50–60 см на северо-востоке.

Обычно при характеристике снежного покрова оперируют максимальной за зиму высотой. Высота снежного покрова в среднем многолетнем нарастает от 15 см на юго-западе до 30 см и более на северо-востоке. Заметное увеличение высоты снега отмечено на возвышенностях и снижение – в долинах рек. В малоснежные зимы на юго-западе максимальная высота достигает 3–5 см, на северо-востоке 10–12 см. В многоснежные зимы высота по всей республике составляет 50–60 см. Абсолютный максимум отмечен на Свенцянской возвышенности на метеостанции Лынтупы – 72 см (март 1965 г.).

Плотность снега изменяется в течение зимы: от 0,2–0,24 г/см<sup>3</sup> в декабре до 0,29–0,36 г/см<sup>3</sup> в марте. Плотность тающего снега еще больше – 0,8 г/см<sup>3</sup>.

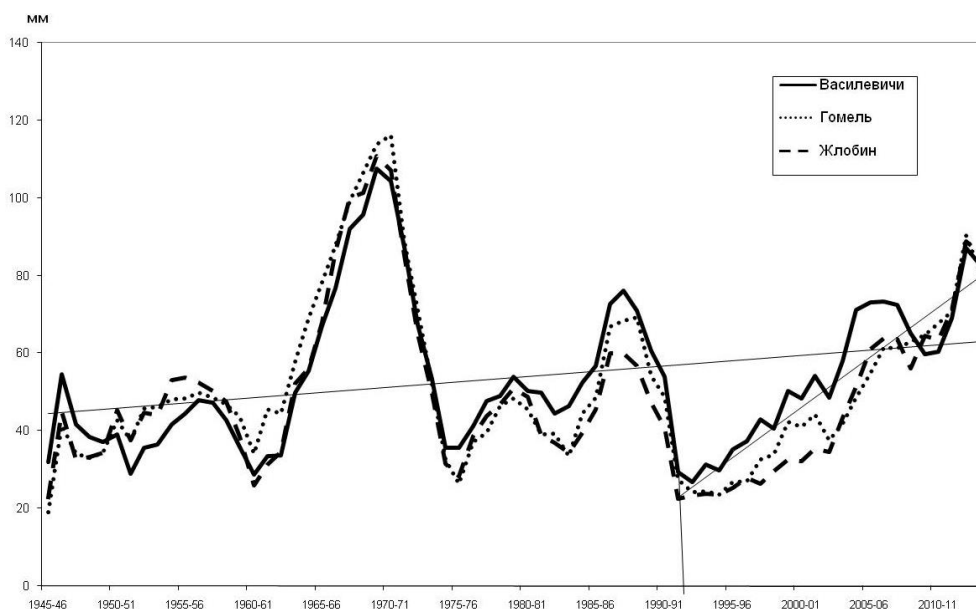
Запасы воды в снеге получают на основе измерений высоты снегового покрова и его плотности. Пространственное распределение запасов воды в снеге следует отмеченным выше закономерностям, т. е. возрастает по направлению юго-запад – северо-восток и на возвышенностях. Запасы воды в снеге формируют снеговые нагрузки на поверхности земли, являются фактором весеннего половодья рек Беларуси и представляют собой величины, осредненные в пространстве и во времени.

Анализ межгодовой изменчивости характеристик снегового покрова указывает на проявление строгой периодичности в рядах запасов воды в снеге. Пример динамики максимальных снегозапасов для некоторых метеопунктов представлен на рисунках 1 и 2 в виде кривых скользящих средних пятилетних сумм.

На рисунках 1 и 2 также отмечена тенденция роста запасов воды в снеге с начала 90-х годов XX столетия, которая продолжается по настоящее время.



**Рисунок 1 – Кривые скользящих 5-летних средних максимальных запасов воды в снеге для ряда метеостанций Беларуси с отрицательным трендом**



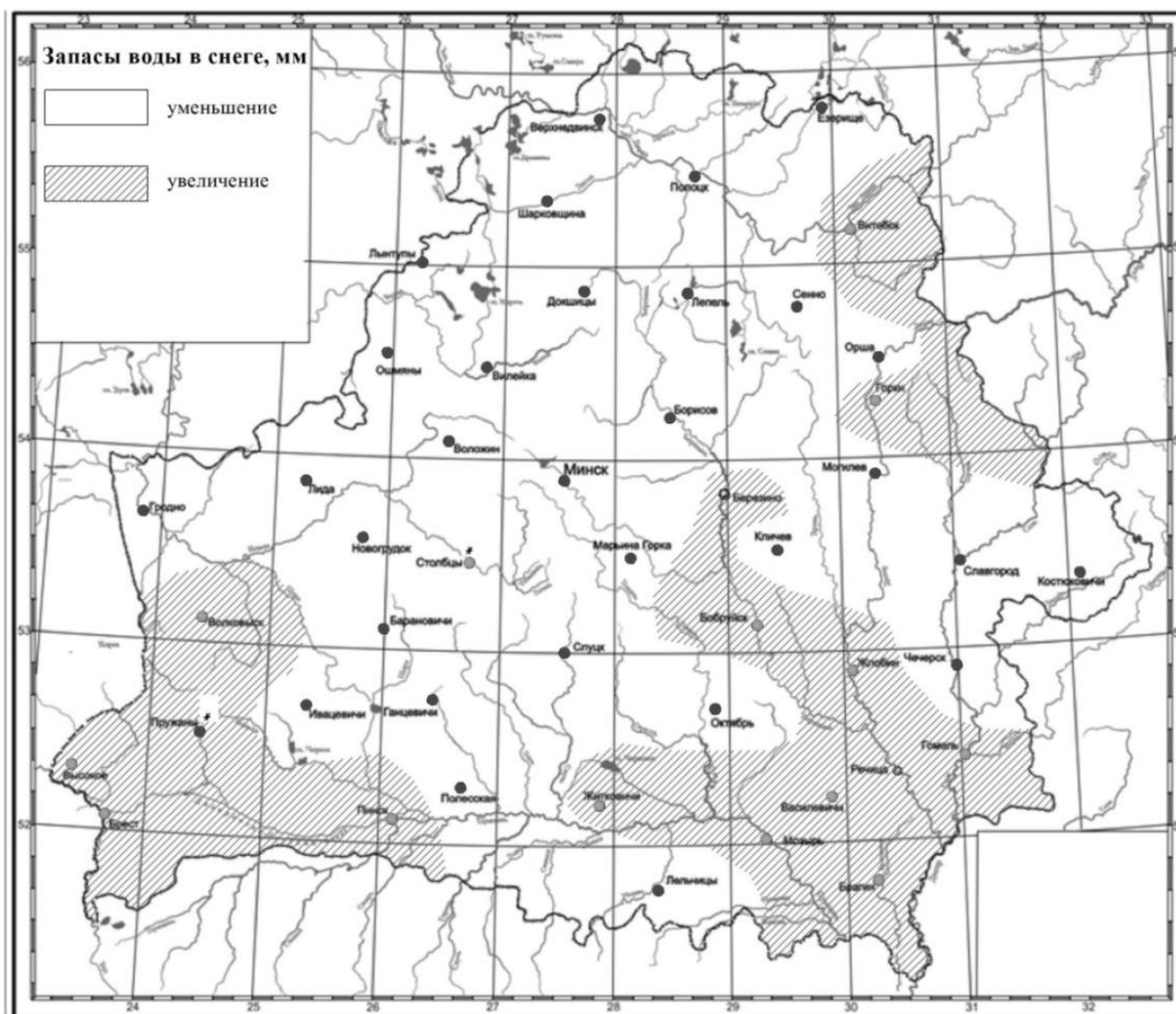
**Рисунок 2 – Кривые скользящих 5-летних средних максимальных запасов воды в снеге для ряда метеостанций Беларуси с положительным трендом**

Оценивая пространственно-временную изменчивость запасов воды в снеге, как определяющего фактора весеннего половодья рек Беларуси, необходимо, прежде всего, отметить цикличность максимальных значений запасов воды в снеге и достаточно строгую их периодичность в рядах наблюдений (рисунок 1, 2). На фоне долгопериодических колебаний выделяется, прежде всего, 11-летний цикл, что подсказывает необходимость поиска связей крупных аномалий снегонакопления и половодий с солнечной активностью. В качестве критерия оценки могут использоваться относительные числа Вольфа. В установленной цикличности объективно отражаются закономерности внутритерриториального пространственного распределения максимальных значений запасов воды в снеге. Наблюдаются четко выраженные синхронные колебания во времени максимальных значений запасов воды в снеге, как в пределах отдельных областей, так и на территории Беларуси в целом [1].

Пространственное обобщение основных характеристик запасов воды в снеге осуществляется картографическими способами.

На рисунке 3 приведена карта районирования территории Республики Беларусь по запасам воды в снеге. В результате проведенных аналитических оценок кривых скользящих пятилетних средних максимальных запасов воды в снеге для 48 метеостанций Беларуси были выделены районы, где запасы воды в снеге увеличиваются, и районы, где снегозапасы уменьшаются.

Анализ карты, представленной на рисунке 3, показывает, что очертание границ района на юго-западе включает Брест, Высокое, Пинск, Волковыск, где имеется положительный тренд. Исключение составляют Пружаны, где тренд практически неизменный на протяжении исследуемого периода с 1945 по 2014 г. На юго-востоке границы района, где также увеличиваются запасы воды в снеге, включают районы: Брагин, Мозырь, Василевичи, Житковичи, Гомель, Жлобин, Бобруйск, Березино. На северо-востоке Горки и Витебск также имеют положительный тренд. Остальная территория Беларуси имеет отрицательный тренд, т. е. запасы воды в снеге уменьшаются. Исключение составляют Столбцы, где тренд положительный.



**Рисунок 3 – Карта районирования запасов воды в снеге на территории Республики Беларусь**

К настоящему времени назрела необходимость обобщения накопленного опыта при описании характеристик снежного покрова для различных направлений деятельности человека и отраслей экономики, например, для нормирования снеговых нагрузок на конструкции зданий и сооружений, для оценки снегонакопления как ведущего фактора весеннего половодья, для учета экологической роли снега в перезимовке сельскохозяйственных культур и как буфера на поверхности почвы, аккумулирующего в себе различные загрязнители.

#### **Список цитированных источников**

1. Валуев, В.Е. Изученность и статистические оценки снегов запасов / В.Е. Валуев, О.П. Мешик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – № 2(80): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 8–11.
2. Логинов, В.Ф. Климат Беларуси. – Минск : Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.

## СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АКТИВНОГО ИЛА ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ АЭРАЦИИ АЭРОТЕНКА

**Мурина Д. А.**

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь, darya.murina.2017@mail.ru  
Научный руководитель — Юхневич Г. Г., к.б.н., доцент

*It is shown that the use of the anoxid zone in aeration tanks at urban sewage treatment plants helps form more compact and easily settling floc active sludge*

Биологической очистке подлежат городские сточные воды, содержащие разнообразные органические вещества. В аэротенках биологическая очистка протекает под воздействием аэробных микроорганизмов активного ила и наличия кислорода [1]. Доминирующая роль в формирующемся в аэротенке активном иле принадлежит различным группам бактерий, способным не только извлекать из воды растворенные и взвешенные в ней органические вещества, но и самоорганизовываться в хлопья, сравнительно легко отделимые затем от очищенной воды отстаиванием или флотацией. Размер хлопьев зависит как от вида бактерий, наличия и характера загрязнений, так и от внешних факторов – температуры среды, гидродинамических условий в аэрационном сооружении и пр.

Цель работы – проанализировать изменение концентрации активного ила и илового индекса при биологической очистке сточных вод в аэротенках городских очистных сооружений канализации.

В аэротенках I очереди (аэротенки 1, 2) очистных сооружений канализации г. Гродно внедрена технология глубокого удаления биогенных элементов с созданием аэробных и анаэробных зон. В них обеспечивается чередование аэробных зон с мелкопузырчатой придонной аэрацией через дисковые диффузоры с аноксидной зоной с горизонтальными погружными мешалками (во второй половине 1-го коридора и 2-м коридоре).

Для исследования отбирали пробы иловой смеси в трех зонах аэротенка 2 с разным режимом аэрации. Определение концентрации активного ила проводили фотометрическим методом, илового индекса – стандартным методом [2].

Концентрацию активного ила в нормально работающих аэротенках необходимо поддерживать от 1,8 до 3 г/дм<sup>3</sup>, считая по сухому веществу [3]. Во всех исследуемых пробах иловой смеси концентрация ила превышает допустимые нормальные значения (таблица 1).

При поступлении сточных вод и рециркуляционного ила в первый коридор концентрация ила находятся в промежутке от 3 до 6,3 г/дм<sup>3</sup>. В первом и втором коридоре происходит активное изъятие микроорганизмами легко деградирующихся органических субстратов, что сопровождается увеличением концентрации ила вследствие увеличения численности микроорганизмов. При последующей пневматической мелкопузырчатой аэрации на выходе из четвертого коридора концентрация ила уменьшается и стабилизируется в меньшем интервале (от 3,1 до 4,9 г/дм<sup>3</sup>).



**Таблица 1 – Изменение концентрации активного ила в аэротенке 2, г/дм<sup>3</sup>**

пробы	1-й коридор (вход)	3-й коридор (вход)	4-й коридор (выход)
1	3,1	3,2	3,2
2	3,1	3,2	3,1
3	3,1	3,6	3,2
4	3	3,2	3,3
5	6,3	7,8	4,9
6	6,2	7,6	4,8
среднее	4,1	4,8	3,7

Для очистных сооружений с аэротенками оптимальные значения илового индекса находятся в пределах от 80 до 120 см<sup>3</sup>/г. Диапазон допустимых значений – от 60 до 150 см<sup>3</sup>/г, однако этот показатель является индивидуальным для каждого очистного сооружения [3]. Повышение значения илового индекса более 150 см<sup>3</sup>/г свидетельствует об ухудшении структуры ила, которое может быть вызвано развитием нитчатых бактерий. Вследствие вспухания активного ила, он плохо оседает во вторичном отстойнике и выносится с очищенной сточной водой в поверхностные водоемы [4].

Значение илового индекса в аэротенке 2 очистных сооружений канализации г. Гродно изменяется прохождении иловой смеси по коридорам аэротенка (таблица 2).

**Таблица 2 – Изменение илового индекса по длине аэротенка 2, см<sup>3</sup>/г**

пробы	1-й коридор (вход)	3-й коридор (вход)	4-й коридор (выход)
1	151	113	135
2	156	121	138
3	212	160	132
4	204	167	143
5	234	204	168
6	224	202	170
среднее	197	161	150

В начале 1-го коридора аэротенка 2 данный показатель во всех исследуемых пробах воды значительно выше установленной нормы, Внедрение аноксидной зоны во второй половине 1-го коридора и 2-м коридоре способствуют снижению илового индекса до уровня, близкого к удовлетворительному. В 4-м коридоре наблюдается наименьшее колебание значений илового индекса, что свидетельствует о высокой степени к седиментации активного ила.

Таким образом, использование аноксидной зоны в аэротенках городских очистных сооружений канализации способствует не только снижению концентраций нитратов, но и формированию более компактных, легко оседающих хлопьев активного ила, что способствует лучшему разделению иловой смеси во вторичных отстойниках.

#### **Список цитированных источников**

1. Жмур, Н.С. Комплект методик по гидрохимическому контролю активного ила: определение массовой концентрации активного ила, илового индекса, зольности сырого осадка, активного ила, прозрачности надильовой воды / Н.С. Жмур. – М, 2007. – 16 с.

2. Жмур, Н.С. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М., 1997. – 82 с.
3. Карманов, А.П. Технология очистки сточных вод / А.П. Карманов, И.Н. Полина. – Сыктывкар, 2015. – 58 с.
4. Соловьянов, А.А. Методы санитарно-биологического контроля. Методическое руководство по гидробиологическому контролю нитчатых микроорганизмов активного ила / А.А. Соловьянов. – М., 1996. – 8 с.

УДК 628.1/3.004.68

## **ЭВЕНТУАЛЬНОСТЬ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ИЗНОСА СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ИХ РЕКОНСТРУКЦИЕЙ**

**Новик А. Н.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, bsut@bsut.by  
Научный руководитель – Невзорова А. Б., д.т.н, профессор

*Pipelines wear out during operation due to mechanical (mainly erosive), thermal and corrosive effects. Trends in recent years indicate that the utilities of cities in various countries are increasingly paying attention to the use of promising trenchless technologies (rehabilitation) and the construction of drainage networks, which is an alternative to the open method of redesigning pipelines.*

Поддержание высокой работоспособности систем водоотведения (т. е. своевременное и эффективное техническое обслуживание, ремонт и реконструкция трубопроводов и оборудования) остается для городских коммунальных служб приоритетным [1].

Актуальность данной работы объясняется тем, что эвентуальность катастрофического износа сетей водоотведения с каждым годом возрастает. На настоящий момент трубопроводы изношены на 50 — 70%. Утечки из трубопроводов приносят стране огромный экономический и экологический ущерб. Особенно большое количество аварий происходит в городах в результате утечек воды из изношенных коммуникаций — канализационных, тепловых и водопроводных сетей. Из разрушенных трубопроводов вода просачивается в грунт, повышается уровень грунтовых вод, возникают провалы и просадки грунта, что ведёт к затоплению фундаментов и в конечном счёте грозит обрушением зданий. Зарубежный опыт показывает, что эту проблему можно решить, если вместо стальных трубопроводов применять полиэтиленовые трубы, а прокладку новых и ремонт изношенных осуществлять не открытым, а бестраншейным способом [2].

Под бестраншейными технологиями понимаются технологии прокладки, замены, ремонта, инспекции и обнаружения дефектов в подземных коммуникациях различного назначения с минимальным вскрытием земной поверхности.

Санация – проведение пространственно ограниченных ремонтно-восстановительных работ на отдельных участках трубопроводов, включая сооружения и арматуру сети (колодцы, задвижки и т. д.). В результате санации участку трубопровода придается требуемая механическая прочность, полное восстановление структуры (отсутствие дефектов по длине труб и в местах стыковок)

и соблюдение проектной пропускной способности (установленных гидравлических параметров).

Под санацией трубопровода следует понимать ликвидацию дефектов:

- структурных (свищей, сквозных отверстий, микротрещин и других повреждений);
- вызванных некачественным монтажом труб при их укладке в траншеи (например, деформаций труб) [3].

Мониторинг состояния коллекторов проводят с использованием телеинспекции, которая выявляет степень износа и масштаб повреждения коллектора.

Пример изношенного канализационного трубопровода, находящегося в г. Гомеле и требующего проведения реконструкции, представлен на рисунке 1.



***Рисунок 1 – Разрушенный трубопровод сети водоотведения***

Бестраншейные технологии санации и прокладки трубопроводов, наряду с оперативностью и экономичностью, по сравнению с традиционными методами (проведения земляных работ с раскопкой траншеи, ремонтом или заменой трубопровода новым), позволяют сохранить высокое качество транспортируемых вод и не нарушать сложившуюся экологическую обстановку [4, 6].

Особого внимания заслуживает весьма интересный с практической и научной точки зрения вопрос оценки прогиба труб от грунта при бестраншейной и траншейной реконструкции трубопроводов. Несмотря на кажущееся сходство, статическая работа труб, уложенных по бестраншейной технологии, существенно отличается от работы труб, уложенных в траншею. Несущая способность объединенной системы «грунт-труба» намного выше, чем несущая способность недавно засыпанной и уплотненной траншеи.

Поврежденные трубопроводы подвергаются восстановлению путем нанесения на внутреннюю поверхность стенки трубопровода:

- сплошных набрызговых покрытий на основе цементно-песчаных растворов, а также эпоксидных смол;
- сплошных покрытий в виде гибких полимерных рукавов (оболочек, мембран, рубашек) или труб из различных материалов;
- сплошных покрытий из отдельных элементов на основе листовых материалов (гибкого полиэтилена или твердого стекло пластика);
- спиральных полимерных оболочек;
- точечных (местных) защитных покрытий [5].

Отличительной особенностью бестраншейного восстановления (санации) от бестраншейной прокладки является сохранение старого трубопровода в качестве основы конструкции.

Таким образом, для поддержания высокой работоспособности систем водоотведения нужно составить перспективный план мониторинга износа сети, вовремя проводить санацию трубопроводов, а также проводить эффективное техническое обслуживание.

#### **Список цитированных источников**

1. Вольфсон, В.А. Реконструкция сетей водоотведения / В.А. Вольфсон. – М. Стройиздат, 2006. – С. 77–103.
2. Левин, Е.В. Способ ремонта трубопроводов и технологический комплекс для его осуществления / Е.В. Левин. – М., 2015. – С. 113–121.
3. Новик, А.Н. Анализ изменения состава сточных вод на коррозионностойкость канализационных труб / А.Н. Новик –Магистерский вестник, 2018. – С. 96-103.
4. Храменков, С.В. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих систем / С.В. Храменков – М., 2013. – С. 256–267.
5. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев – М., АСВ, 2017. – С.141.
6. Новик, А. Н. Реконструкция городских сетей водоотведения с учетом современных технологий / А. Н. Новик // Инновации в технических и экономических системах : сборник тезисов докладов V Межд. науч.-практ. конф. магистрантов. В авторской редакции / Под ред. А.А. Ерофеева, А.Б. Невзоровой. – Гомель: БелГУТ, 2019. – С. 97.

УДК 502.65

### **ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПОИСКЕ, ОЦЕНКЕ И РАЗВЕДКЕ ЗОЛОТОНОСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАСЕЙНА Р. НАЛИМЬЯ)**

**Орлова О. С.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия, olli80@bk.ru

Научный руководитель – Ямских Г. Ю. доктор географических наук, профессор

*In article are presented materials about ways of the solution of problems of environmental protection are presented to article, developing gold deposits on the example of a river basin Nalimya. The scientific and practical actions allowing to reduce negative consequences of influence of events of gold deposits on the environment are offered.*

Развитие человеческого общества во все века было связано с использованием разнообразных ресурсов. Степень использования ресурсов определяется социально-экономическими потребностями общества. Однако только человеческое общество решает, как и в какой степени эти ресурсы будут использоваться и что останется грядущим поколениям [1]. Основные объемы нару-

шенных земель в бассейнах малых рек и загрязнение водных объектов приходится на горнодобывающую промышленность. Большая часть разведанных россыпных месторождений располагается в прирусловых поймах и непосредственно в руслах рек. Обработка месторождений открытым способом в поймах и руслах малых водотоков приводит к их деградации. По технологии работ возникает необходимость отводить русла рек от границ россыпей. Это отражается на гидрогеологическом, гидрологическом, гидрохимическом режимах водных объектов. В зависимости от типа горных машин, используемых для выемки и транспортирования золотосодержащих песков, различают дражный, гидромеханизированный, скреперно-бульдозерный и экскаваторный способы открытой разработки россыпей. При использовании такой технологии обработки месторождений образуется каскад отстойников или прудов. Их площадь обычно не превышает 1 км<sup>2</sup>, а средняя глубина изменяется от 5 до 10 м. В зависимости от гидрогеологических условий на месторождении каскад прудов будет оказывать регулирующее действие на сток малой реки независимо от того, что для промывки песков используется оборотное водоснабжение. Если уровни подземных вод располагаются у поверхности земли, то пруды будут выполнять аккумулялирующую роль и, наоборот, при расположении уровней подземных вод ниже дна прудов будет происходить фильтрационная отдача воды из них через дно и стенки. Такое регулирование подземного стока может резко отражаться на водности и качестве воды малых рек [2].

В районе проведения работ в бассейне р. Налимья деятельность предприятия включала горно-подготовительные работы, разработку открытым способом полезного ископаемого и вскрыши, переработку (промывку) золотосодержащих песков и проведение работ по рекультивации. Воздействие технологического оборудования, автотранспорта, бытовых теплогенераторов загрязняло атмосферный воздух, но загрязнение не было катастрофическим, поскольку не происходило залповых и аварийных выбросов. Хозбытовые сточные воды от бани, кухни собирались в септик, обустроенный в глинистых породах. Временные склады ГСМ, обвалованные глинистыми породами, стоянки буровых бригад располагались за пределами водоохраных зон бассейна реки. Шурфы проходились в пределах уточненных горных отводов при помощи экскаваторов. Все это не наносило существенного ущерба ландшафтам района разработки месторождения.

В целях контроля за экологическими последствиями при добычных работах осуществлялось систематическое наблюдение за состоянием гидротехнических сооружений (дамб, руслоотвода, нагорной канавы), за качеством технологической воды силами участкового ИТР (ежемесячный отбор проб вод по схеме согласованной со службой по контролю в сфере природопользования [3]).

На основе многолетних наблюдений и практической работы в указанном регионе предложен ряд научно-практических рекомендаций для горнодобывающих предприятий. Некоторые из них уже внедрены в хозяйственную деятельность.

1. Подъездные дороги к участкам россыпной добычи золота запроектированы и сданы в Гослесфонд с учетом требований, предъявляемых к противопожарным полосам.

2. При проведении рекультивации земель на отработанных участках русла водотоков оставлены в нагорной и руслоотводной канавах, что позволяет уменьшить вынос взвешенных наносов в эрозионные процессы на пойме.

3. При строительстве новых производственных баз в лесных массивах в проектах предусматривается сохранение крайних деревьев с наветренной стороны участков.

Проведение таких мероприятий [4] позволяет сэкономить средства на создание дополнительных противопожарных полос, рекультивацию земель и улучшить экологическую обстановку в регионе.

#### **Список цитированных источников**

1. Ясовеев, М.Г. Основы природопользования / Н.Л. Стреха, В.Н. Сосновский. – Минск 2008.

2. Коннов, В.И. Экологическая оценка и мероприятия по защите от загрязнения малых рек Восточного Забайкалья: научное издание / В.И. Коннов. - Чита: ЧитГУ, 2006. - 126 с.

3. Водясов, С.Ф. Геологическое изучение лицензионной площади (р. Налимья) на россыпное золото. Оценочные работы с подсчётом запасов на 01.01.2018 г.: отчет / В.Р. Баженов, О.С. Орлова/

4. Маслюков, Г.Е. Практические рекомендации по природопользованию на территории северных районов Восточного Забайкалья // Материалы 6-й Всероссийской научно-практической конференции «Кулагинские чтения». – Чита: ЧитГУ, 2006. – Т. 2. – С. 108-111.

УДК 628.196

### **МОДИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО УДАЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА**

**Пропольский Д. Э.**

Белорусский национальный технический университет, г. Минск,

Республика Беларусь bntu@bntu.by

Научный руководитель – Михневич Э. И., д.т.н., профессор

*This article is devoted to the study of modified activated carbon (AC) used in water purification as one of the most optimal filtering materials for water deferrization. To increase the catalytic properties of AC, the pellets were covered with iron oxide with the use of solution combustion synthesis method.*

В Республике Беларусь основным источником питьевого водоснабжения являются подземные воды. Данный источник водоснабжения характеризуется различными показателями качества воды, среди которых можно выделить повышенную концентрацию железа и марганца, повышенную минерализацию и высокий бактериологический индекс как наиболее актуальные показатели. Повышенная концентрация железа причиняет значительный вред здоровью человека, а также является причиной обрастания фитингов и сетей водоснабжения. Для Республики Беларусь допустимая концентрация ионов железа в питьевой воде составляет 0,3 мг/дм<sup>3</sup>.

Среди фильтрующих материалов можно выделить кварцевый песок, антрацит, гранитную крошку, керамзит и активированный уголь как наиболее распространённые в водоподготовке.

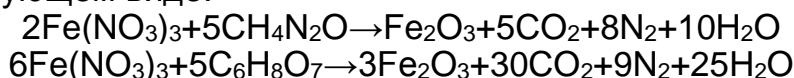
Для очистки обрабатываемой воды от различных веществ производят различного рода модификации исходного фильтрующего материала. Для обез-

железирования подземных вод используется модификация соединениями железа [1], марганца [1], меди [2].

Целью данного исследования является определение наиболее эффективной по отношению к обезжелезиванию воды дозы оксида железа на поверхности модифицированного активированного угля. Активированный уголь является доступным материалом и может изготавливаться из недорогих материалов или сельскохозяйственных отходов.

В данной работе проводили модификацию поверхности активированного угля оксидами железа с применением метода экзотермического горения в растворах [3]. Данный метод характеризуется простотой реализацией, коротким временем синтеза, низкими энергозатратами, хорошей масштабируемостью.

Для модификации поверхности активированного угля были приготовлены стехиометрические смеси нитрата железа в качестве окислителя и мочевины либо лимонной кислоты в качестве восстановителя. Уравнения реакции представлены в следующем виде:



Выбранные для исследования дозы нитрата железа 0,05 и 0,025 г  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  на 1 г активированного угля. Для получения растворов исходные реагенты были растворены в дистиллированной воде. Далее данные смеси были перелиты в термостойкие стаканы с активированным углём. Для выпаривания воды стаканы с раствором и углём были помещены на электрическую плитку. Модификация активированного угля производилась в муфельной печи при температуре 600 оС до окончания протекания экзотермической реакции. После модификации активированный уголь приобретал тёмно-красную или тёмно-коричневую окраску.

Согласно результатам EDX анализа образцы с дозой нитрата железа 0,025 грамма на 1 грамм загрузки при использовании различных восстановителей существенных отличий друг с другом не имеют. Однако при дозе нитрата железа 0,05 г на 1 г загрузки для образца, приготовленного с использованием мочевины, содержание железа на поверхности модифицированного угля в 2 раза выше, чем для образца с лимонной кислотой. Помимо железа на поверхности исходного и модифицированных углей присутствует незначительное количество кальция, алюминия, кремния.

Результаты SEM анализа поверхности модифицированных материалов показало наличие агрегатов оксидов железа с размерами до 20 мкм. Рентгенофазовым анализом установлено, что железо представлено преимущественно в форме магнетита.

Экспериментальные испытания образцов исходного и модифицированных материалов проводились на существующей станции обезжелезивания. Оценка эффективности обезжелезивания воды проводилась на основании остаточного содержания железа общего в фильтрате. Согласно результатам эксперимента, эффективность модифицированных материалов по отношению к исходному активированному углю в первых порциях фильтрата была выше в 3 раза.

Анализ полученных данных показал высокую эффективность модифицированных образцов при обезжелезивании подземных вод уже в первых порциях фильтрата, т. е. отпадает необходимость в так называемой стадии «зарядки» загрузки. Установлено, что наиболее эффективным восстановителем в реакции синтеза является мочевина.

### Список цитированных источников

1. Romanovskii, V. I. Modified anthracites for deironing of underground water // Journal of Water Chemistry and Technology / A. A. Khort. – 2017. – Т. 39. – №. 5. – С. 299–304.
2. Xuwen H. E. Treatment of mine water high in Fe and Mn by modified manganese sand // Mining Science and Technology (China) / Y. Huimin, H. E. Yong. – 2010. – Т. 20. – №. 4. – С. 571–575.
3. Романовский, В.И. Получение каталитических материалов для водоподготовки и очистки сточных вод из отходов станций обезжелезивания / В.И. Романовский, Д.М. Куличик, П.А. Клебеко, Е.В. Крышилович // Вода magazine. – 2017. – №6(118). – С. 12–15.

УДК 691.4(476.2)

## РОЛЬ ФОНТАНА В ГОРОДСКОМ ЗВУКОВОМ ЛАНДШАФТЕ ГОРОДА

**Пульянова А. А.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, bsut@bsut.by  
Научный руководитель – Невзорова А. Б., д.т.н, профессор

*Fountains have a positive effect on human hearing, creating a favorable sensory environment in the city, close to the indicators of the natural sensory environment. In addition, fountains reduce the amount of dust in the air and increase its ionization and humidity. Fountains contribute to the psychophysical health of citizens.*

Звуковой ландшафт — это система звуковых элементов, которая возникает в окружающей среде. Она может сочетать в себе как природные звуки, так и воспроизводимые людьми и технологиями, являясь частью культурного ландшафта, выраженного в звуке.

Исследования звука как отдельная научная дисциплина родились более полувека назад. В 1967 году канадский композитор, писатель, эколог, преподаватель Университета Саймона Фрейзера (Ванкувер) Рэймонд Мюррей Шейфер издал учебное пособие (Schafer R.M. Ear Cleaning. Notes for an Experimental Music Course), в котором призывал свою аудиторию слушать музыку города: его голоса, шумы, пульс, интонацию и пр.

Звуки оказывают на человека огромное физическое, когнитивное и эмоциональное воздействие. Длительный громкий шум приводит к выбросу гормонов стресса, а иногда к долгосрочным повреждениям – не только слуха, но и здоровья. Приятные звуки комфортного уровня громкости расслабляют, улучшают настроение и усиливают концентрацию внимания.

Звуки, подобные шуму воды, приятны для человеческого слуха, потому что у них невысокая частота, они не резкие и не слишком громкие.

С психологической точки зрения звук воды означает жизнь.

Когнитивный нейробиолог и специалист в области влияния музыки на головной мозг человека Петр Джаната из Центра разума и мозга Калифорнийского университета высказал идею, что низкая частота звука воды в сочетании с его ритмической природой аналогичны частоте и ритму человеческого дыхания. Звук воды вызывает некоторые из медитативных ощущений, помогает засыпать и избавляет от тревожности.



В соответствии с Европейской директивой по экологическому шуму (2002/49 / ЕС, 25 июня 2002 г.), акустические проблемы в городском планировании в основном рассматриваются с точки зрения громкости. Тем не менее, тембр городских источников звука, включая их спектральные особенности, но не только, может влиять на нашу повседневную жизнь из-за слуховых предпочтений. Социальные исследования идентифицируют звук воды как один из самых приятных звуков для людей, а лабораторные эксперименты показывают, что тестеры предпочитают мягкие типы звуков воды с низкими частотами и низкими скоростями потока, такими как естественный поток и фонтан.

В исследовании изучается влияние звука на городскую среду. В исследуемом районе предлагается проект установки фонтана для улучшения климатических условий, а также повышения психологического и эмоционального состояния людей. Для повышения точности определения наиболее подходящего местоположения фонтана, где наблюдается наибольшее скопление людей, использована система GPS.

В настоящее время, в условиях застройки, человек лишен природных звуков, запахов и пейзажей, замещенных здесь негативными искусственными сенсорными воздействиями. По мнению ряда исследователей, это приводит к нарушениям в работе органов зрения и слуха, к повышенной тревожности, раздражительности, вспыльчивости, к немотивированной агрессии, к увеличению числа психических заболеваний. Улучшению психофизического состояния горожан способствует создание экологичной, визуальной, звуковой и запаховой сред города. Этому может помочь сооружение фонтанов, так как именно вода оказывает свое положительное воздействие практически на все органы чувств человека. Люди инстинктивно ощущают полезность для себя и своего здоровья благоприятной природной сенсорной среды, которую они обретают возле природных водоемов.

В городской среде фонтаны являются искусственным элементом природы. Они радуют нас прохладой, игрой своих хрустальных струй, блеском солнца в каждой капле воды, журчанием и плеском, ощущением свежести и чистоты. Этим фонтаны благотворно влияют на душевный настрой человека, обеспечивая психологическое здоровье горожан. Фонтаны, наконец, снижают количество содержащейся в воздухе пыли, повышают влажность и ионизацию воздуха, поддерживая микроклимат близлежащих территорий, предотвращая возникновения целого ряда заболеваний органов дыхания. Фонтаны, таким образом, являются важной частью мер по созданию комфортной, экологически безопасной городской среды обитания человека. Город, сенсорная среда которой приближена к природной, оказывает умиротворяющее действие на жителей, снижая случаи стрессов, агрессии, психических заболеваний.

#### **Список цитированных источников**

1. Тетиор, А.Н. Городская экология / А.Н. Тетиор – М., Академия, 2006. – С. 119–120.
2. Николс, У. Ближе к воде / У. Николс // Тишина и грохот. – М., 2015. – С. 210–213.
3. Веларди, Л. На тембре в городских саундскейпах: роль фонтанов / Л. Веларди, Ж. П. Херман, Р. д'Аутилия // Журнал Акустического Общества Америки. – 2017. – С.141.
4. Пулянова, А.А. Проектирование фонтана в городской среде с использованием ГИС-технологий и программы ArchiCAD / А.А. Пулянова // Магистерский вестник. – 2018. – Ч.2. – С.112–118.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО СТОКА В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО СЕЗОНА НА СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ

**Романов И. А.**

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь, solder748@gmail.com

Научный руководитель – Лихацевич А. П., чл.-кор. НАН РБ, доктор технических наук, профессор

*The article discusses patterns of distribution of deep percolation runoff during a vegetation period. The most probable patterns occur at the beginning of the vegetation season. Long-term calculations of the water balance in soil also show that a runoff caused by precipitation predominates over a runoff caused by irrigation.*

В условиях неустойчивого естественного влагообеспечения периодически возникают периоды как с избытком, так и с дефицитом почвенной влаги. Избыток влаги приводит к увеличению влагозапасов почвы сверх наименьшей влагоемкости почвы и появлению внутрипочвенного стока. В результате внутрипочвенного стока часть гравитационной воды фильтруется ниже корнеобитаемой зоны и становится недоступной для растений [1]. Этот эффект усугубляется в условиях орошаемого земледелия, когда после поливов выпадают обильные осадки.

Распределение внутрипочвенного стока в течение вегетационного периода дает возможность определения декад с повышенной влажностью почвы и позволит более эффективно планировать регулирование влагозапасов, с целью уменьшения непродуктивных затрат оросительной воды.

Для решения поставленной задачи выполним моделирование водного баланса суглинистой почвы за период 1980-2016 гг. Для расчетов использованы данные метеостанции Минск по атмосферным осадкам и максимальной температуре воздуха. Началом расчета для каждого года исследования принято 21 апреля, конец расчета – 30 сентября. Культура – многолетние травы. Шаг расчета – одни сутки, влажность на начало расчета равна наименьшей влагоемкости почвы и составляет 180 мм для слоя 0-50 см.

Расчеты выполнены в двух вариантах: первый вариант – с естественным увлажнением, второй – с орошением нормой 30 мм, при снижении влажности почвы до 70% от наименьшей влагоемкости почвы.

Расчет водного баланса выполнен по стандартной формуле (1)

$$W_k = W_H + (P + m) - (\varphi E + C), \quad (1)$$

где  $W_k$  – влагозапасы на начало суток;  $W_H$  – влагозапасы на конец суток,  $P$  – атмосферные осадки;  $m$  – норма полива;  $\varphi$  – поправка на увлажненность почвы,  $E$  – водопотребление многолетних трав,  $C$  – внутрипочвенный сток;

Водопотребление определялось по формуле (2)

$$E = 0,1K_{почв} \cdot K_{tm} \cdot \sum t_m, \quad (2)$$

где  $E$  – водопотребление культуры;  $K_{почв}$  – поправка на теплофизические свойства почвы, для суглинков 0,94;  $K_{tm}$  – биотермический коэффициент для многолетних трав [2];  $\sum t_m$  – сумма максимальных суточных температур воздуха за расчетные сутки и за 9 суток до даты расчета.

Поправка на увлажненность почвы определялась по формуле А. П. Лихачевича [2].

$$\varphi = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{W_{нб}}{W_n} - 1 \right)^2 \right], \quad (3)$$

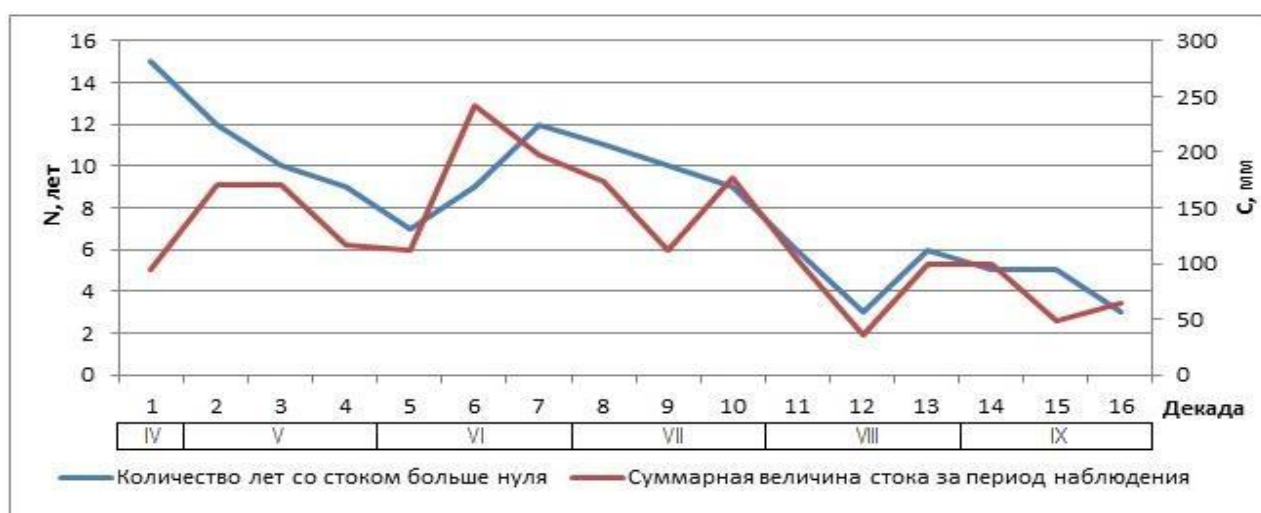
где  $W_{нб}$  – наименьшая влагоемкость почвы;  $W_n$  – влагозапасы в расчетном слое почвы на начало суток;

Внутрипочвенный сток рассчитывался по формуле, предложенной нами [2].

$$C = (W_n - E_m - W_{нв}) \left( \frac{t}{T} \right)^a + P \left( \frac{t}{T} \right)^b, \quad (4)$$

где  $C$  – сток за расчетный интервал, мм;  $t$  – период расчета (одни сутки);  $T$  – время полного стекания гравитационной влаги (для легкосуглинистой почвы составляет четверо суток);  $a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты, зависящие от типа почв, для суглинистых равны 0,5 и 2,0 соответственно.

Полученные результаты расчета по первому варианту с естественным увлажнением представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Распределение внутрипочвенного стока по декадам за 1980-2016 гг. при естественном увлажнении**

Как видно из рисунка 1, в начале вегетации сток наблюдается чаще всего в 15 годах из 37 расчетных. Величина стока при этом небольшая. В первой половине

мая вероятность стока снижается, однако растет его величина. На конец мая и начало июня вероятность стока и его величина также уменьшаются, но резко возрастают к середине июня – началу июля. Минимальное значение стока и число наблюдаемых лет со стоком наблюдается в августе месяце. Рассмотрим распределение внутрипочвенного стока вызванного только орошением, рисунок 2.



**Рисунок 2 – Распределение внутрипочвенного стока по декадам за 1980-2016 гг., вызванного орошением**

Анализ рисунка 2 показывает, что орошение увеличивает как частоту возникновения стока, так и слой стока. Чаще всего это проявляется в конце июня и июля. Однако сравнение рисунка 1 и рисунка 2 показывает, что основная часть внутрипочвенного стока вызвана естественным увлажнением, что характерно для промывного водного режима и обуславливает необходимость точного учета стока в расчетах водного баланса почвы.

Таким образом, анализ распределения внутрипочвенного стока по декадам вегетации указывает, что частота возникновения стока при естественном увлажнении наиболее вероятна в начале вегетации, когда влагозапасы почвы находятся на высоком уровне после зимнего периода. Многолетний расчет водного баланса почвы также показывает преобладание стока вызванного атмосферными осадками, над стоком, вызванным орошением.

#### **Список цитированных источников**

1. Внутрипочвенный влагообмен, водопотребление и водообеспеченность многолетних культурных травостоев: монография / Н. А. Муромцев [и др.]. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – 300 с.

2. Усовершенствованный алгоритм управления орошением в производственных условиях / А. П. Лихацевич, Г.В. Латушкина, И.А. Романов, С.В. Набздоров // Мелиорация. Современные методики, инновации и опыт практического применения: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 19–20 октября 2017 г.) / Национальная академия наук Беларуси, Институт мелиорации; ред.: Н. К. Вахонин [и др.]. – Минск, 2017. – С. 30 – 40.

## **ОРОШЕНИЕ СОПУТСТВУЮЩИХ КУЛЬТУР РИСОВОГО СЕВООБОРОТА НА ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЛЯХ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

**Рычко Д. М.**

Национальный университет водного хозяйства и природопользования (НУВХП),  
г. Ровно, Украина, d.m.synchaievych@nuwm.edu.ua  
Научный руководитель – Рокочинский А. Н., д.т.н., профессор

*In the article was substantiated the necessity of improvement technology of irrigation of accompanying crops in the rice crop rotation. Proposed technology of their irrigation based on the application of improved surface flooding irrigation, which are traditional for the rice systems. The modern weather and climatic conditions and their changes for the perspective were taken into account.*

Современное развитие оросительных мелиораций, в частности в зоне рисосеяния, должно основываться на разработке новых и прогрессивных технологий водорегулирования с учетом природно-агро-мелиоративных условий конкретного объекта для улучшения общего эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель, экономии водных и энергетических ресурсов, как при выращивании риса, так и сопутствующих культур. Поэтому, представляет интерес усовершенствование техники полива и режима орошения сопутствующих рису культур в условиях планового водопользования на рисовых системах.

Рисовые оросительные системы (РОС) Украины, в том числе и Придунайские РОС Одесской области, расположенные в пойме р. Дунай, существенно отличаются от традиционных мелиоративных объектов зоны орошения, прежде всего, необходимостью создания и поддержания промывного водного режима засоленных почв, как обязательного условия их эффективного функционирования. Это связано с наличием засоленных почв и сложными гидрогеологическими условиями зоны рисосеяния Украины [1, 2].

Рисовые севообороты, особенно на системах, созданных на ранее засоленных почвах, существенно отличаются по условиям их формирования и должны соответствовать следующим условиям. Во-первых, процент содержания риса в севообороте должен составлять 50...60%, а выращивание культуры риса на одном поле не должно превышать 3-х лет подряд. При невыполнении этого условия возникает заболачивание земель, что провоцирует интенсивное развитие болотных сорняков. Во-вторых, при выращивании сопутствующих культур более 3-х лет на одном поле возникает угроза вторичного засоления почв [1,3].

Поэтому эффективное использование орошаемых земель рисовых систем определяется необходимостью достижения промывного водного режима на орошаемых землях, что обеспечивается путем поверхностного затопления рисовых чеков при соответствующих объемах водоподдачи и водоотведения [4]. Это, в свою очередь, требует научно обоснованной технологии орошения сопутствующих культур рисового севооборота в современных и перспективных, с учетом климатических изменений, условиях функционирования РОС.

В связи с этим нами предложена новая технология полива, которая направлена на поддержание благоприятного эколого-мелиоративного состояния орошаемых засоленных земель в соответствии с современными эколого-

экономическими требованиями, что обеспечит улучшение условий роста и повышение продуктивности сопутствующих культур рисового севооборота [5,6].

Данная технология орошения сопутствующих культур заключается в создании слоя воды на поверхности чека или карты поливной нормой, соответствующей изменчивой водопотребности выращиваемой культуры. Полив осуществляют циклично в ночное время суток с помощью водовыпусков, оборудованных соответствующими гидроавтоматами [6]. Гидроавтоматы обеспечивают подачу расчетного расхода воды на создание слоя мощностью 2...4 см, поливными нормами 200...400 м<sup>3</sup>/га, величина которых изменяется в соответствии с динамикой суммарного испарения и выпадения осадков в течение периода вегетации и суточной водопотребности культур, благодаря чему не возникает угрозы их подтопления и вымокания.

При суточной водопотребности культуры 5...7 мм, оросительная норма составляет 4...6 тыс. м<sup>3</sup>/га. Согласно определенной фазы развития растений поливная норма увеличивается, а затем постепенно уменьшается. При этом, величина поливной нормы предусматривает необходимость увеличения влажности почвы при создании слоя воды мощностью 2...4 см, благодаря чему не возникает угрозы подтопления и вымокания выращиваемых культур рисового севооборота, что, в свою очередь, положительно влияет на их рост и развитие. Величина поливной нормы за один цикл контролируется водовыпусками, оборудованными гидроавтоматами, которые обеспечивают подачу расчетного расхода воды с оросительного канала рисовой системы в ночное время суток. То есть вода попадает в активный корнеобитаемый слой почвы за один ночной полив и расходуется за светлое время суток после полива.

Технология орошения сопутствующих культур рисового севооборота соответствует требованиям выращиваемых сельскохозяйственных культур и условиям орошения: климатическим, почвенным, гидрогеологическим, гидрологическим и тому подобное. При поливе в ночное время суток происходит наиболее эффективное использование оросительной воды как выращиваемой культурой, так и почвой.

Для проверки эффективности применения усовершенствованной технологии орошения сопутствующих культур рисового севооборота на основе полива затоплением нами были проведены научные исследования, которые включали в себя:

1) анализ и обобщение результатов применения орошения дождеванием и поверхностного полива затоплением в производственных условиях функционирования Придунайских РОС за период 1969 - 2018 гг.;

2) лабораторные исследования усовершенствованной технологии орошения многолетних трав (люцерны 1-го и 2-го года) поливом затопления в учебной лаборатории кафедры водной инженерии и водных технологий НУВХП в 2017 – 2018 гг. в условиях, приближенных к условиям Придунайских РОС;

3) машинный эксперимент по исследованию эффективности различных технологий водорегулирования (1 - без орошения, 2 - орошения дождеванием, 3 - усовершенствованная технология полива затоплением) при выращивании сопутствующих культур (многолетние травы, озимые зерновые, овощные, кукуруза и эфирно-масличные) по расчетным периодам вегетации различной тепло- и влагообеспеченности (1 - очень влажный,  $p = 10\%$ , 2 - влажный,  $p = 30\%$ , 3 - средний,  $p = 50\%$ ; 4 - сухой,  $p = 70\%$ , 5 - очень сухой  $p = 90\%$ ) на Придунайских РОС, основанный на использовании комплекса прогноз-имитационных моделей, разработанных в научно-исследовательской лаборатории «Оптимизация и автоматизация управления в водной инженерии и водных технологиях» при кафедре водной инженерии и водных технологий

НУВХП, применение которых регламентировано соответствующими отраслевыми нормативами Госводагентства Украины.

Полученные результаты относительно созданного водного и солевого режимов супесчано-суглинистых по гранулометрическому составу засоленных почв, урожая выращиваемых сельскохозяйственных культур, технологической, экономической и экологической эффективности исследуемых технологий водорегулирования являются достоверными и репрезентативными по условиям проведенных исследований.

Установлено, что предложенная усовершенствованная технология орошения сопутствующих культур рисового севооборота путем поверхностного полива затоплением является эффективной и инвестиционно привлекательной для ее применения на Придунайских РОС как в современных погодно-климатических условиях, так и на отдаленную перспективу с учетом их изменений.

### **Список цитированных источников**

1. Підвищення ефективності функціонування Придунайських рисових зрошувальних систем: науково-методичні рекомендації / В.А. Сташук, А.М. Рокочинський, В.О. Турченко [та ін.]. – Одеса-Рівне: НУВГП, 2018. – 107 с.

2. Підвищення ефективності рисових зрошувальних систем України: науково-методичні рекомендації. – Херсон – Рівне, 2011. – 104 с.

3. Рис в Україні: [колективна монографія] / за ред. д.т.н., професора, член-кор. НААНУ В.А. Сташука, д.т.н., професора А.М. Рокочинського, д.е.н., професора Л.М. Грановської. – Херсон: Гринь Д.С., 2014. – 976 с.

4. Рис Придунав'я: [колективна монографія] / за ред. В.А. Сташука, А.М. Рокочинського, П.І. Мендуся, В.О. Турченюка. – Херсон: Гринь Д.С., 2016. – 619 с.

5. Патент 124515 Україна, МПК (2018.01) E02B 11/00. Гідро регулятор для рисових систем / А.М. Рокочинський, С.В. Матус, Д.М. Сингаєвич, П.І. Мендусь, В.О. Турченко; власник НУВГП. – № 2017 11288; заявл. 20.11.2017; опублік. 10.04.2018, Бюл. № 7.

6. Патент 124515 Україна, МПК (2018.01) E02B 11/00. Гідро регулятор для рисових систем / А.М. Рокочинський, С.В. Матус, Д.М. Сингаєвич, П.І. Мендусь, В.О. Турченко; власник НУВГП. – № 2017 11288; заявл. 20.11.2017; опублік. 10.04.2018, Бюл. № 7.

УДК 621.694.2

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЭЛЕВАТОРОВ С ЗАКРУТКОЙ ВСАСЫВАЕМОГО ПОТОКА ПРИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ И МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Сейтасанов И. С., Альжанова К. А., Абдрешов Ш. А.**

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

*Use whirlwigg effect (tangential) supply soaked up passive flow renders the essential influence upon hydraulic parameters egector called on studies have shown that:*

*- A Coefficient of efficiency egector with tangential supply soaked up liquids vastly (on 10,8%) exceeds the coefficient of efficiency snright egector .*

*- A Coefficient of efficiency egector with snright egector by supply has a maximum at factor egection  $q = 0,44$*

Закрутка потока и его влияние на характер течения хорошо известны и изучаются на протяжении многих лет. Когда эффект закрутки оказывается полезным конструктор старается создать закрутку, наиболее подходящую для решения его задач, если же подобные эффекты нежелательны, конструктор предпринимает усилия для регулирования или устранения закрутки.

Закрученные течения являются результатом сообщения потоку спиралевидного движения путем тангенциальной (спиралевидной) подачи в камеру закрутки с формированием окружной компоненты скорости (называемой также тангенциальной компонентой скорости).

В настоящее время одной из главных задач интенсификации народного хозяйства является разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий, а также высокоэффективных прогрессивных устройств, всесторонне отвечающих современным требованиям практики при гидротехническом и мелиоративном строительстве. Одним из прогрессивных устройств являются струйные насосы – гидроэлеваторы.

Гидроэлеватором называется струйный аппарат, в котором происходит смешение и обмен энергией двух потоков жидкостей разных давлений с образованием смешанного потока с промежуточным давлением.

Подаваемая под высоким давлением в аппарат среда называется рабочей или активной средой, а всасываемая называется пассивной средой.

Гидроэлеваторы успешно используются при гидромеханизации мелиоративных работ: для очистки каналов; вскрытия толщи земли; транспорта наносов, двухфазных жидкостей; понижения уровня грунтовых вод; очистки шахтных колодцев, скважин, водоемов от наносов; гидротранспорта наносов и т.д.

Как показывает многолетний опыт эксплуатации эжекторных устройств, на практике эффективная их работа зависит от многих факторов, в том числе и от того, как подводится водогрунтовая среда к всасывающему патрубку. С целью исследования и сравнения функциональных возможностей были изготовлены и смонтированы на экспериментальном стенде две конструкции струйных насосов, принципиальным отличием которых является то, что в первой конструкции пассивный всасываемый поток подводится в приемную камеру обычным способом – прямоточно, а во втором случае – с закруткой, через тангенциальный подвод.

Экспериментальные исследования показали, что закрутка оказывает крупномасштабное влияние на поле течения; на расширение струи, процессы подмешивания и затухания скорости в струе. На все эти характеристики влияет интенсивность закрутки потока.

Исследования позволили выявить, что достигаемый положительный эффект в конструкции с вихревым подводом всасываемой жидкости значительно больше, чем для конструкции с обычным прямоточным подводом, на основании чего можно полагать о предпочтительности применения данной конструкции в случаях, когда требуется увеличить подачу струйного насоса.

Вихревой тангенциальный подвод всасываемого пассивного потока оказывает существенное влияние на гидравлические параметры струйного насоса (гидроэлеватора).

Анализ зависимостей коэффициента эжекции от скорости из активного сопла показывает, что коэффициент эжекции гидроэлеватора с вихревым подводом ( $q_1 = 0,76$ ) значительно превосходит значение коэффициента эжекции гидроэлеватора с прямоточным подводом ( $q_2 = 0,56$ ) при одинаковых исходных гидравлических параметрах.



Рассмотрение зависимости  $q = f(Re_e)$  показало, что существует критическое значение числом Рейнольдса  $Re_{кр} = 1,2 \times 10^5$ , выше которого увеличение коэффициента эжекции не происходит, т. е. существует автономная зона.

Полагая, что коэффициент эжекции зависит от интенсивности передачи энергии активного потока пассивному, заключили, что чем больше активный поток передаст кинетическую энергию пассивному, чем эффективнее используется поверхность активной струи, которая является рабочей, тем больше значение коэффициента эжекции.

По всасывающему действию поверхность активной струи подобна поверхностям рабочих органов других насосов – торцевой поверхности поршня, подсосывающим сторонам лопастей центробежного насоса и т. д.

Экспериментальные данные показали, что закрутка всасываемого потока оказывает сильное влияние на рабочие характеристики гидроэлеватора.

При увеличении степени закрутки увеличивается интенсивность смешения потока, возникают большие градиенты давления в радиальном и осевом направлениях, что приводит к увеличению коэффициента эжекции.

Интенсивность закрутки характеризуется параметром закрутки, представляющим собой безразмерное отношение осевой компоненты потока момента количества движения к произведению осевой компоненты потока количества движения и эквивалентного радиуса сопла.

Параметр закрутки также может быть представлен в виде

$$S = \frac{G/2}{1 - (G/2)^2},$$

где  $G = U_w/U_0$  - отношение окружной компоненты скорости к осевой.

Кривая зависимости  $q = f(S)$  плавно растет до критического значения  $S_{кр} = 0.20$ , после чего дальнейшее увеличение параметра закрутки не влияет на увеличение коэффициента эжекции.

Важнейшей характеристикой гидроэлеватора является также зависимость безразмерного перепада абсолютных гидростатических давлений от коэффициента эжекции

$$\frac{\Delta P_c}{\Delta P_p} = f(q).$$

Анализ экспериментальных данных показывает, что при одинаковых исходных гидравлических параметрах в обеих конструкциях гидроэлеваторов достигаемый перепад гидростатических давлений и коэффициент эжекции конструкции гидроэлеватора с тангенциальным подводом намного превышает такие же параметры гидроэлеватора с прямоточным подводом всасываемой среды.

Вышеизложенное позволяет заключить, что дальнейшее исследование гидроэлеватора с закруткой всасываемого потока представляет большой научный и практический интерес, а внедрение исследованной новой конструкции гидроэлеватора в производство принесет значительный экономический эффект.

#### **Список цитированных источников**

1. Струйный насос: Патент РФ № 2016260 F 04 F 5/02 / А.А. Абдураманов, И.С. Сейтасанов. – Оpubл. 15.07.94. – Бюлл. № 13.
2. Струйный насос: Патент РК № 4751 МКИ F 04 F 5/02 / А.А. Абдураманов, И.С. Сейтасанов. – Оpubл. 16.06.97. – Бюлл. № 2.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКОПА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Синькевич В. О.**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, Shibekal@mail.ru  
Научный руководитель – Шибека Л. А., к.х.н., доцент

*The article considers features of water consumption and sanitation in the Republic of Belarus. The characteristic of the osprey as a waste formed at enterprises of cardboard and paper production is presented. It is shown how to use the osprey in the processes of sewage treatment of heavy metal ions.*

Водные ресурсы являются одним из ценных и необходимых для обеспечения хозяйственной деятельности и жизнедеятельности человека ресурсов на планете. Согласно [1] в 2017 году в Республике Беларусь было добыто 1 396 млн м<sup>3</sup> воды. Основное количество (58%) было изъято из подземных водных источников. В процессе водопотребления происходит загрязнение воды. В 2017 году сброс сточных вод составил 1 170 млн м<sup>3</sup>, из которых более 90% было отведено в поверхностные водные объекты. Со сточными водами в водные объекты были сброшены органические и минеральные соединения, находящиеся в растворенном и взвешенном состоянии. Среди загрязняющих веществ значительную опасность для живых организмов представляют тяжелые металлы. Согласно [1] в 2017 году в поверхностные водные объекты Республики Беларусь со сточными водами поступило 267 т железа общего, 29 т цинка, 4 т никеля, 4 т меди, 3 т хрома общего, 0,5 т свинца.

Цель работы – оценка возможности использования скопа в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Скоп – это отход, образующийся в процессе очистки сточных вод предприятий по производству бумаги и картона. Согласно классификатору отходов Республики Беларусь [2], скоп (код 1841000) относится к группе VII «Отходы целлюлозы, бумаги, картона» и имеет 4 класс опасности. Ежегодное [3] образование влажного скопа в Республике Беларусь может превышать 90 000 т. В связи с высокой влажностью (около 65%) и особенностями химического состава, в настоящее время скоп практически не используется и подлежит хранению на территории промышленных объектов или захоронению на полигонах.

В работе использовали скоп, образовавшийся на одном из предприятий по производству картонно-бумажной продукции Республики Беларусь, высушенный при температуре 140 °С. Содержание скопа в пробе составляло 2 г/дм<sup>3</sup>.

Исследование проводили на модельных растворах сточных вод, содержащих ионы меди, никеля или цинка в диапазоне концентраций 0,2-5 г/дм<sup>3</sup>. Концентрацию ионов металлов определяли титриметрическим методом [4].

Эффективность очистки сточных вод оценивали по величине поглощения ионов тяжелых металлов единицей массы скопа при 2-часовом взаимодействии фаз с последующим расчетом коэффициента извлечения (в мг/г). Полученные результаты представлены в таблице 1.

Из представленных результатов видно, что с возрастанием начальной концентрации ионов металлов в растворе наблюдается увеличение степени извлечения металлов, достигая максимальных значений в диапазоне 3-4,5 г/дм<sup>3</sup>. Присутствие в составе высушенных образцов скопа значительной доли

волоконистой составляющей позволяет говорить о существенном вкладе физической сорбции ионов металлов из раствора. Однако следует отметить возможность протекания реакции ионного обмена с катионами, присутствующими в скопе. В отношении ионов меди последний механизм, вероятно, является преобладающим, поскольку наибольшая способность извлекать ионы тяжелых металлов скопом наблюдается в отношении ионов меди, наихудшая – в отношении ионов цинка.

**Таблица 1 – Коэффициенты извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод скопом**

Начальная концентрация ионов тяжелых металлов в растворе, г/дм <sup>3</sup>	Коэффициенты извлечения , мг/г		
	никель	медь	цинк
0,2	7,7	2,2	3,6
0,5	12,5	9,3	9,9
1,0	30,9	2,1	19,2
2,0	29,2	11,4	29,7
3,0	31,7	156,0	33,0
4,0	72,6	201,1	31,2
4,5	71,0	202,8	30,9
5,0	68,6	200,8	32,0

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования скопа в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Однако следует отметить необходимость создания систем обезвреживания скопа, загрязненного тяжелыми металлами, поскольку данный вид сорбционного материала не подлежит регенерации.

В качестве способов обращения с загрязненным скопом можно предложить его сжигание с последующим извлечением металлов из зольного остатка или использование загрязненного скопа в качестве добавки при биокомпостировании органических отходов, образующихся в сельском хозяйстве. В последнем случае присутствующие в составе скопа металлы могут рассматриваться как микроэлементы, необходимые для нормального роста и развития растений. Вместе с тем реализация предложенных вариантов обращения с загрязненным скопом требует проведения дополнительных исследований, а также материальных и энергетических затрат.

#### **Список цитированных источников**

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2018. – 227 с.
2. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь №85 от 08.11.2007 г. (в ред. от 07.03.2012 г. №8) – 94 с.
3. Плышевский, С.В. Отходы скопа: состав, свойства и пути утилизации / А.Л. Ковш, Р.Я. Мельникова, А.В. Салита // Экология на предприятии. – № 4 (58).–2016 г. – С. 35-47.
4. Лихачева, А.В. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб.- метод. пособие для студ. / А.В. Лихачева, Л.А. Шибика. – Минск: БГТУ, 2011. – 204 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ДОННИКА БЕЛОГО В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОПАШНОЙ КУЛЬТУРЫ

**Талашова А. В.**

Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь,  
anita-helga@yandex.ru

Научный руководитель – Алехина Ю. В., к.с.-х.н., доцент

*The article provides information and experimental data on the quality indicators of potatoes under the influence of various types of fertilizers with application of irrigation. The data on the determination of starchiness of the medium-early potato varieties "Manifest" are presented. The experiment was conducted in the soil and climatic conditions of the northeastern part of the Republic of Belarus.*

Развитие сельского хозяйства имеет особое значение для достижения устойчивого развития страны. Исследования авторов по данной тематике показывают, что стоит уделять особое внимание сельскохозяйственной деятельности, которая довольно часто оказывает негативное влияние на экологическую систему [1].

Стоит отметить, что одним из факторов, негативно воздействующих на экологические системы, является применение удобрений, в основном минеральных, а также использование средств защиты растений.

Для территории Беларуси эти факторы имеют особое значение, поскольку земли сельскохозяйственного назначения занимают около трети площади страны.

В связи с этим в качестве одного из методов снижения воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду может стать развитие органического земледелия, которое в наибольшей степени отвечает принципам устойчивого развития.

Выращивание сидератов в севообороте может быть использовано в качестве способа по экологизации и биологизации ведения сельского хозяйства [2].

Сидераты способны положительно влиять на плодородие почвы, кроме того, эти культуры обладают фитосанитарными, почвоулучшающими и противоэрозионными свойствами [3,4].

В качестве проверки эффективности применения удобрений в нашем полевом опыте был использован картофель среднеранний сорта «Манифест».

Картофель является одной из основных культур сельскохозяйственного назначения, возделывая которую, можно придерживаться принципов биологизации [5]. Именно поэтому подбор новых более эффективных приемов адаптивно биологизированной технологии возделывания картофеля имеет не только теоретическое, но и практическое значение для науки и сельскохозяйственного производства [6].

Важным пищевым веществом, содержащимся в картофеле, является крахмал, который составляет примерно 70-80% сухой массы клубнеплода [7].

Для определения воздействия различных видов удобрений на плодородие почв нами был заложен двухфакторный полевой опыт на легкосуглинистых дерново-подзолистых почвах в 2017 году.

Опытный участок расположен на территории полей УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» УНЦ «Тушково-1». Опыт был заложен в четырехкратной повторности системой рендомизированных блоков. Площадь деланки составляла 50 м<sup>2</sup>, а площадь участка – 0,3 га.

Схема опыта была следующей:

Фактор А (Увлажнение):

-контроль (без орошения)

-орошение при снижении почвенной влажности до уровня 70% от НВ

Фактор В (Питание):

1 – минеральное питание;

2 – навоз + минеральное питание;

3 – однолетний сидерат + минеральное питание;

4 – двухлетний сидерат + минеральное питание.

Нами были проведены наблюдения за развитием картофеля на поле с участием сидератов и традиционных видов удобрений. В качестве сидерата применялся донник белый – многолетняя бобовая культура. Донник высевали под покров ячменя. После уборки покрова и учета его урожайности отросшую зеленую массу донника белого запахивали в почву с корнями (однолетний сидерат+минеральное питание) в конце вегетационного периода. Одновременно с этим на варианте «навоз + минеральное питание» был внесен и запахан навоз в дозе 25 т/га, что было эквивалентно запахке сидерата, исходя из количества запахиваемой зеленой массы и корней растения.

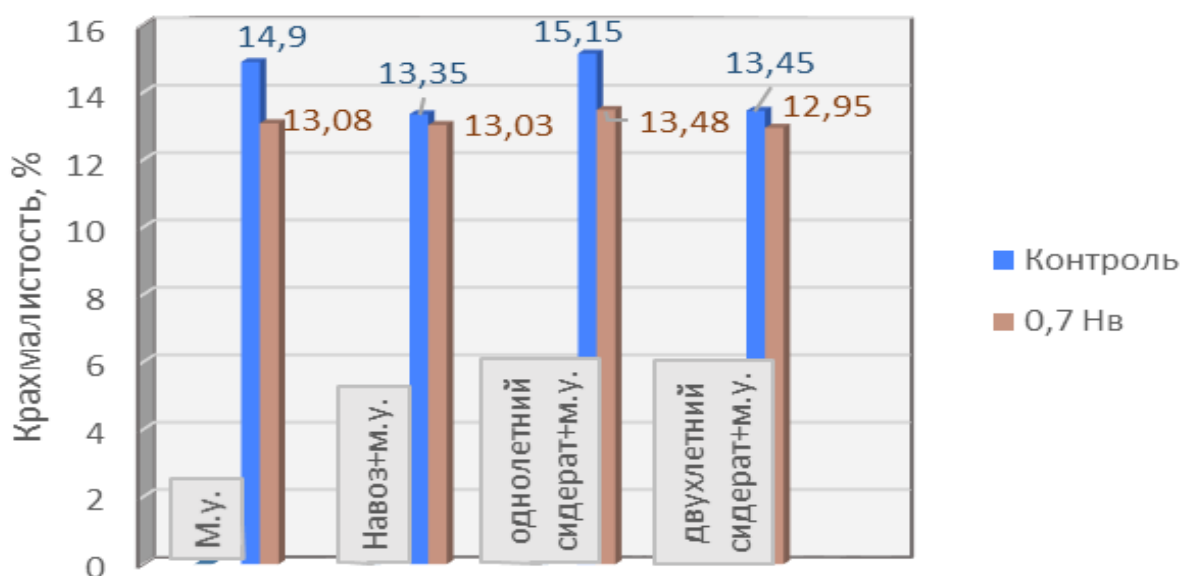
Весной 2018 года перед посадкой картофеля было выполнено запахивание варианта «двухлетний сидерат + минеральные удобрения».

Картофель возделывали на семенные цели по общепринятой технологии.

Уборка была произведена в сентябре 2018 года через неделю после удаления ботвы растений.

В ходе опыта нами было оценено действие различных видов удобрений на качественные показатели картофеля, в том числе и на крахмалистость. Установлено, что наибольшее содержание крахмала в клубнеплодах было выявлено в условиях без применения орошения. Содержание крахмала в клубнях по вариантам опыта было определено весовым методом (рисунок 1).

Установлено, что при применении орошения на всех вариантах питания крахмалистость была ниже, чем на аналогичных вариантах контроля. Так, орошение способствовало снижению крахмалистости на 1,83% на варианте «минеральные удобрения», на 0,32% на варианте «навоз + минеральные удобрения», на 1,68% на варианте «однолетний сидерат + минеральные удобрения» и на 0,5% на варианте «двухлетний сидерат + минеральные удобрения». Кроме того, стоит отметить, что данные разнятся по вариантам питания (фактор В). Выявлено, что самая высокая крахмалистость была на вариантах контроля при использовании минеральных удобрений (14,9%) и минеральных удобрений в комплексе с однолетним сидератом (15,15%). Крахмалистость других вариантов оказалась незначительно ниже максимальной: 13,35% – при внесении навоза и минеральных удобрений, а также 13,45 % – при применении двухлетнего сидерата с минеральным питанием.



Примечание: м.у. – минеральные удобрения;  $HCP_{05}^A=0,24$ ;  $HCP_{05}^B=0,34$ ;  $HCP_{05}^{AB}=0,48$

**Рисунок 1 – Зависимость крахмалистости клубней картофеля от режима орошения и варианта удобрений**

Таким образом, можно сделать вывод, что процентное содержание крахмала варьируется в зависимости и от фона увлажнения, и фона питания.

#### Список цитированных источников

1. Shcherbina, E. Transformation of Belarus and Russian agricultural settlement system in the new economic conditions (post-Soviet period) 5th International Scientific Conference «Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education» / E. Gorbenkova // MATEC Web of Conferences 86, 07002 (2016) DOI<http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20168607002>.

2. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы / Под ред. В.Г. Сычева - М.: ВНИИ агрохимии, 2012. -512 с.

3. Лошаков, В.Г. Сидерация как фактор биологизации и природоподобных технологий в земледелии //Биогеосистемные технологии. – 2015. – Т. 4. – №6. – С. 374 – 395 с.

4. Папсуева, А.В. Использование сидеральных культур как один из способов повышения плодородия мелиорированных земель / А.В. Папсуева. - 2017. – С. 99-101.

5. Довбан, К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии. – Минск: Белорусское земледелие, 2009. – 404 с.

6. Ториков, В.Е. Влияние различных технологий возделывания на урожайность и структуру урожая различных сортов картофеля / М.В. Котиков, А.В. Богомаз // Вестник Брянской ГСХА. – Брянск, 2008. – № 3. – С. 53-59.

7. Белоус, Н. М. Картофель: биология и технологии возделывания: монография/Н. М. Белоус, В. Е. Ториков, М. В. Котиков, А. В. Богомаз, О. А. Богомаз. – Брянск, 2010. – 111 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЛЕВОГО СОСТАВА РЕКИ МУХАВЕЦ

**Таратенкова М. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, taratenkava@mail.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article analyzes time series for five indicators of salt composition in the Mukhavets river (Brest), its mineralization and electrical conductivity. The theoretical assumption about the lognormal distribution of these indicators was confirmed and the distribution parameters were determined.*

**Введение.** Постоянное изменение качественного и количественного состава природных вод выявляет ряд вопросов, касающихся водоподготовки и очистки сточных вод. Рост загрязнения водоисточников приводит к возникновению сложностей на станциях водоподготовки и зачастую к увеличению затрат на подготовку воды надлежащего качества. В связи с этим важное место занимает процесс моделирования и прогнозирования изменения качества природных вод. Моделирование изменчивости солевого состава речных вод позволит получить прогноз, описывающий изменение показателей во времени.

Целью данной работы является моделирование солевого состава речной воды р. Мухавец.

### **Исходные данные и методы исследований**

Анализировались временные ряды по общей минерализации, кальций-иону, магний-иону, сульфат-иону, хлорид-иону, гидрокарбонат-иону. В качестве объекта исследования была выбрана р. Мухавец. При проведении исследований использовались данные Государственного водного кадастра Республики Беларусь за период с 2010 по 2017 гг.[1].

По данным исследования [2] была проверена статистическая гипотеза о том, что распределение вероятностей различных показателей качества воды подчиняются двухпараметрическому логнормальному закону с параметрами, зависящими от сезона. Вывод статистического распределения заключался в рассмотрении уравнения баланса примеси и воды:

$$\frac{dM}{dt} = KS - V, \frac{dW}{dt} = RP - Q, \quad (1)$$

где  $M, W$  – масса примеси и объем воды в масштабе всего водосбора;

$S, P$  – скорости поступления примеси и воды на водосборе;

$K, R$  – коэффициенты активности примеси и воды.

В дальнейшем данное уравнение было приведено к стохастическому уравнению для концентрации:

$$\frac{dX}{dt} = \lambda X + \sigma X \xi_t. \quad (2)$$

Далее выводится уравнение Фоккера-Планка для плотности вероятности, решение которого и дает закон распределения концентраций примеси:

$$p(x) = \frac{\alpha}{x\sqrt{\pi}} \exp[-(\alpha \ln x - \beta)^2], \quad (3)$$

$\alpha$  и  $\beta$  – введенные агрегированные параметры:

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{2\sigma^2 t_1}}, \beta = \alpha \ln(x_0 e^{\lambda t_1}). \quad (4)$$

Функция распределения плотности вероятности:

$$F(x) = \Phi(\alpha \ln x - \beta), \quad (5)$$

где  $\Phi$  – стандартное нормальное распределение;

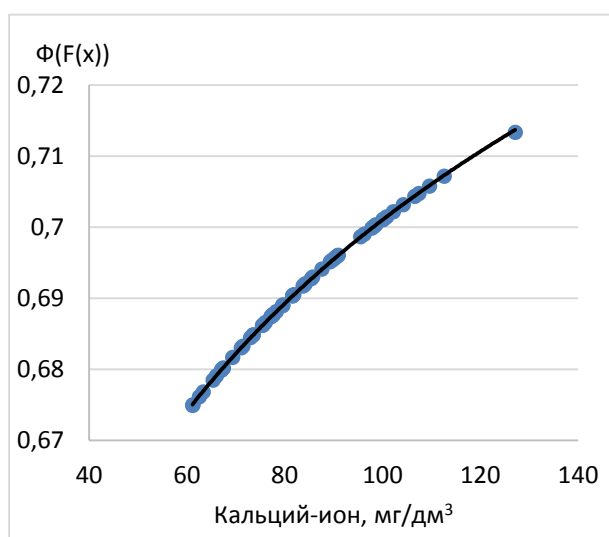
$x$  – концентрация рассматриваемого иона, мг/дм<sup>3</sup>.

Интервал изменения кальций-иона в створе р. Мухавец – г. Брест варьируется в пределах от 61,1 до 127,1 мг/дм<sup>3</sup>. Распределение кальций-иона подчиняется логнормальному закону (рис.1, а) с параметрами, представленными в таблице 1. Максимальные значения данного компонента приходятся на весенний период, а минимальные – на летний.

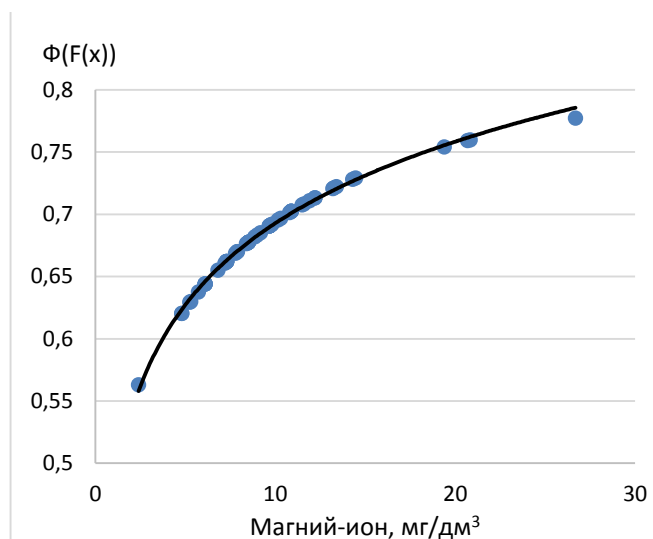
**Таблица 1 – Параметры логнормального распределения  $F(x) = \Phi(\alpha \ln x - \beta)$  для солевого состава природных вод**

Показатель	$\alpha$	$\beta$	$R^2$	Показатель	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,14	1,00	Сульфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,18	0,17	1,00
Кальций-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,16	1,00	Хлорид-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,25	0,33	0,99
Магний-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,27	0,11	0,99	Гидрокарбонат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,29	1,00
Электропроводность	0,11	0,15	1,00	-	-	-	-

а



б



**Рисунок 1 – Функция распределения кальций-иона (а) и магний-иона (б)**

Распределение магний-иона (рис.1, б) также подчинится логнормальному распределению. Интервал варьирования данного элемента составляет от 2,4 до 26,7 мг/л/дм<sup>3</sup>.

В таблице 1 также представлены значения параметров логнормального распределения для таких показателей, как хлорид-ион, сульфат-ион, гидрокарбонат-ион, минерализация и электропроводность.

**Выводы.** Анализ временных рядов для пяти показателей солевого состава речной воды, а также минерализации и электропроводности (р. Мухавец – г. Брест) подтвердил теоретические предположения о логнормальном распределении и позволили определить их параметры. В дальнейшем это может послужить обоснованием обеспеченности в практику нормирования параметров солевого состава.



### Список цитированных источников

1. Водные ресурсы, их использование и качество (за 2017 год): государственный водный кадастр. – Минск, 2018.
2. Долгоносков, Б.М. Сезонные изменения в распределении вероятностей показателей качества речной воды / К.А. Корчагин // Водные ресурсы. – 2014. – №1. – С.39-48.

УДК 628.358

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С ЦЕЛЬЮ УДАЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Черненко Д. И.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, [daria.chernenkova95@gmail.com](mailto:daria.chernenkova95@gmail.com)  
Научный руководитель – Новикова О. К., к.т.н., доцент.

*The article is supposed to analyze extensively used in practice methods of biological treatment facilities calculation for the purpose of deep removal of nutrients from wastewater.*

Достижение требований к качеству очистки сточных вод, в том числе и по биогенным элементам, на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения становится сегодня жесткой экономической необходимостью. В связи с этим, для предприятий, эксплуатирующих канализационные очистные сооружения, реконструкция может рассматриваться как возможность минимизировать экологические платежи и выполнить современные требования законодательства Республики Беларусь в области ВКХ.

Повсеместное внедрение технологий глубокого удаления азота и фосфора (нитриденитрификации (НД) и биологической дефосфотации (БДФ)) дает возможность не только обеспечить глубокую очистку от органических веществ, соединений азота и фосфора, но и значительно повысить энергоэффективность работы очистных сооружений. Применение технологий НД и БДФ позволяет повысить эффективность очистки по азоту и фосфору с характерных для традиционной аэробной биологической очистки 10–30 % до 60–90 % [0].

Для сравнения выбраны методики расчета азротенков представленные в ТКП 45-4.01-202-2010 «Очистные сооружения сточных вод» [0], ТКП 45-4.01-321-2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» [0], а также методика, предложенная российскими учеными [0]. Качественный состав очищенных сточных вод должен соответствовать требованиям [0].

### 1. ТКП 45-4.01-202-2010

Последовательность расчета азротенков с глубокой очисткой от азота и фосфора в зависимости от минимального возраста активного ила представлена в п. 7.6.17 [0]. Выбор технологической схемы, состава и типа сооружений производится с учетом:

- концентрации соединений азота и фосфора в исходной сточной воде;
- отношения концентрации органических веществ, подверженных биохимическому разложению, оцениваемой по БПК<sub>5</sub>, к концентрации соединений азота БПК<sub>5</sub>/N;
- требуемой степени очистки;

- расхода сточных вод и неравномерность поступления сточных вод в течение суток;
- технико-экономических требований.

Окончательным этапом расчетов является определение объема технологических сооружений  $V$ , м<sup>3</sup>:

$$V = \frac{t_{TS} \cdot \sum P_i}{a_i}, \quad (1)$$

- где  $t_{TS}$  – возраст активного ила, сут.;
- $P_i$  – прирост активного ила, кг/сут.;
- $a_i$  – доза ила, мг/дм<sup>3</sup>

Дозу ила в технологических сооружениях допускается принимать согласно таблице 7.5 [0] Используя данную методику расчета успешно спроектированы и реконструированы очистные сооружения в г. Минск, г. Бресте, г. Гродно, а также в других городах Республики Беларусь. Таким образом обеспечивается эффективность очистки, соответствующая требованиям [0], предъявляемым к современным очистным станциям, регламентированным законодательством Республики Беларусь.

## 2. ТКП 45-4.01-321-2018.

Данный нормативный документ введен на территории Республики Беларусь в связи с отменой ТКП 45-4.01-202-2010. Существенным отличием является измененная величина дозы ила и возраста ила для аэротенка в зависимости от выбранной технологической схемы. Допускается принимать дозу ила в соответствии с таблицей 10.7 [0]. Последовательность расчета аэротенков осталась неизменной и представлена в пособии к ТКП 45-4.01-321-2018 «Проектирование очистных сооружений сточных вод».

Согласно данной методике в схемах с глубокой очисткой сточных вод от соединений азота и фосфора доза ила в аэротенке принимается от 3 до 5 г/дм<sup>3</sup>. Увеличение дозы активного ила позволяет сократить объем технологических сооружений и увеличить скорость потребления субстрата, однако одновременно необходимо увеличивать количество растворяемого в воде кислорода и улучшать условия массообмена.

## 3. Методика расчета аэротенков в Российской Федерации

Предлагаемая методика предназначена для технологических схем с аноксидной и аэробной зонами и рециркуляцией части иловой смеси между зонами.

Ключевым определяющим параметром в данной методике является расчет удельных скоростей нитрификации, денитрификации и скорости окисления органических веществ. Наблюдаемые удельные скорости процессов окисления  $j$ -го органического вещества, мгS/(г·ч), рассчитываются по формуле [0]

$$\rho_{j,\text{набл}} = \frac{S_{j,\text{вх}} - S_{j,\text{вых}}}{a_i \cdot (1 - s) \cdot T}, \quad (2)$$

- где  $S_{j,\text{вх}}$  – концентрация  $j$ -го субстрата в исходной воде, мг/дм<sup>3</sup>;
- $S_{j,\text{вых}}$  – концентрация  $j$ -го субстрата в очищенной воде, мг/дм<sup>3</sup>;
- $a_i$  – концентрация активного ила в аэротенке, г/дм<sup>3</sup>;
- $s$  – зольность ила, ед.;
- $T$  – продолжительность процесса, ч.

По итогу расчета скорости каждого процесса определяется вместимость технологических сооружений [0].

**Вывод:** Законодательная база в области очистки сточных вод постоянно изменяется, учитывая ужесточения требований к качеству очищенных стоков.

Введение нового ТКП 45-4.01-321-2018 позволяет использовать накопленный зарубежный опыт проектирования и реконструкции систем очистных сооружений, отвечающих современным требованиям очистки.

Рассмотренная методика расчета аэротенков в Российской Федерации носит рекомендательный характер, так как не утверждена нормативными документами; основная методика расчета представлена в СНиП 2.04.03-85 [0]. При разработке современной методики расчета аэротенков в Российской Федерации необходимо рассматривать возможность применения ее для всех регионов страны, она должна учитывать особенности состава и температуры сточной воды в шести климатических зонах: от субтропической до полярной.

#### **Список цитированных источников**

1. Ким В.С. Модернизация городских очистных сооружений: от технологических решений до оборудования / В.С. Ким, Н. Ю. Большаков // Сборник тезисов и докладов Межд. научн.-практ. конф. – Санкт-Петербург. – Научно-технические технологии, 2018. – № 1. – С. 48–54.

2. Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-202-2010. – М.: Мин. арх. и стр-ва Республики Беларусь, 2010. – 99 с.

3. Канализация. Наружные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-321-2018. – М.: Мин. арх. и стр-ва РБ, 2018 – 80 с.

4. Расчет сооружений биологической очистки городских и производственных сточных вод в аэротенках с удалением биогенных элементов / В. Н. Щевцов, К. М. Морозова, С. В. Степанов // ВСТ. – 2018. – № 9. – С. 26–38.

5. О некоторых вопросах нормирования сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 20 янв. 2006, №2 // Интернет-портал о кодексах Республики Беларусь. – Режим доступа: [http://kodeksy-by.com/norm\\_akt/source-Минприроды%20РБ/type-Постановление/16-26.05.2017.htm](http://kodeksy-by.com/norm_akt/source-Минприроды%20РБ/type-Постановление/16-26.05.2017.htm) – Дата доступа: 25.02.2019.

6. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения: Актуализированная редакция. СП 32.13330.2012. – Введ. 01.01.2013. – Москва : Министерство регионального развития Российской Федерации, 2013. – 129 с.

УДК 556.047

## **ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ МУХАВЕЦ**

**Чехович М. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [marinachekhovich@gmail.com](mailto:marinachekhovich@gmail.com)

Научный руководитель – Волчек Ан. А., к.т.н., доцент

*The article discusses the transformation of the Mukhavets river runoff in 1967-2015. On the basis of the data of the analysis of the hydrological characteristics.*

Водные ресурсы являются одним из важнейших индикаторов состояния окружающей среды. Это объясняется тем, что они являются аккумулятором всех загрязнений, происходящих на земной поверхности. Водные объекты постоянно подвержены воздействию со стороны человека для своего повсеместного пользования [1].

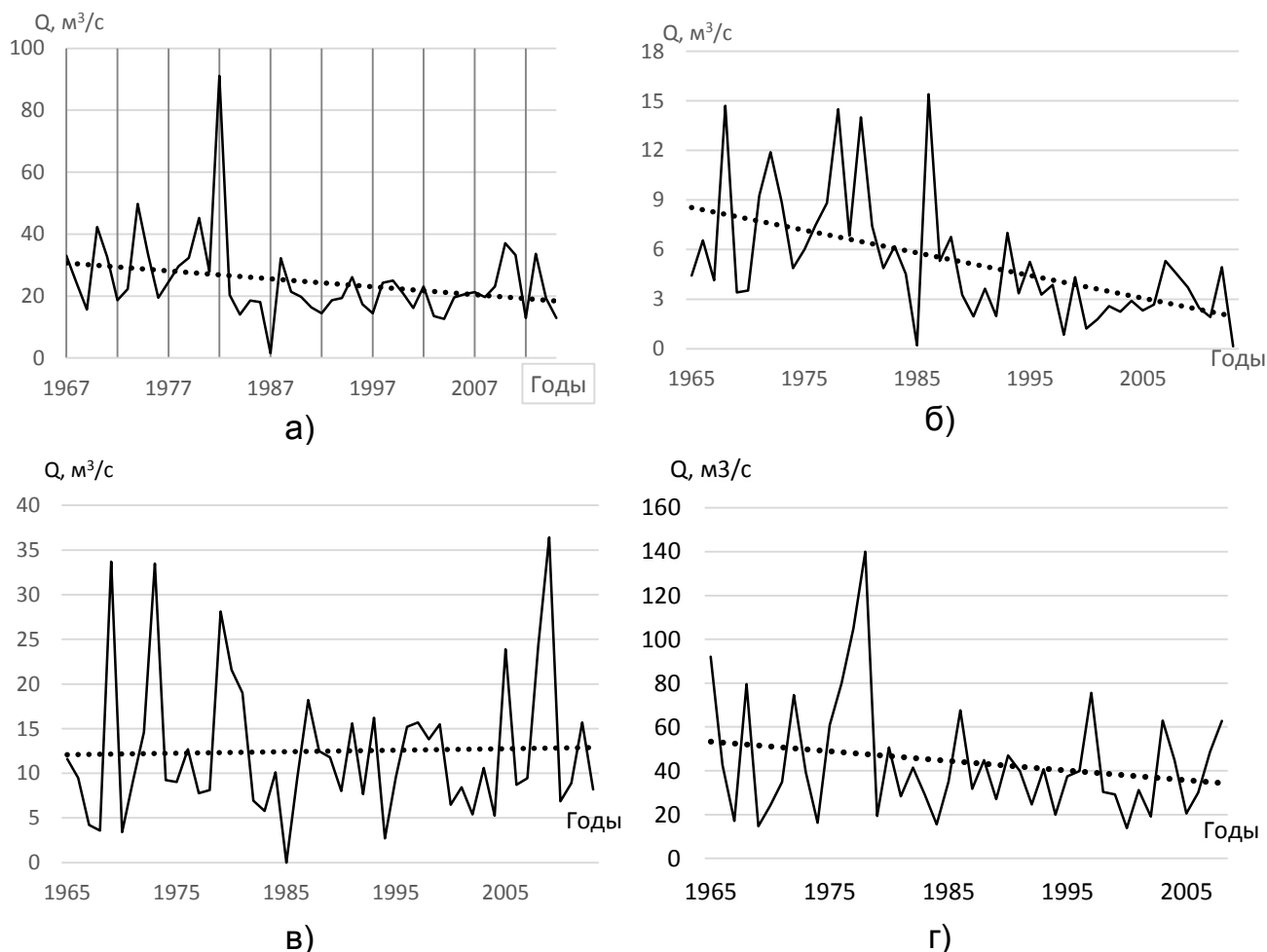
В данной статье рассматривается трансформация различных видов стока реки Мухавец. Для анализа данных использовались ряды годовых расходов реки Мухавец за период с 1967 по 2015 гг.

Мухавец – река, отличающаяся невысокими берегами (их высота не превышает двух метров), местами обрывистыми. Склоны речной долины равнинные, что способствует их активному заболачиванию. Вся южная и юго-восточная часть водосбора реки занята низинными болотами, правда, некоторая часть из них сегодня осушена. В то же время озер на берегах Мухавца немного (не более 2% от территории) [2].

На рисунке 1 показаны изменения среднегодового расхода воды, минимального летнего, минимального зимнего стока и максимального расхода воды весеннего паводка для реки Мухавец за период с 1967 по 2015 год.

Рассмотрев диаграммы на рисунке 1, мы можем увидеть, что максимальные и минимальные расходы воды для каждого стока были в различные годы. Например, максимальный расход воды летнего стока был в 1988 году, в то время как зимнего – в 2007 году. Однако минимальные расходы этих же стоков были в 1985 году. Максимальный расход воды весеннего паводка был в 1975 году, минимальный – в 1996 году.

Как видно из рисунка 1а), расходы р. Мухавец снизились и имеют тренд к снижению с середины 80-х годов прошлого столетия, что может быть обусловлено влиянием хозяйственной деятельности человека, в частности осушение прилегающих территорий с целью дальнейшей застройки [3, 4].



*а – годовой расход; б – минимального летнего стока; в – минимального зимнего стока; г – максимального расхода воды весеннего паводка.*

**Рисунок 1 – Расходы воды р. Мухавец за период 1967-2015 гг.**

В связи с изменением климата в конце двадцатого века период наблюдений за стоком р. Мухавец мы разделили на две части: с 1967 по 1988 и с 1989 по 2015 годы. По имеющимся исходным данным вычислили норму годового стока, среднеквадратическую ошибку, коэффициент изменчивости ряда годовых величин, коэффициент корреляции между величинами стока и коэффициент автокорреляции за исследуемые периоды, результаты расчетов приведены в таблице. Данные, полученные путем вычисления имеющихся гидрологических рядов, позволяют сравнивать исследуемые виды стока за различные периоды.

Анализируя совокупность полученных данных, можно сделать вывод о том, что норма стока среднегодового и максимального расхода воды в период с 1989 по 2015 годы уменьшилась примерно в 1,5 раза по сравнению с периодом 1967-1988 г. Данные изменения могли произойти вследствие масштабных мелиорационных работ, которые проводились с целью строительства нового микрорайона в городе Бресте. Минимальный летний сток также уменьшился в данный период. Это может быть обусловлено тем, что из-за уменьшения водосборных площадей происходит увеличение потерь воды на испарение и внутрпочвенную фильтрацию.

**Таблица 1 – Гидрологические характеристики реки Мухавец**

Вид стока	Параметры	Периоды		
		1967-2015	1967-1988	1989-2015
1	2	3	4	5
Среднегодовой	$\bar{Q}$	24,5667	31,3263	20,2857
	$\delta_{\bar{Q}}$	3,8842	21,210	3,863
	$C_v$	0,2719	0,9245	0,2116
	$R$	0,2746	0,3649	0,2458
	$r(1)$	0,1034	-0,0920	0,1080
1	2	3	4	5
Минимальный летний	$\bar{Q}$	5,2537	7,7811	3,2681
	$\delta_{\bar{Q}}$	1,0871	4,4090	1,0465
	$C_v$	0,0761	0,1922	0,0573
	$R$	0,5316	0,1874	0,3547
	$r(1)$	0,2275	-0,1026	-0,0928
Минимальный зимний	$\bar{Q}$	12,4548	12,7750	12,1812
	$\delta_{\bar{Q}}$	2,3564	11,6076	4,1947
	$C_v$	0,1649	0,5060	0,2298
	$R$	0,0032	0,0490	0,1723
	$r(1)$	-0,2122	-0,2270	-0,2248
Максимальные расходы воды весеннего половодья	$\bar{Q}$	43,85	52,0882	37,3545
	$\delta_{\bar{Q}}$	8,8834	42,9106	13,1615
	$C_v$	0,5922	1,8704	0,6233
	$R$	0,2200	0,0332	0,0906
	$r(1)$	0,1793	0,0043	-0,0131

### Список цитированных источников

1. Ключева, К.А. Влияние осушительных мелиораций на годовой сток рек Белоруссии / К.А. Ключева, Ю.М. Покумейко // Метеорология и гидрология. – 1997. – №1. – С. 61-69.
2. Мухавец – река в Беларуси: описание и география [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/176212/muhavets-reka-v-belarusi-opisanie-i-eografiya> – Дата доступа: 25.03.2019.
3. Любушкина, А.А. Исследование общих эффектов вариации стока рек / А.А. Любушкина, В.Ф. писаренко, М.В. Болгова, Т.А. Рукавишников // Методология и гидрология. – 2003. – №7. – С. 41-51.
4. Фащевский, Б.В. Расчет экологически допустимого изменения характеристик водного режима рек Беларуси / Б.В. Фащевский // Природные ресурсы. – 1996. – №1. – С. 30-35.

УДК 504. 748

## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОДЫ ГЛУБОКОВОДНОГО КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Шлемберг Д. М., Пякшина И. И., Екимов Г. Д.**

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Российская Федерация, [diana12602@gmail.com](mailto:diana12602@gmail.com), [ira.pyakshina@yandex.ru](mailto:ira.pyakshina@yandex.ru), [grisha-ekimov97@mail.ru](mailto:grisha-ekimov97@mail.ru)

Научный руководитель – Кузнецова О. А., к. б. н., доцент

*The work is devoted to the study of the state of the water of the deep-water Krasnoyarsk reservoir by hydrochemical parameters. As a result of research, it has been established that the main water pollutants of the reservoir are metals: iron, copper. Water quality varies from «conditionally clean» to «very polluted».*

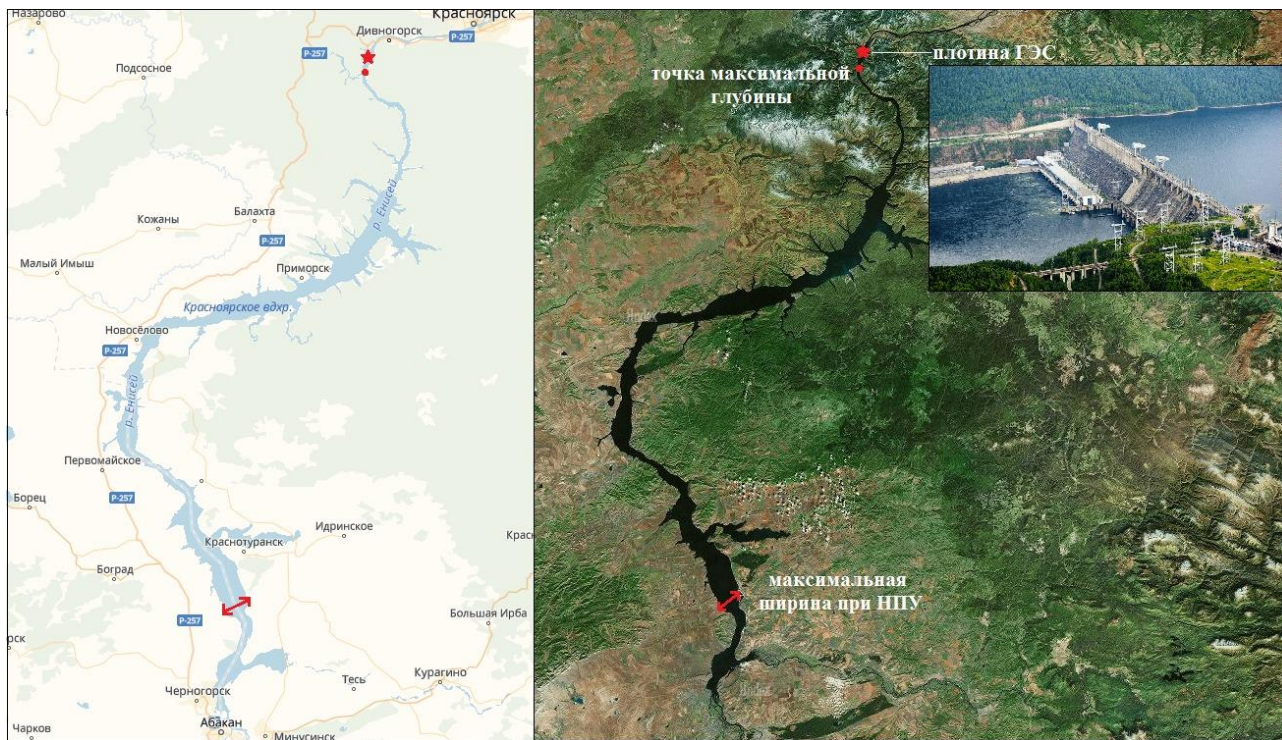
Водоохранилища представляют собой искусственные водные объекты, находящиеся под многофакторным антропогенным воздействием, влияющим на их гидрохимический, гидрологический, гидробиологический режимы. Красноярское водохранилище является новым природно-техногенным компонентом ландшафта и крупным народнохозяйственным объектом. Формирование и эксплуатация водоема существенным образом изменила свойства и структуру природных экосистем в пределах зоны затопления и на прилегающих территориях, проявившимся в ландшафтных трансформациях, возникновении экзогенных геологических процессов, усилении антропогенной нагрузки, химическом загрязнении поверхностных вод тяжелыми металлами и другими загрязнителями [1, 2].

Красноярское водохранилище, расположенное в верхней части среднего течения р. Енисей (55°06'35" с. ш. 91°34'38" в. д.), создано при строительстве Красноярской ГЭС в 1967 г. (рис. 1). Площадь его водной поверхности составила 2000 км<sup>2</sup>, объем водных масс - более 73 км<sup>3</sup>, протяженность - 390 км, наибольшая глубина - 105 м при НПУ (243 м). Водоохранилище относится к категории предгорных водоемов долинного типа, включает несколько участков, находящихся

в разных ландшафтных зонах (южной - лесостепной и северной - горно-таежной) и имеющих различную антропогенную нагрузку [2, 3].

Целью данной работы является изучение состояния воды глубоководного Красноярского водохранилища по гидрохимическим показателям.

Анализ состояния воды исследуемого водного объекта выполнялся на основании материалов, полученных в результате экспедиционных съемок при участии авторов, проводимых в рамках Программы мониторинга водных объектов на базе Енисейского БВУ и ФГУ «Енисейрегионводхоз» (система Росводресурсов) в период 2013-2018 гг. Наблюдения на водохранилище осуществлялись от устья реки Биджа до предплотинного участка в 5 пунктах наблюдений, в каждом из которых располагалось от одного до трех поперечных створов с одной или несколькими вертикалями по ширине водоема. Аналитические работы по определению содержания загрязняющих веществ в пробах воды выполнялись в специализированной аккредитованной лаборатории ГХЛ ФГУ «Енисейрегионводхоз». Камеральную обработку проводили по общепринятым методикам [4, 5, 6].



**Рисунок 1 – Местоположение Красноярского водохранилища [7]**

**Результаты исследования.** Работа выполнена на кафедре географии Института экологии и географии СФУ. В результате проведенных исследований поверхностных вод Красноярского водохранилища в рамках мониторинга в период 2013-2018 гг. установлено, что основными загрязняющими веществами воды водохранилища, по которым выявлено превышение ПДК<sub>рыбхоз.</sub>, являются тяжелые металлы: медь, железо, цинк, марганец. Наиболее часто превышающими ПДК<sub>рыбхоз.</sub> химическими веществами, содержащимися в воде по всей длине водного объекта, являются медь (3 класс опасности) и железо (4 класс опасности). В характере пространственно-временной динамики концентраций загрязняющих веществ водохранилища выявлена общая тенденция: увеличение содержания загрязнителей

по оси водоема от устья р. Биджы к предплотинному участку. Основное влияние на степень загрязненности поверхностных вод оказывают очистные сооружения п. Краснотуранск и п. Новоселово, сбрасывающие недостаточно очищенные сточные воды непосредственно в водохранилище, что в условиях замедленного водотока может привести к истощению вод, несмотря на высокую способность к самоочищению р. Енисей.

Оценка состояния поверхностных вод Красноярского водохранилища проводилась методом комплексной оценки степени загрязненности (качества) поверхностных вод по гидрохимическим показателям удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ). Согласно показателям УКИЗВ степень загрязненности водохранилища оценивается в пределах 1 класса (вода «условно чистая») - 3 класса (разряд «б», вода «очень загрязненная»). Анализ состояния воды Красноярского водохранилища показал, что качество воды, оцененное по гидрохимическим показателям, согласуется с данными биологического анализа качества воды по структурным показателям бентосных и планктонных биоценозов, играющих важную биоиндикаторную роль в диагностике состояния водной экосистемы.

С учетом размера Красноярского водохранилища, объемов воды в данном водном объекте, степени антропогенной нагрузки на водную экосистему, существующим количеством постов наблюдений (створов) по всей акватории водоема иногда достаточно сложно обеспечить репрезентативную информацию о гидрохимическом состоянии воды водохранилища. На основании проведенных исследований необходимо отметить, что изучение экосистемы Красноярского водохранилища должно быть направлено на расширение спектра определяемых загрязняющих веществ, выявление характера их происхождения (природного, антропогенного), изучение особенностей процессов распределения химических соединений между компонентами водной экосистемы и механизмов их трансформации.

### **Список цитированных источников**

1. Кузнецова, О. А. Хорология донных биоценозов глубоководного водохранилища [Текст] / О. А. Кузнецова // Вестн. ХГУ. - 2012. - N 2. - С. 131-134.
2. Кузнецова, О. А. Сукцессионные изменения донных сообществ глубоководного Красноярского водохранилища [Текст] / О. А. Кузнецова // Вестн. КрасГАУ. - 2011. - N 2. - С. 99-104.
3. Салаватов, К. Н. Исследование состояния донных сообществ Красноярского водохранилища [Текст] / К. Н. Салаватов, И. И. Пякшина // Устойчивое развитие: региональные аспекты. - Брест, 2018. - С. 47-50.
4. Ежегодный информационный бюллетень ФГБУ «Енисейрегионводхоз» о состоянии водных объектов бассейна р. Енисей за 2015 год. - Красноярск, 2016. - 119 с.
5. Гидрохимические показатели окружающей среды [Текст] : справочные материалы / ред. Гусева, Т. В. // - Москва : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. - 192 с.
6. Гусева, Т. В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справочные материалы / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. А. Заика. - Москва : Эколайн, 1999. - 156 с.
7. ЯндексКарты. Карты Красноярского водохранилища [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/>



## ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЙ МИНИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕКИ ЛАНЬ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

**Шпока Д. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь, daria-a-sh@rambler.ru  
Научный руководитель – Волчек А. А., д.г.н., профессор

*The article provides an assessment of fluctuations in the minimum water levels of the Lan River observed at the post of Mokrovo from 1988 to 2014. The analysis of the minimum summer-autumn period shows a downward trend in the level and a rising trend in winter.*

**Введение.** Уровненный режим является одной из главных характеристик реки. Он определяет экологический режим, хозяйственное использование и т. д.

**Цель исследований.** Дать количественную оценку колебаний уровенного режима р. Лань в современных условиях.

**Исходные данные.** Основными исходными материалами при исследовании уровней воды реки Лань (средние годовые, минимальные летне-осенние, минимальные зимние уровни) послужили данные государственного водного кадастра ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» за 1988–2014 гг. Выбор данного периода связан с тем, что с 1988 г. началось современное потепление климата на территории Беларуси.

**Река Лань** – правый приток р. Случь. Длина 153 км, площадь водосбора 2160 км<sup>2</sup>. Естественное русло сильно зарастает, принимает большое количество осушительных каналов и канав [1].

**Методика исследований.** Для исследований использовались статистические методы анализа: регрессионный, корреляционный, ряд Фурье [2–4].

Факторы, влияющие на формирование уровенного режима воды в реке можно условно разделить на две группы. К первой группе относятся глобальные факторы, которые касаются больших территорий, а ко второй – локальные факторы.

$$H(t) = H_{\phi}(t) \pm \Delta H_{л}(t), \quad (1)$$

где  $H(t)$  – уровень воды в реке в расчетном календарном году, см;  $H_{\phi}(t)$  – фоновая составляющая в формировании уровенного режима реки в том же году, см;  $\pm \Delta H_{л}(t)$  – вклад в формирование уровенного режима реки локальных факторов, см.

Значимость трендов оценивается с помощью коэффициента линейной корреляции.

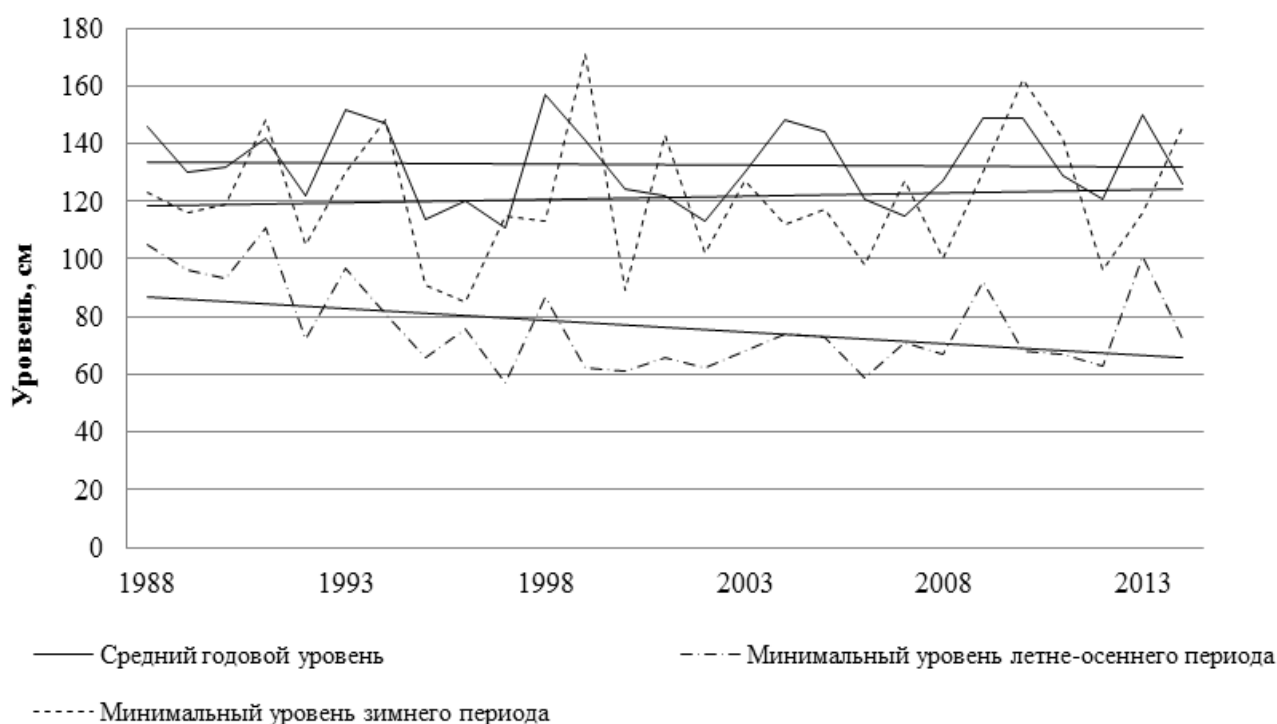
**Обсуждение результатов.** Проведен анализ изменения уровней воды на р. Лань–д. Мокрово за период 1988–2014 гг. (рисунок 1). Значения минимального уровня летне-осеннего периода на р. Лань–д. Мокрово имеют устойчивую тенденцию в сторону понижения (рисунок 1). Анализ минимального уровня показал, что в зимний период наблюдается незначительное повышение уровня воды на р. Лань–д. Мокрово (рисунок 1). Так, в 1997 г. уровень составил 111 см, а в 1998 г. – 157 см.

Основные статистические гидрологические характеристики уровней воды р. Лань вычислялись по стандартной методике и представлены в таблице 1 [4].

**Таблица 1 – Статистические характеристики уровней воды р. Лань–д.Мокрово**

Название поста / Название уровня	Средний уровень	Коэффициент			Градиент измене- ния уровня воды	Началь- ный уро- вень (1988 г.)
		вариации	асиммет- рии	корре- ля- ции тренда		
	Нср, см	Cv	Cs	r	α, см/год	Н <sub>0</sub> , см
р. Лань – д. Мокрово						
Средний годовой уровень	132,7	0,10	0,13	0,04	-0,07	133,6
Минимальный уровень летне-осеннего периода	76,6	0,20	0,82	0,42	-0,81	87,9
Минимальный уровень зимнего периода	121,2	0,18	0,40	0,08	0,23	118,0

Примечание:  $r_{\tau}=0,38$  – критическое значение коэффициента корреляции при уровне значимости 0,05 и числа степени свободы  $v=n-2=27-2=25$  [2].



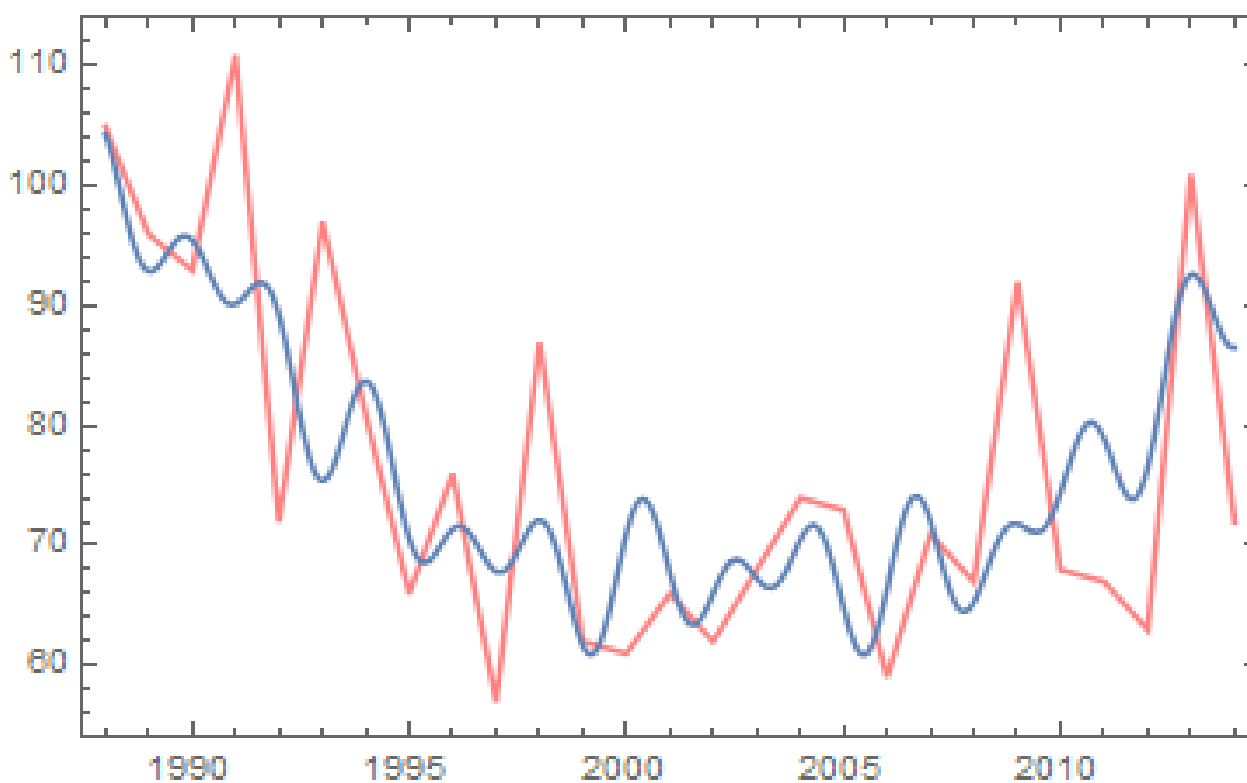
**Рисунок 1 – Многолетний ход уровней воды на р. Лань–д. Мокрово**

Прогнозные оценки изменения уровней воды в реке Лань осуществлялись с помощью рядов Фурье и представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Прогнозные модели реки Лань**

Река Пост	Уровни	Модель	R
р. Лань – д. Мокрово	Средний годовой уровень	$H(t)=144,64-6,11 \cdot \text{Cost}+10,08 \cdot \text{Cos}[\pi t/30]-9,04 \text{ Sint}-12,60 \text{ Sin}[\pi t/30]$	0,99
	Минимальный уровень летне-осеннего периода	$H(t)=78,52+3,65 \cdot \text{Cost}-4,74 \cdot \text{Cos}[2\pi t/15]-3,13 \cdot \text{Sin}[2t]+15,57 \cdot \text{Sin}[\pi t/15]$	0,98
	Минимальный уровень зимнего периода	$H(t)=121,49-15 \cdot \text{Cos}[2t]+3,14 \cdot \text{Cos}[\pi t/15]+4,15 \cdot \text{Sin}[3t]+4,33 \cdot \text{Sin}[\pi t/15]$	0,97

В качестве примера на рисунке 2 представлена разность между фактическим минимальным уровнем летне-осеннего периода и модельной фоновой составляющей р. Лань–д. Мокрово.



**Рисунок 2 – Хронологический ход измеренных уровней и рассчитанных по формуле Фурье уровней воды летне-осеннего периода на р. Лань–д. Мокрово**

**Заключение.** Проведенный анализ изменения уровня режима на р. Лань–д. Мокрово за период 1988–2014 гг. показывает наличие статистически значимых изменений в динамике минимальных уровней воды летне-осеннего периода. Данные колебания обусловлены как климатическими, так и антропогенными факторами. Показана возможность построения прогнозных моделей уровней воды р. Лань.

### Список цитированных источников

1. Волчек, А.А. Водные ресурсы Брестской области / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2002. – 440 с.
2. Валуев, В.Е. Статистические методы в природопользовании: уч. пособие для студ. высш. учеб. завед. по спец. «Мелиорация и водное хозяйство» / В.Е. Валуев [и др.] – Брест : Брестский политехнический институт, 1999. – 252 с.
3. Волчек, А.А. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А.А. Волчек [и др.] – Брест: Альтернатива, 2017. – 228 с.
4. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения ; ТКП 45-3.04-168-2009 (02250). – Введ. 30.12.2009. – Минск : Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 56 с.

УДК 631.3:621.65/68

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЪЕМА ВОДЫ ИЗ ВОДОТОКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ГИДРОТАРАННОГО НАСОСНОГО УСТРОЙСТВА

**Юсупов Ж. Е., Яковлев А. А., Саркынов Е. С., Зулпыхаров Б. А.,  
Аманов Н. А.**

КазНАУ, г. Алматы, Казахстан, zhenis.y@mail.ru

Научный руководитель – Яковлев А. А., к.т.н., профессор

*This research justifies energy-saving technology of water lift from watercourses with the use of an advanced hydro-pumping device. Constuction - technology scheme and technological scheme are given. Compared with the analogues there are some advantages in improving energy performance, convenience of maintenance and increase in reliability of the pump.*

*The researchers have determined the main technological parameters, manufactured and tested experimental samples under economic conditions with obtaining positive results.*

**Введение.** Статья направлена на решение проблемы использования энергии водотоков в системе пастбищного водоснабжения.

В настоящее время в связи с дефицитом традиционного источника энергии (топлива) и в целях ее экономии, а также снижения темпов ухудшения окружающей среды, приходят к использованию возобновляемых источников энергии (ветровой, водной и солнечной) для привода насосных установок.

Проблема эффективного водоснабжения с использованием естественных энергетических ресурсов воды в современных условиях перспективна и актуальна, решение которой рационально осуществить из водотоков гидротаранными насосными установками, конструкции которых по техническому решению просты и надёжны в эксплуатации и не ухудшают экологию окружающей среды [ 1 ].

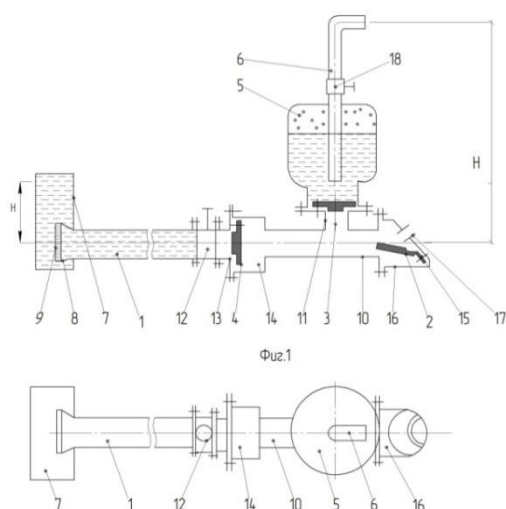
**Метод исследования.** В работе использованы патентные, теоретические и экспериментальные методы исследования.

Проведенный обзор работ по энерго- и ресурсосберегающей технологии и техническим средствам подъёма воды из водотоков показал, что существуют две технологии вододёма: традиционная и энергосберегающая.

Из сравнительной оценки технологий водоподъёма из водотоков преимущество энергосберегающей технологии очевидно: она экологически чистая, экономит дорогостоящее топливо у потребителя до 1000 кг за сезон и снижает эксплуатационные издержки в 1,5-5 раза.

Работа по созданию насосных установок с приводом от гидроэнергии водотоков была выполнена в КазНАУ (2012-2014 г.) [1], в результате которой были разработаны две конструктивно-технические схемы гидротаранной насосной установки: одна по предпатенту на изобретение КЗ № 17789, другая – по патенту на изобретение КЗ № 29911, основные параметры которых составили: подача – 3...5 м<sup>3</sup>/ч, напор -10...17 м, расход воды водотока на привод -0,01...0,04 м<sup>3</sup>/с, подводимый напор воды к приёмной части– 0,5...3,0 м, КПД насосных установок – 0,5...0,55.

В дальнейшем была разработана усовершенствованная гидротаранная насосной установки (рисунок 1а), основным преимуществом которой является повышение надёжности работы, создания простоты техобслуживания и повышение энергетических её показателей.



а)

б)

1 – питающий трубопровод; 2,3,4 – ударный, нагнетательный и обратный эластичные клапана; 5 – воздушный колпак; 6 – водоподающий трубопровод; 7 – подпитывающая перемычка; 8 – приёмная часть питающего трубопровода; 9 – решетчатая сетка; 10 – камера питающего трубопровода; 11 – опорное седло нагнетательного клапана; 12 – устройство для запуска и остановки гидроударного процесса (затвора); 13 – седло обратного клапана; 14 – корпус обратного клапана; 15 – седло ударного клапана; 16 – корпус ударного клапана; 17 – проходное отверстие седла ударного клапана; 18 – затворка водоподающего трубопровода;  $H_r$ ,  $H$  – создающий гидравлический перепад и высота водоподъёма.

**Рисунок 1 – Усовершенствованная конструктивно-технологическая схема гидротаранной насосной установки и фрагмент испытаний**

Результаты теоретических исследований. На основании исследований даны формулы по определению основных технологических параметров: напора  $H_{ну}$ , подачи  $Q_{ну}$ , затраченной мощности  $N_{ну}$  и КПД  $\eta_{ну}$ :

$$H_{ну} = H_n + H_{гв}, м, \quad (1)$$

где  $H_n$  – собственный напор гидротаранной насосной установки, м:

$$H_H = H_r + \frac{1}{2g} \cdot (v^2 - v_{II}^2) - h_{vII}, \text{ м}, \quad (2)$$

$H_r$  – геометрический напор, м;  $g$  - ускорение свободного падения м/с<sup>2</sup>;  
 $v, v_{II}$  – скорость воды в питательном трубопроводе и его приемной части, м/с;  
 $h_{vII}$  – потери напора в приемной части и питательном трубопроводе, м;  
 $H_{Hy}$  – напор, создаваемый гидравлическим ударом от ударного клапана, м:

$$H_{Hy} = \frac{1}{g} \cdot (v - v_3) \frac{2L_{TP}}{t_{3\phi}} \cdot t_y, \text{ м}, \quad (3)$$

где  $v_3$  – средняя скорость воды в напорном трубопроводе при закрытии ударного клапана ( $v_3 = f(t_{3\phi})$ ), м/с;

$t_{3\phi}$  – фактическое время закрытия ударного клапана (по опытным данным в открытых трубопроводах  $t_{3\phi} = 0,1 \dots 0,3$ с), с;

$t_y$  – продолжительность ударного импульса во время гидроудара, с:

$$t_y = \frac{60}{n}, \quad (4)$$

где  $n$  – частота прерывания ударного клапана, мин-1;

$L_{TP}$  – длина напорного трубопровода, м.

Подача насосной установки  $Q_{Hy}$  определяется по формуле:

$$Q_{Hy} = Q - Q_{сб} = \frac{\pi}{4} \cdot (v \cdot d^2 - v_{сб} \cdot d_{сб}^2 \cdot K), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5)$$

где  $Q, Q_{сб}$  – общий расход воды насосной установкой и на сброс через проходное отверстие седла ударного клапана, м<sup>3</sup>/с;

$d, d_{сб}$  – внутренние диаметры питательного трубы и ударного клапана, м;

$K$  – коэффициент использования проходного сечения седла ударного клапана.

Мощность, затраченная  $N_{Hy}$  и КПД определяются по формулам:

$$N_{Hy} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot (H_r + \frac{v_{II}^2}{2g}), \text{ Вт}, \quad (6)$$

$$\eta_{Hy} = \frac{Q_{Hy} \cdot H_{Hy}}{Q \cdot (H_r + \frac{v_{II}^2}{2g})}. \quad (7)$$

По усовершенствованной конструктивно-технологической схеме гидротаранной насосной установки разработано пять типоразмеров, основные параметры которых определены по вышеуказанным формулам:

ГНУ-100 (подача – до 7,8 м<sup>3</sup>/ч, напор – до 10 м, диаметр питающего трубопровода – 100 мм); ГНУ – 150 (подача – до 10 м<sup>3</sup>/ч, напор – до 20 м, диаметр питающего трубопровода – 150 мм); ГНУ -200 (подача – до 19 м<sup>3</sup>/ч, напор – до 20 м, диаметр питающего трубопровода – 200 мм); ГНУ – 250 (подача – до 25 м<sup>3</sup>/ч, напор – до 20 м, диаметр питающего трубопровода – 250 мм); ГНУ – 300 (подача – до 40 м<sup>3</sup>/ч, напор – до 20 м, диаметр питающего трубопровода – 300 мм; перепад высот для всех типоразмеров – 2-7 м.

**Экспериментальная часть.** Экспериментально выбраны рациональные варианты основных узлов гидротаранной насосной установки: приёмная и напорная части и гидротаранное насосное устройство.

Результаты и их обсуждение. Разработаны и опробированы в хозяйственных условиях усовершенствованные образцы гидротаранной насосной установки, фрагмент испытаний которого показан на рисунке 1б.

### Заключение

1. Разработаны усовершенствованные типоразмеры гидротаранной насосной установки, на которую подана заявка на патент КЗ на изобретение.

2. Результаты исследований могут быть рекомендованы для практического применения.

## Список цитированных источников

1. Яковлев, А.А. Исследование гидроударного способа водоподъема из водотоков / А.А. Яковлев, Е. Саркынов, Б.А. Асанбеков, Б.А. Биримкулова // Исследование, результаты: Журнал №2 (050). – Алматы: КазНАУ, 2011. - С.146-149.

УДК 631.672

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬХОЗФОРМИРОВАНИЙ АПК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

**Яковлев А. А., Дощанов С. С.**

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан,  
doss\_96@mail.ru

Научный руководитель – Саркынов Е. С., к.т.н., профессор

*The article deals with quantitative and qualitative assessments of water and energy resources. A certain system of indicators, including topographic, hydrological and energy features of the river in question, is used.*

Водоснабжение сельскохозяйственных формирований АПК Республики Казахстан, в том числе фермерских и крестьянских хозяйств, для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд, как и населенных пунктов, осуществляется за счет подземных вод трубчатыми и шахтными колодцами и поверхностными водами - прилегающими реками, каналами, озёрами и накопительными водоёмами в объёмах 75% и 25% по состоянию на 2000 г.[1].

Запасы вод к использованию по республике значительны: подземные - 176,08 млн м<sup>3</sup>/сут, в т. ч. пресные (с минерализацией до 1г/дм<sup>3</sup>) – 110,8 млн м<sup>3</sup>/сут, поверхностные - 81,5-158,7 млн м<sup>3</sup>/сут. Однако они требуют рационального их использования и поддержания водоисточников в экологически чистом состоянии.

Общая потребность в воде хозяйственно-питьевого назначения по республике составляет 5210 тыс. м<sup>3</sup>/сут., в том числе подземными водами - 2901 тыс. м<sup>3</sup>/сут., из них около 26% (1350 тыс м<sup>3</sup>/сут.) потребности приходится на долю сельского потребителя.

Подземные воды являются основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения сельского потребителя.

По состоянию на 2000 г. централизованными системами водоснабжения охвачено 45,8% или 3911 населённых пунктов, из них 15,6% подключены к групповым водопроводам (протяжённость 17 тыс. км) и 30,2% - к локальным водопроводам (протяжённость 29 тыс. км). Остальные 54,2% сельских потребителей имеют своё автономное водообеспечение за счёт организации служб по механизации водоснабжения из подземных и поверхностных водоисточников.

В настоящее время по статистическим данным число сельскохозяйственных формирований в АПК РК составляет более 150 тысяч, преимущественно это крестьянские (фермерские) хозяйства.

Для стабильного и эффективного развития сельхозформирований АПК РК необходимо их техническое оснащение перспективными и современными машинами, оборудованием и установками, в том числе по механизации сель-

скохозяйственного водоснабжения, причём с использованием энергосберегающих и экологически чистых технологий.

В рыночных условиях, когда на рынке имеется большое количество водоподъёмного оборудования, сельхозпотребителю необходимо знать, что на выбор необходимого типа водоподъёмного оборудования и эффективное его использование существенное влияние оказывают природно-хозяйственные факторы (наличие экологически чистых естественных энергоисточников – ветровой, водяной и солнечной, искусственных-централизованных электросетей, климат, рельеф местности, сезон использования объекта, режим водопотребления), основные параметры, имеющихся подземных или поверхностных водоисточников: дебит, статический уровень залегания вод, глубина до дна, внутренний диаметр (для скважин), минерализация воды, содержание в воде твёрдых частиц (песка), а также структура потребителя, определяющая потребность в воде (водопой животных, полив приусадебных участков и на другие технические нужды), необходимый расчётный напор насосной установки и резервирование воды (водонапорная башня или резервуар расчётной вместимостью).

По расчётной потребности в воде ( $Q, \text{м}^3/\text{ч}$ ), напору ( $H_p, \text{м}$ ) и с учётом основных природно-хозяйственных факторов, потребитель определяет необходимый тип водоподъёмного оборудования по основным его параметрам: подаче ( $Q, \text{м}^3/\text{ч}$ ), напору ( $H_p, \text{м}$ ), установленной мощности двигателя ( $N, \text{кВт}$ ), диаметру насоса ( $D_n, \text{мм}$ ) и допустимых условий применения по минерализации и содержанию в воде твёрдых частиц (песка).

С учётом указанных факторов рекомендуется выбор необходимых типов водоподъёмного оборудования [2, 3].

Правильный выбор водоподъёмного оборудования в рыночных условиях будет способствовать повышению эффективности механизации водоснабжения сельхозформирований АПК РК.

В Республике Казахстан около 30% крестьянских (фермерских) хозяйств и других сельхозформирований АПК по географическому положению находятся в зонах прилегающих рек, каналов и отводных накопительных водоёмов, использование энергии движущейся воды в которых, в том числе для привода насосных установок, позволит сельхозформированиям сберегать значительное количество дорогостоящего топлива и использовать энергосберегающие экологически чистые технологические процессы в водоснабжении.

Запас водных ресурсов в указанных зонах АПК РК значительный : 8643 водотока, имеющих постоянный или сезонный гидрогеологический режим, протяженностью 123 тыс. км, в т. ч. 5076 водотоков протяженностью 75,3 тыс. км – постоянно действующие. Дебиты малых горных рек колеблются от 0,1 до 1  $\text{м}^3/\text{с}$  и более, крупных рек, например. Или – от 137  $\text{м}^3/\text{с}$  до 2450  $\text{м}^3/\text{с}$ , скорость течения воды – от 1 до 5  $\text{м}/\text{с}$ . Горные реки протяженностью до 25 км в основном имеют потенциальную мощность до 0,25 млрд кВт. ч/год [4, 5, 6].

Реки Казахстана относятся к бассейнам Северного Ледовитого океана и замкнутой области внутреннего стока Евразии, где система рек направляет свои воды в Каспийскую, Аральскую и Балхашскую впадину.

На территории Алматинской области имеется 496 водотоков протяженностью 10 тыс.км. Основные реки – Или, Чарын, Чилик, Талгар, Каскелен, Чемолган, Большая и Малая Алматинка, Тургень, Аксай, Джнрен-Айгир, Узун-Агач, Кара-Костек, Каргалы, Бурундай, Байсерке, Карасу, Хоргос, Бижа, Лепсы, Каратал, Усек, Баскан, Коксу, Тентек, Сарканд, Аксу, Коктал и др. ко-



леблются в широком пределе - от 2,9 до 2450 м<sup>3</sup>/с, глубина - от 0,3 до 8 м, скорость воды 1-5м/с. Движение воды в каналах в зависимости от назначения составляет - 0,8-1,5 м/с, дебиты - 0,5-100 м<sup>3</sup>/с, глубина - 0,8-2 м и более.

Однако в настоящее время для механизации водоснабжения фермерских хозяйств в указанных зонах Казахстана преимущественно используют традиционные центробежные насосные установки марки АН-2К-9-М1 и АНС-60Д (подача-5-60 м<sup>3</sup>/ч, напор-13-21,5 м) с приводом насоса от двигателей внутреннего сгорания соответственно 2СД-М2 мощностью 1,5 кВт (2 л с.) и УД-2 мощностью 5,9 кВт (8 л с.), с расходом топлива - 0,85-2 кг в час.

На внутреннем и внешних рынках сбыта альтернативных насосных установок с использованием для привода энергии движущейся воды в водотоках нет, однако разработки в этом направлении ведутся, в том числе в РГП «НПЦ механизации сельского хозяйства».

Данная работа посвящена разработке насосной установки напорно-вакуумного типа для подъема воды из мелководных водотоков с приводом от энергии движущейся в них воды, используя прогрессивные энергосберегающую и экологически чистую технологии водоподъема, а также значительно уменьшая эксплуатационные затраты по сравнению с традиционными насосными установками.

#### **Список цитированных источников**

1. Смоляр, В.А. Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние / В.А. Смоляр, Б.В. Буров, В.В. Веселов, Т.Т. Махмутов, Д.А. Касымбеков // Справочник.-Алматы:НИЦ «Ғылым», 2002.

2. Усаковский, В.М. Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве.-Алма-ата:Кайнар,1986

3. Яковлев, А.А. Повышение эффективности водообеспечения потребителей АПК РК в современных условиях / А.А. Яковлев, Е. Саркынов // Научное обеспечение устойчивого развития АПК Республики Казахстан, Монголии и Кыргызстана: материалы научно-практ. конф. – Алматы:ТОО Издательство «Бастау»,2004

4. Кораблев, А.Д. Экономия энергоресурсов в сельском хозяйстве.-М.: Агропромиздат,1988. – С.208.

5. Тажибаев, Л.Е. Водные ресурсы и схемы водоснабжения сельскохозяйственных районов Казахстана. – Алма-Ата: Казахское издательство, 1960. – С.182.

6. Яковлев, А.А. Перспектива механизации водоснабжения фермерских (крестьянских) хозяйств в зонах прилегающих рек и каналов //Исследования, результаты:Журнал №2. – Алматы:КазНАУ,2003. – С.109-110.

УДК 620.9

## НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ НДТМ ДЛЯ ТОПЛИВОСЖИГАЮЩИХ УСТАНОВОК ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Адиканко И. И.**

РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь,  
Adikanko.Ivan@gmail.com

Научный руководитель – Дубенок С. А., к.т.н.

*This article describes the situation in the field of power engineering in the Republic of Belarus. It proves that it is necessary to develop the best available techniques (BAT) for combustion plants in the Republic of Belarus.*

Организация надежного, безопасного, экономически эффективного функционирования и инновационного развития производства, передачи, распределения и продажи электрической и тепловой энергии в Республике Беларусь являются предметом деятельности ГПО «Белэнерго».

Установленная мощность 68 генерирующих энергоисточников ГПО «Белэнерго» составляет 8938,34 МВт, из них 8841,08 МВт приходится на 42 тепловых электростанции [1].

Тепловые электростанции подразделяются на:

- конденсационные электростанции с паросиловыми установками;
- теплоэлектроцентрали;
- газотурбинные и парогазовые установки.

Объекты теплоэнергетики Республики Беларусь разделяются:

- по виду деятельности в соответствии с ОКРБ 005: снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой, кондиционированным воздухом (секция Д ОКРБ 005);

- по получению электроэнергии, пара и горячей воды проектной суммарной (тепловой и электрической) установленной мощностью: малые - мощностью до 30 МВт с агрегатами единичной мощностью до 10 МВт, средние - мощностью от 30 до 100 МВт, крупные мощностью 100 МВт и более;

- по видам сжигания топлива: твердое, жидкое, газообразное, дисперсные системы.

Являясь объектами оказывающими комплексное воздействие на окружающую среду, объекты теплоэнергетики должны получать комплексное природоохранное разрешение (КПР) и внедрять наилучшие доступные технические методы (НДТМ) [2].

КПР является единым разрешительным документом, удостоверяющим право на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, специальное водопользование, хранение и захоронение отходов производства с учетом возможного внедрения НДТМ и устанавливающим нормативы допустимого воздействия

на окружающую среду, условия осуществления хозяйственной и иной деятельности в части использования природных ресурсов и (или) оказания воздействия на окружающую среду [2].

Под НДТМ понимают технологические процессы, методы, порядок организации производства продукции и энергии, выполнения работ или оказания услуг, проектирования, строительства и эксплуатации сооружений и оборудования, обеспечивающие уменьшение и (или) предотвращение поступления загрязняющих веществ в окружающую среду, образования и (или) размещения отходов производства, по сравнению с применяемыми и являющиеся наиболее эффективными для обеспечения нормативов качества окружающей среды при условии экономической целесообразности и технической возможности их применения.

Основное загрязнение окружающей среды происходит при сжигании органических видов топлива, при этом их сжигание приводит к существенному воздействию на различные компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, воду, почву.

Укрупненный перечень загрязняющих веществ, источники их поступления (технологические процессы) и влияние на различные компоненты окружающей среды приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Потенциальные источники поступления загрязняющих веществ в компоненты окружающей среды от объектов теплоэнергетики**

Технологический процесс	Загрязняющие вещества и показатели												
	Твердые частицы	Оксиды серы	Оксиды азота	Оксиды углерода	Органические соединения	Кислоты/щелочи/ соли и т.д.	Соляная кислота/жидкая	Летучие органические соединения	Металлы и их соли	Соединения хлора	Ртуть и/или кадмий	ПАУ	Диоксины
Поступление в атмосферу (А)													
Транспортировка, разгрузка и хранение топлива	А							А					
Сжигание топлива	А	А	А	А	А		А	А	А		А	А	А
Выбросы в градирен								А					

Продолжение таблицы 1

Поступление в водные ресурсы (В)													
Технологический процесс	Твердые частицы	БПК <sub>5</sub>	ХПК	СПАВ анион.	Нефтепродукты	Кислоты/щелочи/соли и т.д.	Температура	рН	Железо общее	Хлорид-ион	Ртуть и/или кадмий	Ванадий	Цинк
Очистка дымовых газов	В				В		В	В			В		
Водоподготовка	В			В		В		В	В	В			
Сброс сточных вод в т. ч.	В	В	В	В	В	В	В	В	В				
Производственных без очистки	В	В	В	В	В		В		В	В	В		
Поверхностных без очистки	В	В	В	В	В				В				
После очистки		В	В	В		В		В	В				
Фильтрация через шламонакопитель		В	В	В		В		В	В			В	В
Технологический процесс	Твердые частицы	Оксиды серы	Оксиды азота	Оксиды углерода	Органические соединения	Кислоты/щелочи/соли и т. д.	Соляная кислота/жидкая летучие органические соединения	Металлы и их соли	Соединения хлора	Ртуть и/или кадмий	ПАУ	Диоксины	
Поступление в почвы (П)													
Транспортировка, разгрузка и хранение топлива	П				П			П					
Сжигание топлива	П	П	П	П	П		П	П	П	П	П	П	П
Выбросы в градирен								П					
Очистка дымовых газов								П					

В связи с вышеизложенным, актуальной задачей является разработка национального технического нормативно-правового акта, описывающего НДТМ для объектов теплоэнергетики, по аналогии НДТМ Европейского союза и Российской Федерации.

РУП «ЦНИИКИВР» разработан проект технического кодекса установившейся практики «Охрана окружающей среды и природопользование. Наилучшие доступные технические методы для топливосжигающих установок теплоэнергетики», который в настоящее время проходит согласование в Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерстве энергетики Республики Беларусь.

**Список цитированных источников**

1. Электронный ресурс ГПО «Белэнерго» – Режим доступа: <http://www.energo.by/> – Дата доступа: 06.03.2019.

2. Указ Президента Республики Беларусь от 17 ноября 2011 г. № 528 «О комплексных природоохранных разрешениях» с изм. от 9 марта 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P31100528> – Дата доступа: 06.03.2019.

## ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСНЫХ ТОРОИДАЛЬНЫХ ВИХРЕЙ

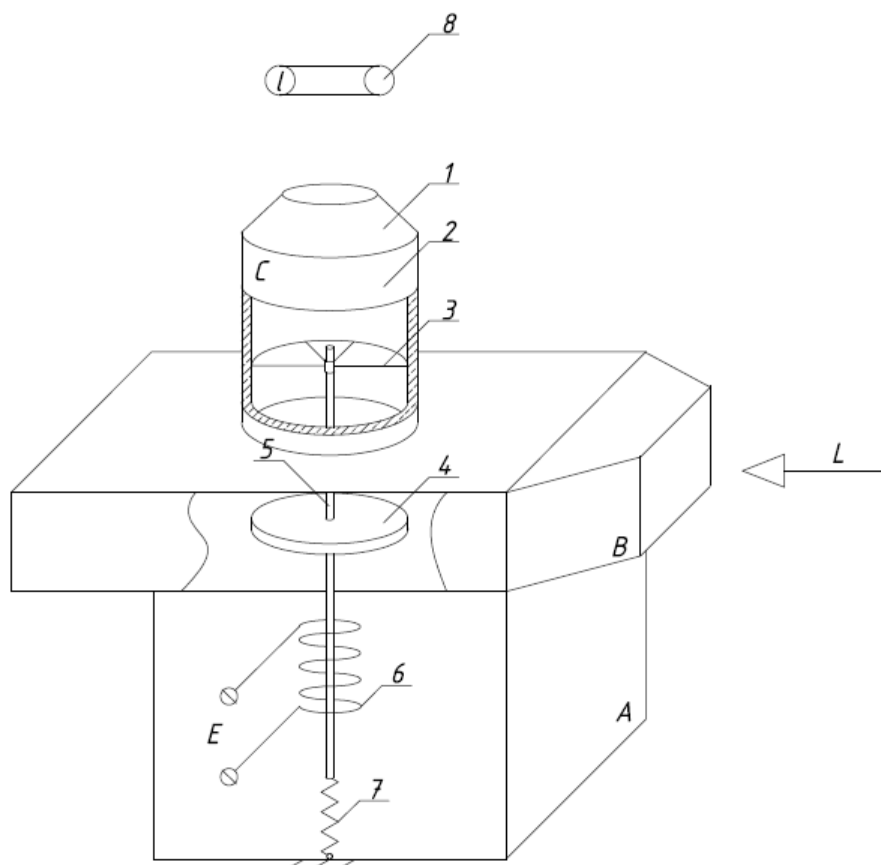
**Бойко С. В., Киселев А. В., Матлашук Д. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, bouko98@gmail.com

Научный руководитель – Северянин В. С., д.т.н., профессор

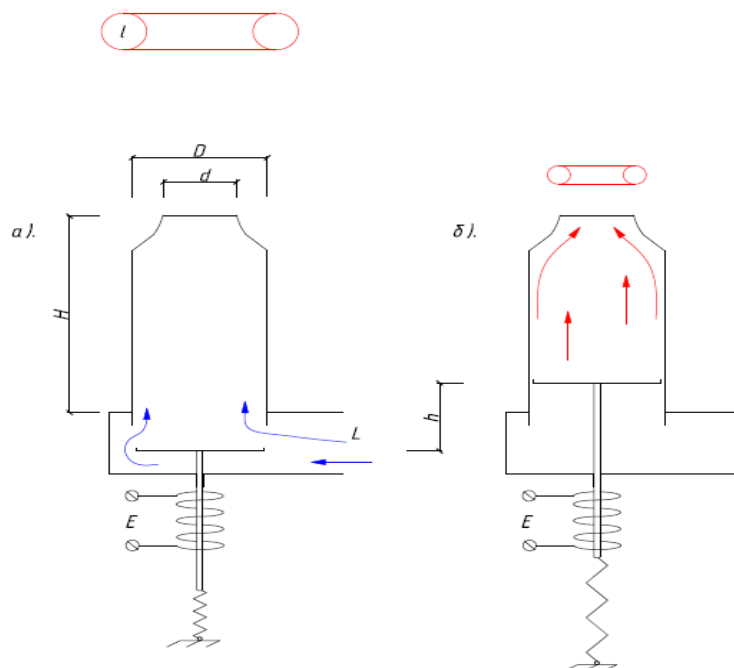
*The article describes the structure and principle of operation of a toroidal vortex pulse generator.*

Генератор импульсных тороидальных вихрей (ГИТВ) — устройство позволяющее решить проблему с дымоудалением из систем ТГУ. Принцип его работы основан на получении дымных тороидальных вихрей, которые поднимаются высоко вверх, не теряют своей формы и не рассеиваются. Данное устройство позволяет отводить продукты сгорания органического топлива в атмосферу, тем самым снижает концентрацию вредных веществ вблизи производства. Идея была предложена профессором, д.т.н. Северяниным Виталием Степановичем. Общая схема ГИТВ представлена на рисунке 1.



- L* – объем удаляемых продуктов сгорания органического топлива;  
*I* – объем вихря; *A* – камера механизации; *B* – газовая камера; *C* – ГИТВ;  
 1 – оголовок ГИТВ; 2 – камера; 3 – фиксатор движения хода штока; 4 – поршень;  
 5 – шток; 6 – катушка соленоида; 7 – гибкая пружинная система;  
 8 – тороидальный вихрь

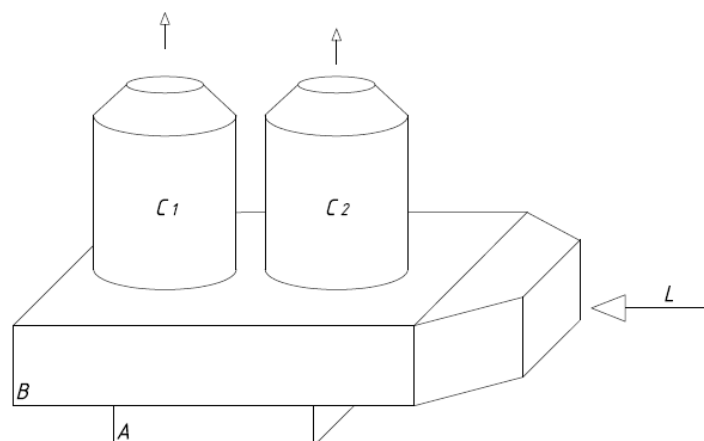
**Рисунок 1 – Общая схема ГИТВ**



$H$  – высота камеры;  $h$  – ход поршня;  $D$  – диаметр камеры;  $d$  – диаметр оголовка ГИТВ;  $E$  – энергия, затрачиваемая на привод поршня  
**Рисунок 2 – Циклы образования торoidalного вихря в ГИТВ**

Продукты сгорания из ТГУ поступают в камеру через газоход, в результате чего происходит заполнение камеры дымом (см. рисунок 2 а). При достижении нужной концентрации дымовых газов в камере, поршень 4 начинает совершать поступательное движение, что и придает импульс удаляемому газу (см. рисунок 2 б), который, в свою очередь, при выходе из сопла образует пучок дыма, переходящий в торoidalный вихрь.

При больших объемах выбросов на производстве можно использовать групповые ГИТВ (см. рисунок 3). Предпочтительно использовать спаренные ГИТВ, так как они способны обеспечить равномерное дымоудаление из систем ТГУ.



где  $L$  – объем удаляемых продуктов сгорания органического топлива;  
 $A$  – камера механизации;  $B$  – газовая камера;  $C_1, C_2$  – ГИТВ  
**Рисунок 3 – Схема компоновки группового ГИТВ**

Генератор импульсных торoidalных вихрей — устройство, позволяющее решить проблему с дымоудалением из систем ТГУ и снизить высоту дымовых труб, вплоть до полного их исключения, тем самым снижая затраты на их строительство и обслуживание.

## К ВОПРОСУ ТЕПЛООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДОВ

**Борушко В. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vadim79@tut.by  
Научный руководитель – Волчек А.А., д.г.н. профессор

*The article presents the results of modeling heat loss at home using the COMSOL Multiphysics software package.*

Активный рост городов приводит к загрязнению окружающей среды, что негативно сказывается на функционировании экосистем. Известны следующие физические виды загрязнения окружающей среды: радиоактивное, акустическое, вибрационное, электромагнитное, тепловое и световое. В последнее время существенное значение приобрело тепловое загрязнение.

Тепловое загрязнение – тип физического загрязнения окружающей среды, чаще связанного с человеческой деятельностью, характеризующийся увеличением температуры выше естественного уровня. Тепловое загрязнение является причиной изменения микроклимата и приводит к усложнению механизма переноса загрязнений.

Основными источниками теплового загрязнения являются промышленные объекты, такие как заводы, теплоэлектростанции, транспорт. Определённый вклад также вносят теплопотери жилых и общественных отапливаемых зданий. Теплопотери в зданиях происходят, преимущественно, в виде дисперсии тепла наружными ограждениями, возникающей и усиливающейся при нарастании разницы температур внутреннего и наружного воздуха.

Большинство эксплуатирующихся в настоящее время в городах многоквартирных домов построены уже почти полвека назад, и их теплоизоляция не соответствует современным стандартам.

Как показывают исследования учёных, потеря тепла сквозь стены дома доходит до 50% от общего количества теплопотерь [1]. Данный показатель в первую очередь зависит от особенностей конструкции самого дома.

Целью настоящей работы является количественная оценка энергии, теряемой жилым домом посредством теплового потока через стены и окна.

Для количественной оценки тепловых потоков в качестве объекта выбран условно типовой панельный семизэтажный дом с четырьмя подъездами.

С помощью программного обеспечения Comsol Multiphysics была создана модель трехслойной стеновой панели, состоящей из внешнего и внутреннего слоёв из бетона марки М 350 и плиты изоляции марки ППС 30 толщиной 150 мм, находящейся между бетонными слоями. Также учитывались внешний и внутренний слои штукатурки. Модель оконного блока имеет параметры: 4 мм стекло / 16 мм воздух / 4 мм стекло.

Температуру в помещении принимали постоянной и равной 18°C [2]. Среднемесячные температуры наружного воздуха брались для Бреста за период с 2008 по 2017 годы с интернет-ресурса [www.weatheronline.co.uk](http://www.weatheronline.co.uk).

В основе математической модели, описывающей распространение тепла по системе, лежит уравнение теплопроводности [3, с.407]:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = k \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right),$$

где  $\rho$  – плотность,  $C_p$  – теплоемкость,  $k$  – теплопроводность,  $T$  – температура,  $\nabla$  – гамильтониан.

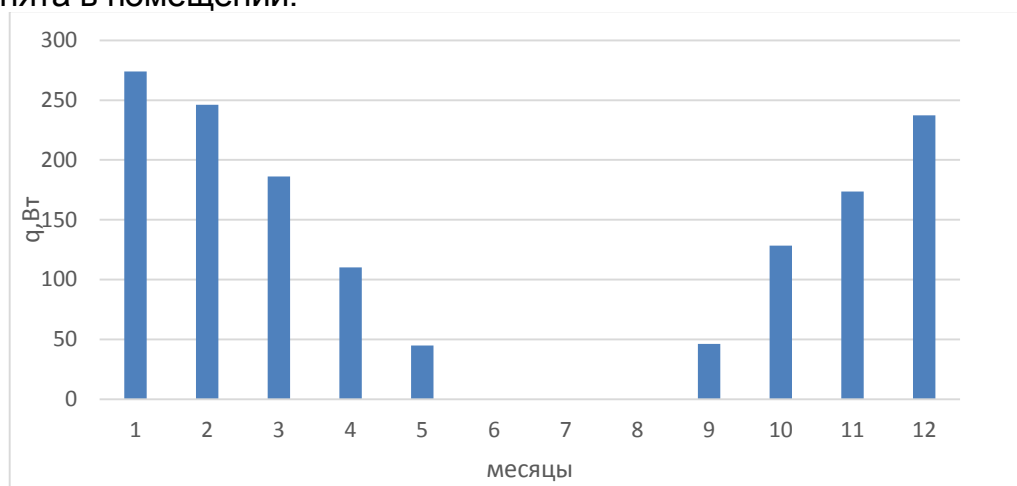
Также выбирались следующие граничные условия:

1. На торцевых границах устанавливались условия теплоизоляции.
2. На внешних границах задавалось условие конвективного теплообмена

$$q = k(T_0 - T),$$

где  $q$  — плотность теплового потока на поверхности,  $T_0$  и  $T$  — температуры среды (жидкости или газа) и поверхности соответственно.

В результате работы программы получены значения средних тепловых потоков, проходящих через трёхслойную стеновую панель и через стеклопакет в течение каждого месяца, когда среднемесячная температура меньше  $18^{\circ}\text{C}$ , которая принята в помещении.



**Рисунок 1 – Величина теплового потока по месяцам**

По полученным значениям было подсчитано, что за время отопительного сезона рассматриваемый дом теряет примерно 43 Гкал энергии. При стоимости 1 Гкал — 16,9 рублей потери оцениваются в 724 рубля, что является довольно значительной суммой. Учитывая, что в Бресте около 3000 условных домов, потери составят 129000 Гкал энергии и около 2 миллионов рублей, что является резервом для принятия технических мер по экономии энергии.

Для уменьшения теплотерь при строительстве новых домов на сегодняшний день применяются панели с большим сопротивлением теплопередаче. Утепление фасадов домов, построенных несколько десятилетий назад, при капремонтах также помогает значительно уменьшить отток тепла, что приводит к экономии ресурсов и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду.

#### **Список использованных источников**

1. Горшков, А. С. Мероприятия по повышению энергоэффективности в строительстве / А. С. Горшков, А. А. Гладких // Academia. Архитектура и строительство. 2010. – № 3. – С. 246-250.
2. СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006\* (02250). – Минск: Минстройархитектуры, 2015. – С. 2.
3. Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А.А. Самарский. – М.: Изд-во МГУ, 1999.



## ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

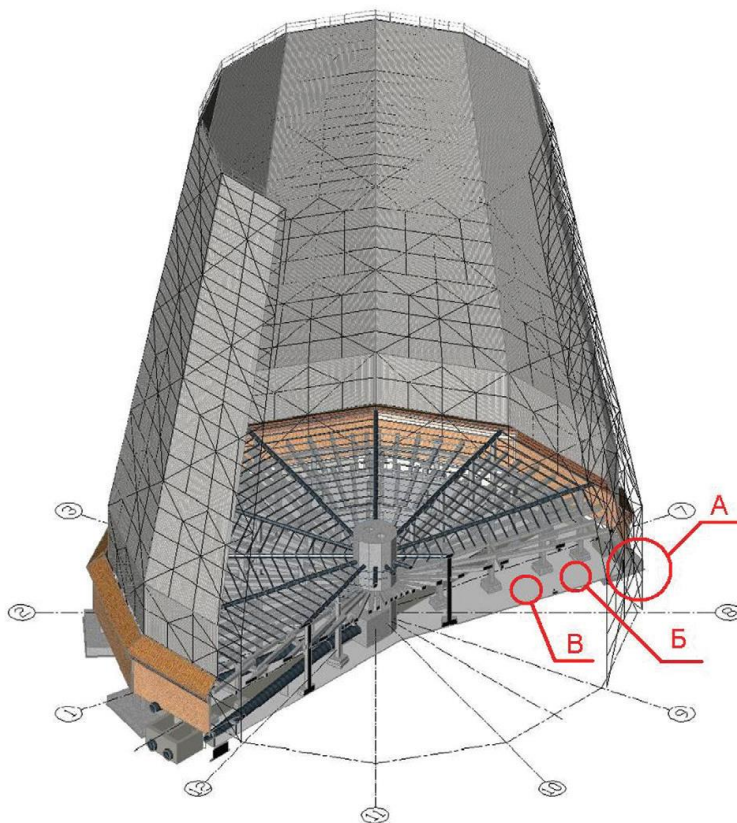
**Дедович Ю. А.**

УО «Белорусский государственный университет Транспорта», г. Гомель  
Республика Беларусь, [vostrova@tut.by](mailto:vostrova@tut.by), [smallli0507@gmail.com](mailto:smallli0507@gmail.com)  
Научный руководитель – Вострова Р. Н., к.т.н, доцент

*Today, the reconstruction of buildings under the influence of water is of particular importance. When using materials "Penetron" perhaps the restoration of destroyed in the process of operation concrete pools cooling towers and eliminating the filtration of water through the structure.*

Бетон имеет пористую структуру, пронизанную капиллярами и микротрещинами, что обусловлено испарением воды во время схватывания бетона, недостаточным уплотнением бетона при заливке, внутренним напряжением, которое возникает из-за усадки бетона в процессе схватывания.

Вследствие усиления воздействия факторов внешней среды, в том числе температуры и влажности в процессе эксплуатации железобетонных конструкции градирен тепловых электрических станций, происходит напорная фильтрация воды через стенки бассейнов, в результате образования трещин, разрушения защитного слоя, а также шелушения поверхности бетона.



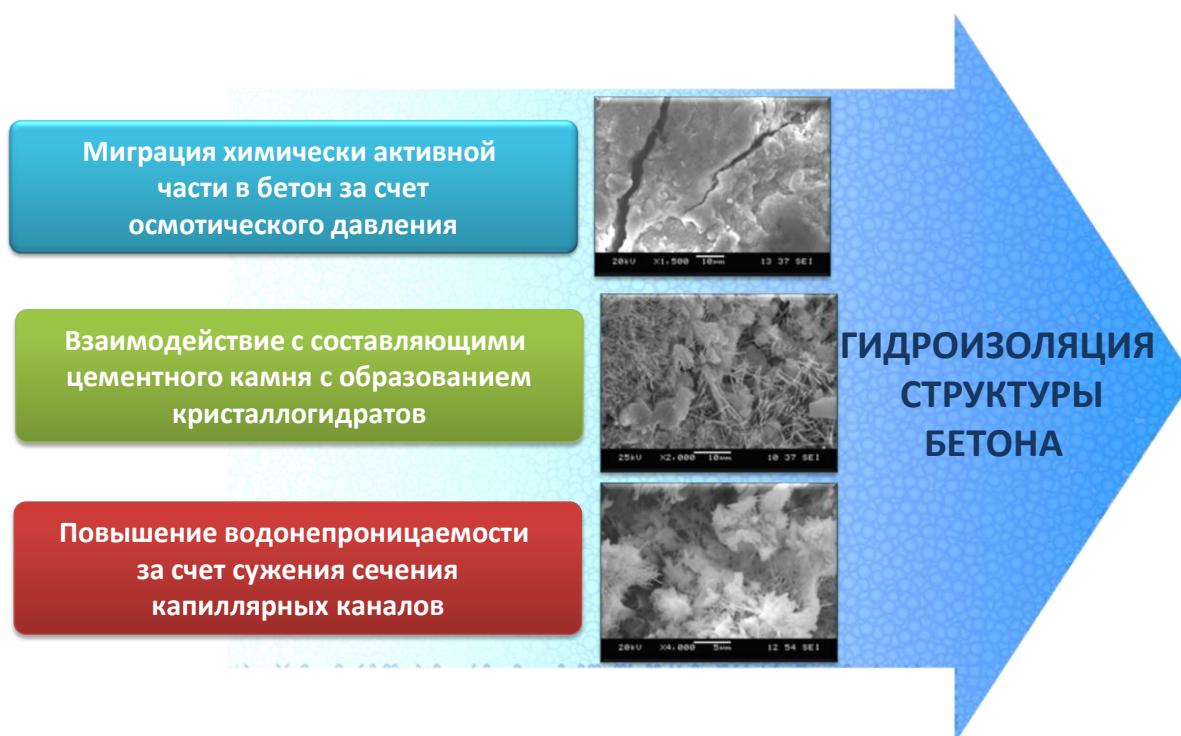
**Рисунок 1 – Реконструкция бассейна градирни тепловой электрической станции [1]**

При реконструкции сооружений восстановление гидроизоляции внешней поверхности железобетонных бассейнов градирен является очень затратным и экономически не выгодным решением. Одним из предлагаемых на современном рынке гидроизоляционных строительных инновационных материалов является «Пенетрон», который представляет собой сухую смесь, состоящую из цемента, кварцевого песка определенной granulometрии и запатентованных активных химических компонентов. Данный материал предназначен для предотвращения проникновения воды сквозь поры и трещины в структуре бетона шириной до 0,4 мм и гидроизоляции всей толщи сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Для гидроизоляции швов, трещин и для устранения напорных течей используются вспомогательные материалы «Пенекрит» и «Пенеплаг».

С целью устранения сквозной фильтрации воды сквозь структуру бетонной конструкции бассейна градирни на ТЭЦ-2, предлагается использование материала «Пенетрон». Данный материал заполняет поры, капилляры и микротрещины бетона с помощью нерастворимых химически стойких кристаллов.

«Пенетрон» наносится только на влажную поверхность, не требует предварительной сушки поверхности, что также является экономически выгодным при выполнении работ. Подготовка поверхности не занимает много времени и не нуждается в применении каких-либо дополнительных затратных технологий. Сам материал является простым в использовании.

Главной особенностью гидроизоляционного материала «Пенетрон» является то, что его можно наносить на поверхность бетонной конструкции либо на внутренней стороне, либо на внешней, в зависимости от надобности, но вне зависимости от направления давления и фильтрации воды.



**Рисунок 2 – Принцип проникающего действия гидроизоляционного материала «Пенетрон» [2]**

Материал является эффективным даже при высоком гидростатическом давлении, позволяет защитить бетон от воздействия таких сред, как кислоты, щелочи, сточные, грунтовые, морские воды. При обработке материалом бетона он приобретает стойкость к воздействию карбонатов, хлоридов, сульфатов, нитратов и прочих агрессивных веществ, проявляет высокую стойкость при воздействии высокой радиации, увеличиваются показатели морозостойкость и прочность. Повышается марка бетона по водонепроницаемости. Материал не токсичен, не горюч, не взрывоопасен, радиационно безопасен.

Перед применением материала «Пенетрон» следует очистить поверхность от пыли, грязи, нефтепродуктов, штукатурного слоя, плитки, краски и других материалов, которые препятствуют проникновению его в поры бетонной конструкции. Очистку бетонной поверхности следует производить при помощи водоструйной установки высокого давления, после которой излишки воды следует убирать. Следует обработать слабым раствором кислоты гладкие и шлифованные поверхности, удалить слабый, непрочный слой бетона.

Для приготовления состава «Пенетрон» необходимо смешать в пропорциях сухую смесь и воду (400 грамм воды на 1 кг «Пенетрон»). Вливать воду строго в сухую смесь. В течение 1-2 минут следует смешивать раствор вручную или при помощи низкооборотной дрели. Готовить необходимо количество раствора, которое можно будет использовать за 30 минут. При использовании раствора следует регулярно перемешивать для сохранения консистенции и исключить повторное добавление воды в раствор.

Материал «Пенетрон» следует наносить в два слоя кистью из синтетического волокна или с помощью растворонасоса с насадкой для распыления. Первый слой раствора наносят на влажный бетон. Вторым слоем наносится на свежий, но схватившийся первый слой. Перед нанесением второго слоя поверхность также следует увлажнить. Наносить материал следует равномерно по всей поверхности, без пропусков.

Основываясь на приведенных исследованиях, можно сделать следующие выводы о преимуществах применения гидроизоляционного материала «Пенетрон»:

1. Срок службы предлагаемой гидроизоляции равен сроку службы бетона.
2. Простота применения и, как следствие, снижение затрат на строительство или ремонт.
3. Обеспечение не только гидроизоляции, но и защиты конструкций от коррозии.
4. Свойство самозалечивания предотвращает фильтрацию воды через трещины (с раскрытием до 0,4 мм).
5. Максимально возможный межремонтный срок конструкций.

#### **Список цитированных источников**

1. Гидроизоляция и восстановление бассейна башенной градирни // Сухой закон. – 2012. – № 10 (77). – С. 20-22.
2. Технологический регламент на проектирование и выполнение работ по гидроизоляции и антикоррозийной защите монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., СРО «РСПППГ», 2008, - 64с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://penetron.ru/uploads/Techreglament2008.pdf>.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ОБОЛОЧКИ ЗДАНИЯ

**Железняков П. А.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, jkaia@yandex.by  
Научный руководитель – Колдаева С. Н., к.т.н, доцент

*Modern photovoltaic modules can be applied in almost any architectural project as a building material for cladding a building, as building enclosing structures of the building itself, and also as exterior structures.*

**Проблематика.** На территорию Беларуси за год поступает солнечная энергия суммарной величиной около  $3 \cdot 10^{14}$  кВт×ч, что эквивалентно 40 млрд тонн условного топлива (т у.т.) и более чем на три порядка превышает нынешнее общее потребление энергоносителей в государстве. Признано, исходя из расчётов, что без вреда для экологии возможно использовать до 1,5% солнечной энергии. В Беларуси при использовании до 1,5% можно в 2 раза перекрыть текущие потребности страны в энергии[1].

Солнечные батареи, производя нужную человеку электрическую энергию, не загрязняют окружающую среду, не производят вредные для окружающей среды выбросы и отходы. Это производство энергии не требует ни жидкого, ни газообразного топлива, его не надо ни транспортировать, ни сжигать.

Цель настоящей работы – исследовать возможность интеграции пленочных солнечных панелей в светопрозрачные конструкции 2-го корпуса УО БелГУТ. Расчёты выполнены для пленочных солнечных панелей мощностью 100Вт, геометрические размеры которых 1100\*1300\*6,6 мм (см. рис. 1) [2].

Характеристика работы указанной выше солнечной панели для условий Гомеля представлена на рисунке 2. Годовая выработка одной панели составляет 80,49 кВт×ч. Расчетное количество панелей составило 165 шт. Для сравнения на рисунке 3 представлена характеристика работы монокристаллической солнечной панели мощностью 150 Вт. Годовая выработка -124,73 кВт×ч.



**Рисунок 1 – Полупрозрачная тонкопленочная солнечная панель**



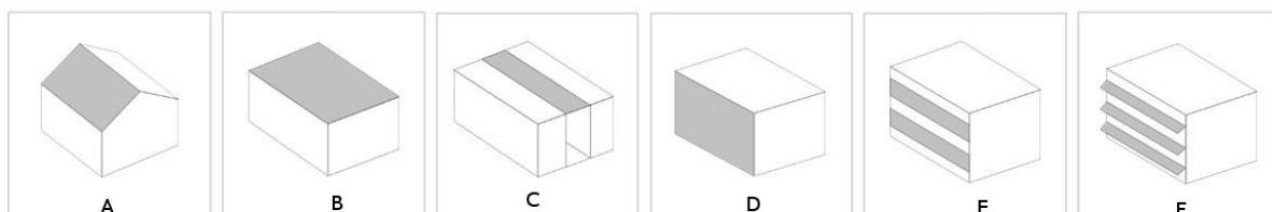
**Рисунок 2 – Сезонная выработка одной пленочной солнечной батареи**



**Рисунок 3 – Сезонная выработка одной монокристаллической солнечной батареи**

Солнечные панели могут быть включены практически в любой архитектурный проект и как строительный материал для облицовки здания, и для создания самих ограждающих конструкций зданий. Существует два основных варианта в интеграции солнечных батарей в конструкцию зданий:

- 1) BAPV (Building Applied Photovoltaics) — добавление фотоэлектрических модулей поверх ограждающих конструкций здания (рис. 4);
- 2) BIPV (Building Integrated Photovoltaics) — замена части (или полностью) ограждающих конструкций здания специально созданными для данного проекта фотоэлектрическими модулями (рис. 4).

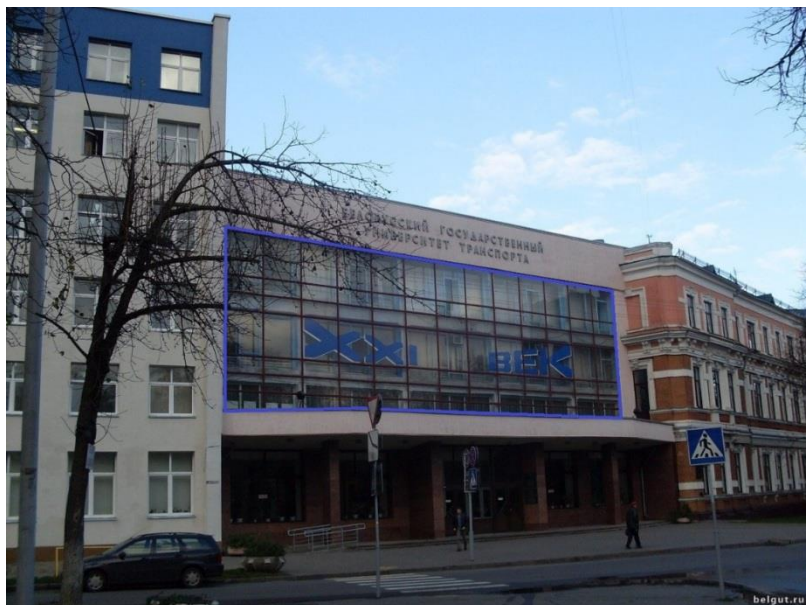


*A - скатная кровля, B - плоская кровля, C - световой люк (фонарь), D - фасадная облицовка, E - фасадное остекление, F - внешние устройства*  
**Рисунок 4 – Категории интегрированных модулей BAPV, BIPV**

Фотоэлектрический фасад отличается элегантным дизайном своих модулей. Солнечные панели для прозрачных или полупрозрачных фасадов могут быть тонкопленочными с очень большой степенью прозрачности или в сочетании с обычным остеклением.

Интеграции солнечных панелей в светопрозрачные конструкции оболочки здания дает возможность снизить потребление органического топлива на выработку электроэнергии для нужд корпуса №2 УО БелГУТ (рис. 6). Годовой расход

электроэнергии по 2-му корпусу УО БелГУТ составляет 76,3 МВт×ч. Годовая выработка 140 монокристаллических и 35 пленочных солнечных батарей – 21,9 кВт×ч, что эквивалентно 7.97 т у.т., и это 29 % от годового потребления 2-го корпуса.



**Рисунок 5 – Зона расположения солнечных панелей**

#### **Список цитированных источников**

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. /Нац. ком. По устойчивому развитию Респ. Беларусь; редкол. : Я. М. Александрович [и др.]. – Минск : Юнипак. – 200 с.
2. Использование солнечной энергии для повышения энергоэффективности жилых зданий: справочное пособие/исполн.: В. В. Покотиллов, М. А. Рутковский. – Минск: 2015. – 64 с.

УДК 502

## **АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА**

**Зеленковская Я. С.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины» г. Гомель, Республика Беларусь,  
yana.zelenkowskaya@yandex.ru  
Научный руководитель – Шпилевская Н. С., ст. преподаватель

*The article analyzes scientific publications on the use of solar energy in human life, its change in certain areas, ways to improve efficiency and impact on the environment.*

Солнечная энергия представляет собой поток излучений и имеет большое значение для живых организмов на планете Земля. Солнце поддерживает жизнь на планете, влияя при этом на различные жизненно важные процессы в биосфере.

Цель исследования – проанализировать научную литературу об использовании энергии солнца.

Важность изучения солнечной радиации не теряет актуальности уже длительное время. Особый интерес представляет её изучение в горных районах. Изменение режима суммарной солнечной радиации можно проследить на примере юго-восточной части горного Алтая. Впервые эти закономерности рассмотрела Селезнева Ю. А. в своей статье «Режим суммарной солнечной радиации в юго-восточной части горного Алтая». Мера изменчивости солнечной радиации была произведена с помощью коэффициента вариации. В разные месяцы получены его различные значения: от минимального 6,8% в августе до максимального 22,0% в декабре. Коэффициент вариации годовых сумм суммарной радиации равен 2,6% [1].

Исследованиями многолетних изменений солнечной радиации в умеренных широтах в России, на территории Прибалтики, Украины и Казахстана занимались такие ученые, как Стадник В. В, Карпенко В. Н., Ключева М. В., Наумова Н. И, Шанина И. Н. в этих исследованиях было использовано 123 станции для измерений показаний солнечной радиации в разных регионах в период с 1961 по 1990 гг. Результаты этих исследований говорят об уменьшении годовых сумм как прямой радиации, так и косвенной на 2-4 % относительно за 10 лет, также они позволяют судить о длиннопериодных колебаниях поступления солнечной радиации, отмечается зависимость между суммарным появлением облаков и уменьшением количества солнечных лучей, достигающих поверхности Земли. Для получения выводов многолетней работы были использованы математико-статистические методы [2].

Человек научился использовать энергию солнца для собственных нужд, включая электроэнергию. Исследовав научную литературу, было выявлено, что на сегодняшний день прием и аккумуляция энергии солнца возможна двумя способами: при помощи солнечных батарей и коллекторов.

Было определено, что для получения максимального количества энергии для солнечных электрических панелей или коллекторов важно знать оптимальный угол наклона к плоскости горизонта. Б. И. Назаровым и М. А. Салиевым были проведены расчеты потока суммарной радиации на наклонную поверхность коллекторов и панелей. Получены среднегодовые и среднемесячные суммы радиации, а также суммы для тёплой и холодной половины года и сезонов года при разных углах наклона солнечной панели в г. Душанбе (период 2011-2013 гг.). Выявлено, что оптимальное положение солнечных приёмников соответствует широте г. Душанбе. Среднегодовая сумма радиации составляет 1447,91 кВт\*час/м<sup>2</sup> [3].

Один из способов повысить эффективность солнечных панелей – разместить элементы гелиосистемы в космосе. Анализируя статью М. В. Понамарева, можно выделить ряд государств, которые ведут разработки для построения национальных комплексов, состоящих из солнечных коллекторов, управляемых робототехникой. В одном из приведенных примеров М. В. Понамарева предполагается, что данные орбитального сооружения будут передавать на Землю очень большие объемы энергии, источник которой практически не иссякает, в некоторых из разработок заложена возможность посылать на наземные приемники гигаватты потоки энергии [4].

Как и любой вид энергетики, использование солнечная энергия также влияет на экологию окружающего мира и имеет экономическую составляющую. Один из путей решения проблемы экономически и экологически рационального природо-

пользования в Крыму был рассмотрен в статье Соловьева А. М., Шумского Н.Н., Драгана Н.А. и представляет собой применение территорий брошенных карьеров для размещения солнечных электростанций и производства электроэнергии. Выбор и оценку пригодности карьеров для размещения солнечных электростанций проводили с учетом месторождений твердых полезных ископаемых. Итоговая модель распределения карьеров Крыма по классам пригодности была получена путем сопоставления возможных участков для установление солнечных электростанций и векторного слоя месторасположение карьеров. Эта модель создана автоматически и имеет 4 различающихся между собой класса, которые соответствуют определённой палитре цвета.

Результатами исследований было постановлено, что максимально выгодным положением для размещения солнечных электростанций являются Кодыковское, Оленевское и Баксинское месторождение [5].

На сегодняшний день постоянно ведутся научные изыскания по улучшению качества технологий добычи и переработки солнечной энергии. Зависимость использования новых подходов к получению кремния, поликремния и монокристалла солнечной энергетики от улучшения электровакуумных материалов проследили авторы научной статьи: Чесноков Б. П., Наумова О. В. и Спиридонова Е. В. Также было установлено, что внедрение в технологическую цепочку производства электровакуумных материалов способствует открытию новых возможностей управления свойствами поликристаллических и тонкопленочных структур, при этом предполагаются механические и физические изменения в солнечных батареях. Плюсами такого улучшения считаются: возможность охватить все технологические пределы минерального сырья, также обогащение кварцитов, очистку и получение монокристаллического кремния, обеспечение рынка высококачественной продукцией, создание наноструктурированных материалов на основе присадок из нитридов индия и галлия, эта особенность позволяет создать фотоэлектрические элементы, способные воспринимать весь солнечный спектр, в отличие от солнечных батарей, изготовленных из монокристаллического кремния [6].

Таким образом, солнечная энергетика, которая является возобновляемой, ввиду постоянных разработок и усовершенствования технологий ее получения, приобрела на сегодняшний день развивающий характер. Анализируя статьи на тему получения солнечной энергии, можно сказать, что ведутся разработки по повышению эффективности солнечных станций, исследуются закономерности распространения солнечной радиации и влияние на экологию. Большой объем солнечных панелей на 2018 год производится в России и Китае такими производителями, как Panda, Trina Solar, DELTA, Квант.

### **Список цитированных источников**

1. Селезнева, Ю. А. Режим суммарной солнечной радиации в юго-восточной части горного Алтая / Ю.А. Селезнева // Проблемы геологии и освоение недр. – 2013. – С. 611–613.

2. Стадник, В.В. Исследование многолетних изменений солнечной радиации и облачности по данным наземных измерений и влияние их на термический режим / В.В. Стадник, В.Н. Карпенко, М.В. Ключева, Н.И. Наумова, И.Н. Шанана // Отчет о НИР № 98-05-65558 (Российский фонд фундаментальных исследований).

3. Назаров, Б.И. Расчет потока суммарной радиации на наклонную плоскость солнечных приемников в условиях аэрозольного загрязнения атмосферы / Б.И. Назаров, М.А. Салиев, А.Н. Махмудов, С.Ф. Абдулаев // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2015. – Том 58. – № 12. – С. 1111–1118.



4. Понамарев, С.В. Солнечная энергетика в развитии / С.В. Панамарев // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2015. – № 1. – С. 70–73.

5. Соловьев, А.М. Опыт мультикритерийного ГИС моделирования размещения солнечных электростанций на карьерах Крыма / А.М Соловьев, Н.Н. Шумских, Н.А. Драган // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Том 26. – №2. – С. 97–106.

6. Чесноков, Б.П. Основные тенденции в развитии солнечной энергетики / Б.П Чесноков, О.В. Наумова, Е.В. Спиридонова // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоэнергоснабжения. – 2010. – Том 1. – № 1. – С. 223–225.

УДК 628.84

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНЫХ КОНДИЦИОНЕРАХ ДЛЯ ТЕПЛОГО И ХОЛОДНОГО ПЕРИОДОВ ГОДА**

**Иванюк Д. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, dashaivanuk13031998@gmail.com  
Научный руководитель – Янчилин П. Ф., м.т.н.

*The article contains a selection of the most suitable options for a central air conditioning unit designed for the conference hall in the city of Borisov.*

Современные системы кондиционирования воздуха — это сложный комплекс в кластере систем климатизации, в них применяется большое количество функциональных блоков и агрегатов, которые технологически взаимосвязаны и взаимозависимы. Эффективность работы такой системы, ее технико-экономические показатели во многом зависят от принятых схем.

Выбор принципиальной схемы может быть решен в ходе построения на I-d диаграмме процессов обработки воздуха в кондиционере. При построении процессов необходимо стремиться к рациональному использованию энергии, экономичному расходу холода, тепла и электроэнергии.

Схемы процессов изменения состояния воздуха в помещении и при его обработке в приточно-вытяжной установке должны быть представлены на I-d диаграмме.

Параметры воздуха представлены характерными точками:

Точка Н — параметры наружного воздуха;

Точка В — параметры воздуха в обслуживаемой зоне;

Точка П — параметры приточного воздуха;

Точка У — параметры удаляемого воздуха.

Согласно п.7.2 [1] принимаем систему кондиционирования воздуха второго класса.

При проектировании системы кондиционирования для зала заседаний были выбраны следующие параметры наружного воздуха (см. таблица 1) [1].

**Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха**

Период года	Температура $t_n$ , °C	Удельная энтальпия, $I_n$ , кДж/кг	Скорость ветра $v$ , м/с
1	2	3	4
Теплый	24,2	49,1	2,6
Холодный	-24,0	-23,2	3,8

Расчетные параметры внутреннего воздуха представлены в таблице 2 [2].

**Таблица 2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха**

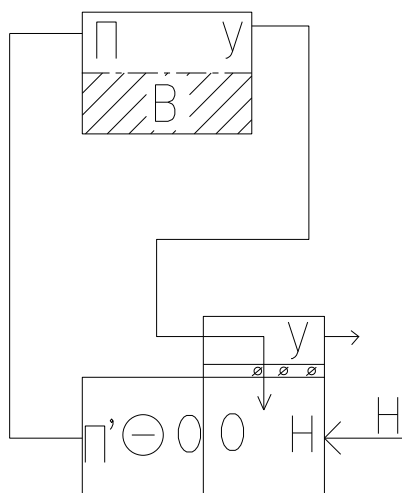
Период года	Температура $t_{в}$ , °C	Относительная влажность $\phi_{в}$ , %	Скорость движения $u_{в}$ , м/с
1	2	3	4
Теплый	25	60	0,3
Холодный	19	30	0,2

Представим характеристику процессов с наименьшими затратами тепла, воды и энергоресурсов, посчитанных по [3].

**1. Процесс обработки воздуха в теплый период с первой рециркуляцией и фреоновым охладителем**

Путем параллельного переноса накладываем процесс изменения состояния воздуха в помещении  $\epsilon_T=7409,28$  на точку В и определяем на этой линии положение точек, характеризующих состояние приточного и удаляемого воздуха: точку П ( $t_p=\text{const}=20^\circ\text{C}$ ), точку У ( $t_y=\text{const}=25,75^\circ\text{C}$ ).

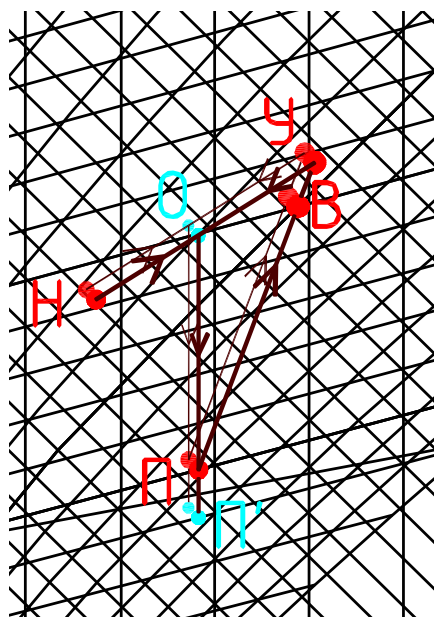
Принимаем, что нагрев воздуха в вентиляторе и путьные изменения его температуры в воздуховодах составляют примерно  $1^\circ\text{C}$  при  $d=\text{const}$ . По этой причине точка, характеризующая состояние воздуха на входе в вентилятор, находится ниже точки П на один градус по линии  $d_p=\text{const}$ . Параметры воздуха на входе в вентилятор характеризует точка П'.



**Рисунок 1 – Принципиальная схема установки**

По принятой схеме (рис. 1) на диаграмме (рис. 2) линия НУ характеризует первую рециркуляцию, где рециркуляционный воздух составляет 47%. Далее смешанный воздух охлаждается в воздухоохладителе, его характеризует линия

ОП'. Линия П'П — нагрев воздуха в вентиляторе. ПВ характеризует изменение состояния воздуха в помещении.

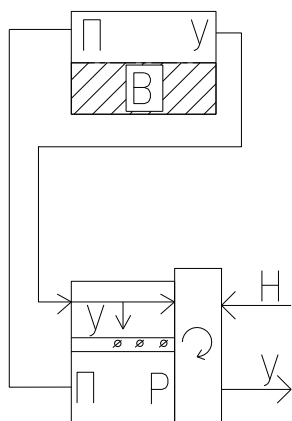


**Рисунок 2 – Процесс обработки воздуха в теплый период**

## 2. Процесс обработки воздуха в холодный период с роторным рекуператором и второй рециркуляцией

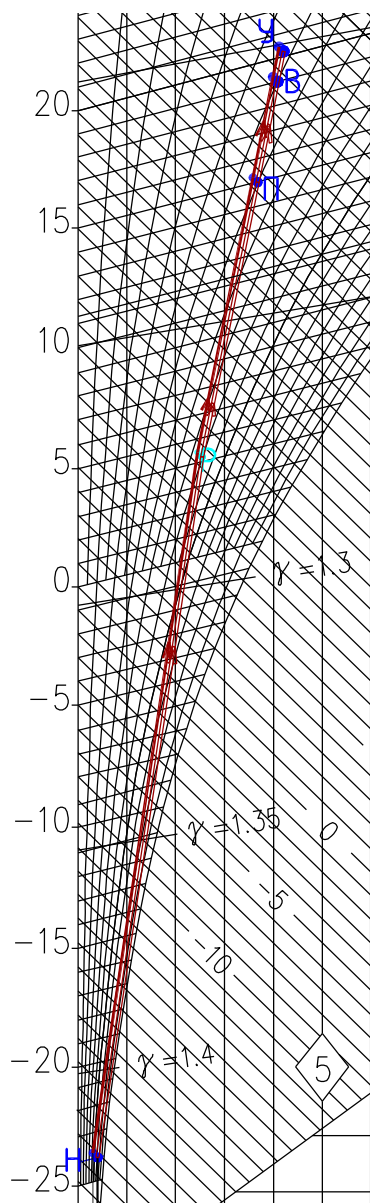
Путем параллельного переноса накладываем процесс изменения состояния воздуха в помещении  $\epsilon_x=12397,26$  кДж/кг на точку В и определяем на этой линии положение точек, характеризующих состояние приточного и удаляемого воздуха: точку П ( $t_p=15^{\circ}\text{C}$ ) и точку У ( $t_y=20,2^{\circ}\text{C}$ ).

По принятой схеме установки (рис.3) линия НР (рис. 4) характеризует процесс изменения состояния воздуха в рекуператоре, где наружный воздух нагревается за счет отбора теплоты удаляемого воздуха, без его смешивания с наружным. Точка Р характеризует состояние воздуха на выходе из рекуператора. Линия РУ — линия смешения удаляемого воздуха с рециркуляционным. Точка П — точка смешения. Линия ПВ характеризует изменение состояния воздуха в помещении.



**Рисунок 3 – Принципиальная схема установки**

Качественный выбор кондиционера предполагает исследование различных вариаций его комплектующих и их характеристик. Наиболее оптимальный вариант формируется из максимально близких друг к другу соотношения затрат на организацию системы и ее способности к поддержанию необходимых условий. Исходя из полученных данных, для зала заседаний в городе Борисове произведен выбор оптимального варианта центрального кондиционера, в который входят: блок фильтрации, блок смешения, фреоновый охладитель, вентиляторный блок, ротационный рекуператор и блок шумоглушения.



**Рисунок 4 – Процесс обработки воздуха в холодный период**

**Список цитированных источников**

1. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01–03. – Минск, 2004.
2. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях: ГОСТ 30494-96. – 1999. – 7 с.
3. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учеб. пособие / П.И. Дячек. – М.: Издательство АСВ, 2017. – 676 с.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА И СПОСОБОВ ОБРАЩЕНИЯ С НИМИ

**Ковалёва А. А., Чепрасова В. И.**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск Республика Беларусь, zolha@tut.by  
Научный руководитель – Залыгина О. С., к.т.н., доцент

*The article describes the waste of galvanic production and considers the existing ways of handling them. It is shown that the level of use of these wastes is low, and it is necessary to look for ways of their processing.*

Отходы гальванического производства можно разделить на три группы: осадки сточных вод, отработанные технологические растворы и гальваношламы.

Осадок сточных вод образуется при очистке промывных сточных вод гальванического производства, которые образуются при многочисленных операциях промывки деталей между стадиями технологического процесса и характеризуются относительно небольшой концентрацией ионов тяжелых металлов (максимально до 5 г/дм<sup>3</sup>, обычно 0,1–1 г/дм<sup>3</sup>). В состав промывных сточных вод входят минеральные кислоты, щелочи, соединения шестивалентного хрома, соли цинка, никеля, меди, кадмия и других металлов в зависимости от вида наносимого покрытия.

Существуют различные методы очистки сточных вод гальванического производства: химический (реагентный) метод, гальванокоагуляция, электрокоагуляция, сорбция, ионный обмен, электродиализ, обратный осмос, ультрафильтрация, мембранный метод и др. В рамках государственной программы научных исследований «Механика, техническая диагностика, металлургия», подпрограммы «Гальванические технологии и оборудования», на кафедре промышленной экологии Белорусского государственного технологического университета (БГТУ) было проведено обследование оборудования и технологий очистки сточных вод гальванических цехов (участков) белорусских предприятий. Было установлено, что на всех предприятиях используются такие методы очистки, как реагентный, электрокоагуляция и гальванокоагуляция. Их общим недостатком является образование большого количества осадков сточных вод.

Переработка осадков сточных вод гальванического производства затруднена вследствие непостоянства и многокомпонентности их состава. Тем не менее, в настоящее время существует довольно много работ, посвященных их переработке. В большинстве случаев предлагается использовать осадок сточных вод гальванического производства в промышленности строительных материалов – при изготовлении бетонных смесей, стеновых керамических материалов, заполнителей для лёгких бетонов (керамзита, аглопорита), лицевых керамических изделий [1]. Однако практически в Республике Беларусь существует только три предприятия, перерабатывающие осадки сточных вод гальванического производства – ЧПУП «Силикатный завод» (г. Бобруйск), Петриковский керамзитовый завод и ПЧУП «Катпромстрой» (г.п. Коханово, Витебская обл.). Поэтому во многих случаях осадки сточных вод гальванического производства хранятся на территории предприятий, создавая угрозу загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами.

Гораздо меньше внимания уделяется гальваническим шламам и отработанным технологическим растворам вследствие незначительного количества их образования.

Гальваношламы образуются на дне гальванических ванн в процессе их эксплуатации и в большинстве случаев содержат значительное количество соединений железа. Это связано с тем, что электролит загрязняется ионами железа вследствие нанесения покрытий на стальные детали, далее происходит гидролиз железа с образованием гидроксидов, которые выпадают в осадок. В настоящее время гальваношлам смывается с отработанными электролитами на очистные сооружения. Однако высокое содержание в них соединений железа делает гальванические шламы потенциальным сырьем для производства железосодержащих пигментов. В настоящее время в литературе осадки сточных вод гальванического производства часто называют гальваношламами, что затрудняет восприятие этого вида отхода как самостоятельного и препятствует решению проблемы его переработки.

Наиболее опасными отработанными технологическими растворами гальванического производства являются отработанные электролиты, т. к. они характеризуются высокой концентрацией ионов тяжелых металлов (до 250 г/л), которые обладают токсическим, канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием.

В настоящее время на различных предприятиях отработанные электролиты относят либо к сточным водам, либо к жидким отходам. Поэтому на многих предприятиях их сбрасывают на очистные сооружения совместно с промывными сточными водами. Это затрудняет работу очистных сооружений вследствие периодического повышения концентрации загрязняющих веществ в сточной воде либо требует значительного количества чистой воды для предварительного разбавления концентрированных отработанных электролитов.

В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, отработанные растворы электролитов являются отходами производства. В случае отнесения отработанных электролитов к жидким отходам встает вопрос о правомерности сброса их на очистные сооружения и далее в канализационные сети. На предприятиях сброс отработанных электролитов на очистные сооружения рассматривают как обезвреживание отходов. Однако согласно законодательству об обращении с отходами обезвреживание отходов должно осуществляться исключительно на объектах обезвреживания отходов, которые подлежат обязательной государственной регистрации. Согласно государственному Реестру объектов по использованию и обезвреживанию отходов по состоянию на 19 ноября 2018 года в республике зарегистрировано только семь предприятий, имеющих объекты по обезвреживанию собственных отработанных электролитов гальванических производств: ОАО «БЕЛАЗ» (г. Жодино), РУП «Борисовский завод агрегатов», ОАО «Минский автомобильный завод», ОАО «Минский завод колесных тягачей», ОАО «Барановичский завод автоматических линий», ОАО «Экран» (г. Борисов), ОАО «Мозырский машиностроительный завод» [2].

На большинстве предприятий отработанные технологические растворы подвергают регенерации, однако число циклов регенерации ограничено вследствие накопления загрязняющих веществ, поэтому проблему обращения с ними нельзя считать решенной. В настоящее время существуют различные предложения по переработке отработанных технологических растворов гальванического производства, однако практической реализации они не нашли. Существующие направления обращения с отходами гальванического производства представлены в таблице.

**Таблица – Существующие направления обращения с отходами гальванического производства**

Осадок сточных вод	Хранение на территории предприятия
	Использование в промышленности стройматериалов
Гальваношлам	Хранение на территории предприятия
	Сброс со сточными водами на очистные сооружения и далее в городские канализационные сети
Отработанные технологические растворы	Обезвреживание отдельным потоком
	Сброс со сточными водами на очистные сооружения и далее в городские канализационные сети

Таким образом, в настоящее время уровень использования отходов гальванического производства остается низким и необходимо искать пути их переработки с целью превращения отходов гальванического производства в ценный вторичный материальный ресурс.

**Список цитированных источников**

1. Марцуль, В.Н. Некоторые направления использования отходов гальванического производства / В.Н. Марцуль, О.С. Залыгина, Л.А. Шибека, А.В. Лихачёва, В.И. Романовский // Труды БГТУ. Химическая технология неорганических материалов и веществ. – Минск, 2012. – № 3. – С. 70–75.

2. Официальный сайт Республиканского научно-исследовательского унитарного предприятия «БелНИЦ «Экология» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoinfo.by/> – Дата доступа: 04.12.2018.

УДК 621.311.243

**СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
ТЕПЛОВЫХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГЕЛИОУСТАНОВОК  
В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

**Коновалова Д. В., Кирьянова И. О.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, dianabonia98@mail.ru, mrs\_irinka5@mail.ru

Научный руководитель – Колдаева С. Н., к.т.н, доцент

*A comparison of the performance of solar collector and solar panels to the environmental withstand . Modern solar collector and solar panels can be included in almost any architectural project, as well as as a building material for the cladding of a building.*

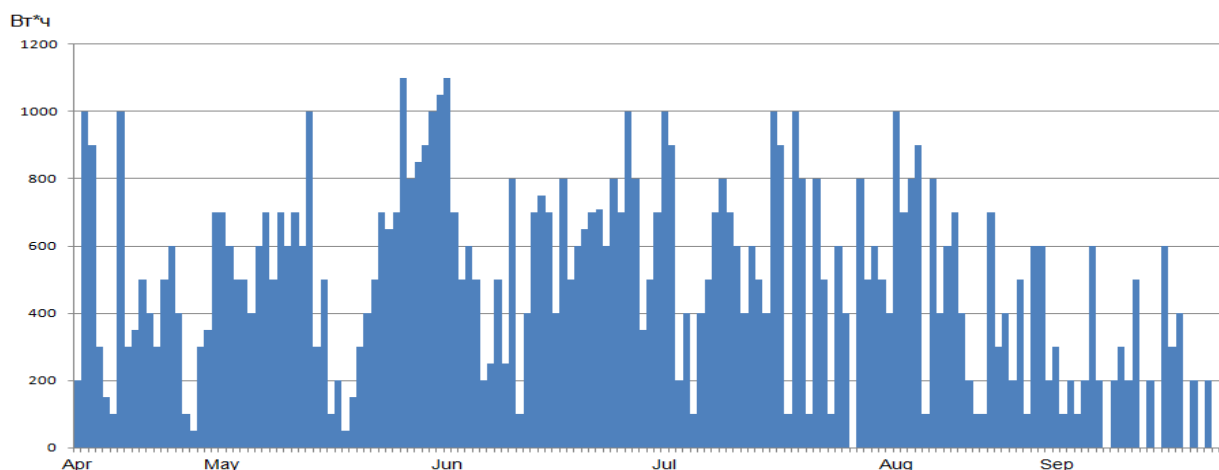
Удельное годовое потребление электроэнергии в среднем составляет в месяц на семью – 150 кВтч, теплоты на нужды отопления и горячего водоснабжения в жилом фонде составляет 200 ...290 кВтч/м<sup>2</sup> (в том числе на отопление 130 ... 190 кВтч/м<sup>2</sup>, на горячее водоснабжение 70 ... 100 кВтч/м<sup>2</sup>) [1].

Современные нормы Беларуси предусматривают удельное годовое потребление на нужды отопления не более 60кВтч/м<sup>3</sup>. При этом расходы теплоты на

горячее водоснабжение  $80\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ , что превышает расходы на отопление. Снизить расходы можно за счет применения гелиосистем и использования низкопотенциальной энергии внешней среды.

Цель настоящей работы – сравнение снижения производительности гелиоколлектора и солнечной панели от облачности.

*Солнечный коллектор – устройство для сбора тепловой энергии Солнца (гелиоустановка), переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением. В отличие от солнечных батарей, производящих непосредственно электричество, солнечный коллектор производит нагрев материала-теплоносителя.*



**Рисунок 1 – Выработка электроэнергии в загородном доме за 6 месяцев**

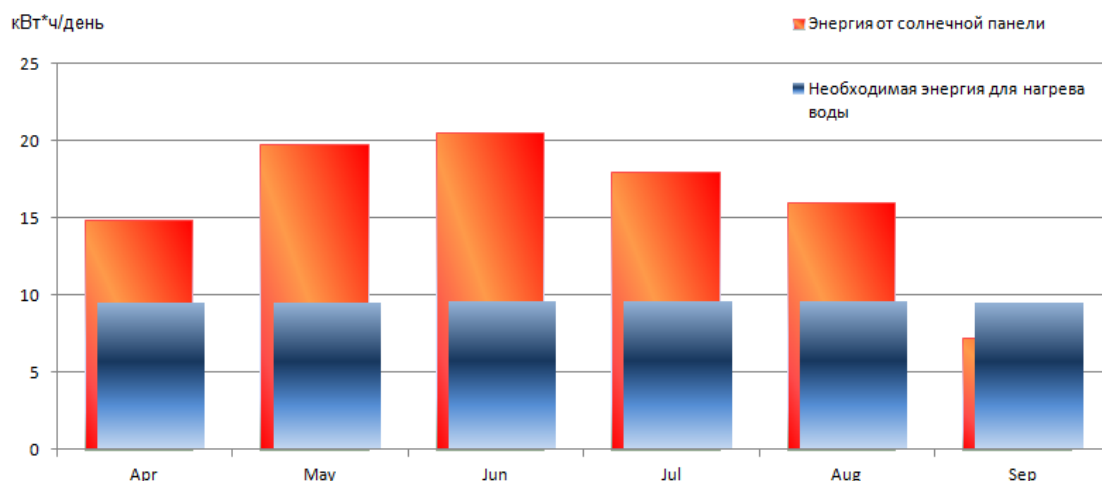
График выработки электроэнергии в загородном доме за 6 теплых месяцев представлен на рисунке 1. В данной работе мы исследовали две монокристаллические панели мощностью 100 Вт. Из графика видно, что, когда день пасмурный, выработка солнечной панели ухудшается. Значения отклонения выработки электроэнергии в пасмурные дни от максимального значения, вырабатываемой солнечной панелью, сведены в таблицу 1:

**Таблица 1 – Выработки электроэнергии в пасмурные дни**

Месяц	Возможная максимальная производительность, Вт·ч/день	Средняя производительность, Вт·ч/день	Потери на облачность средние, %	Потери на облачность максимальные, %
Апрель	1000	429,4	42,9	95
Май	1000	611,7	55,5	95
Июнь	1100	615,9	55,9	81
Июль	1100	558	55,8	90
Август	1000	495,2	49,5	90
Сентябрь	600	217,4	36,1	96



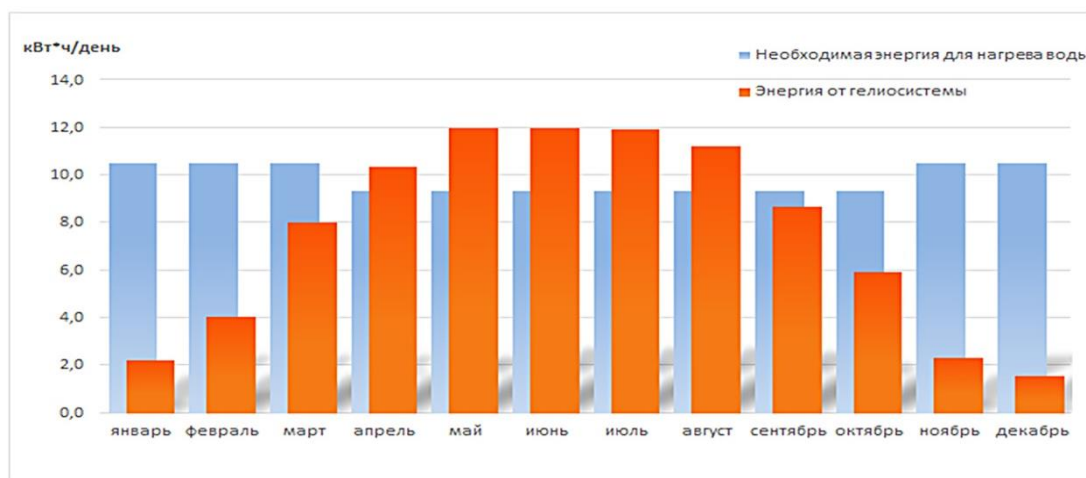
Изменение среднемесячной выработки двух солнечных панелей по 100кВт по месяцам теплого периода представлено на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Среднемесячной выработки солнечной панели по месяцам теплого периода**

Проведенное исследование показало, что в пасмурные дни среднее падение выработки энергии от солнечной панели составило 36 – 56%, а максимальное снижение выработки в дни с плотной облачностью составило 81–96%.

Рассмотрим данную проблему для гелиоколлектора. Среднесуточная выработка коллектора по месяцам представлена на рисунке 3.



**Рисунок 3 – Среднесуточная выработка коллектора по месяцам**

На суммарную выработку тепловой энергии гелиоколлектором также влияет достаточно большое количество дополнительных факторов.

В солнечный день мощность солнечного излучения составляет 0,6...1,1 кВт/м<sup>2</sup>, если небо покрывается белыми облаками, то мощность солнечного излучения составляет около 0,1...0,2 кВт/м<sup>2</sup>, облачность от серой до темно-серой – 10...70 Вт/м<sup>2</sup>. Соответственно снижается эффективность работы гелиоустановок.

Например, среднее значение получаемой энергии от одного коллектора в солнечный день- 100% от полной мощности, в облачный – 50%, в пасмурный – 25%. В целом падение производительности от облачности для коллектора ниже, чем для солнечной панели.

**Вывод.** Однозначно определить, что лучше – солнечный коллектор или солнечная панель крайне сложно, так как уже говорилось, что устройства имеют разный принцип работы. Решение зависит от того, какую цель мы преследуем установкой данного оборудования. Для обеспечения дома горячей водой можно использовать как солнечные коллекторы, так и солнечные панели – подогревать теплоноситель вырабатываемой электрической энергией. Излишки выработанной электроэнергии при этом могут быть использованы на хозяйственно-бытовые нужды.

КПД солнечных коллекторов достигает 80 %, но за те же деньги можно установить в 3-4 раза больше солнечных батарей с КПД 20%. Но поскольку к солнечным панелям необходимо дополнительное оборудование – инвертор и аккумулятор, а это приводит к дополнительным затратам, сравнимым со стоимостью панелей, можно прийти к выводу, что для подогрева воды в системе ГВС выгоднее использовать солнечный коллектор.

#### **Список цитированных источников**

1. Использование солнечной энергии для повышения энергоэффективности жилых зданий: справочное пособие/исполн.: В. В. Покотилов, М. А. Рутковский. – Минск: 2015. – 64 с.

УДК 504.064.47: 628.386

## **ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННОГО ХЛОРИДНО-АММОНИЙНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА С ПОЛУЧЕНИЕМ БЕЛОГО ПИГМЕНТА**

**Кузьменкова О. Ю., Чепрасова В. И.**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, zolha@tut.by

Научный руководитель – Залыгина О. С., к.т.н., доцент

*The article shows the possibility of obtaining white pigments from spent ammonium chloride electrolytes galvanizing production. The obtained pigments are characterized by high properties and can be used in ceramic industry*

Одним из отходов гальванического производства являются отработанные электролиты. Они характеризуются высокой концентрацией тяжелых металлов (до 250 г/л), но незначительным объемом и периодичностью образования (от 1 раза в неделю до 1 раза в 4 года) [1].

В соответствии с Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, отработанные растворы электролитов являются отходами производства. В настоящее время эти жидкие отходы либо сбрасываются на очистные сооружения совместно с промывными сточными водами, затрудняя тем самым их работу, либо, реже, отводятся отдельным потоком с последующим обезвреживанием. В обоих случаях происходит образование осадка, который в большинстве случаев хранится на территории предприятия и с которым теряются ценные дефицитные металлы. Поэтому такой способ обращения с отработанными электролитами гальванического производства является временным и вынужденным, и следует искать способы переработки отработанных электролитов, которые необходимо рассматривать как вторичный материальный ресурс.

В настоящее время наиболее распространенными покрытиями являются цинковые. Для нанесения цинковых покрытий применяются различные типы

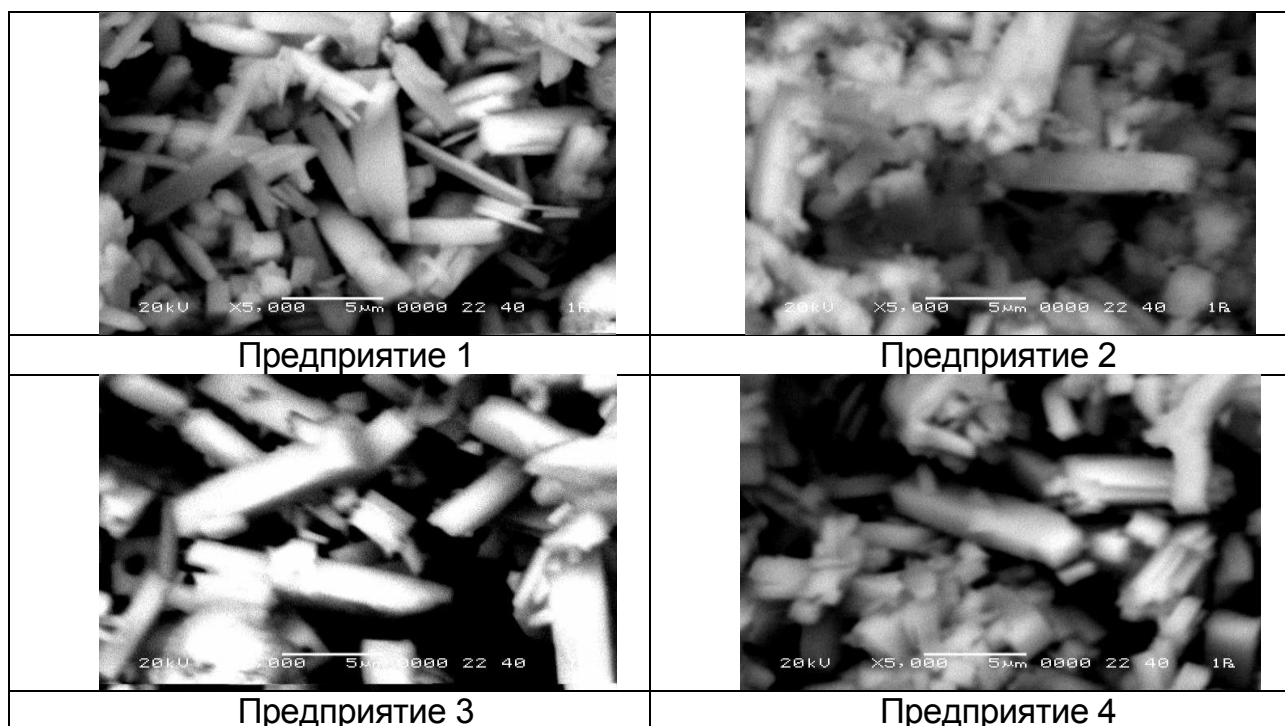
электролитов: щелочные цианистые и цинкаты, кислые сульфатные и хлоридные, слабокислые хлоридно-аммонийные. Благодаря ряду преимуществ чаще всего используются хлоридно-аммонийные электролиты, основными компонентами которых являются хлорид цинка  $ZnCl_2$  и хлорид аммония  $NH_4Cl$ .

В данной работе для исследований были отобраны отработанные хлоридно-аммонийные электролиты цинкования четырех белорусских предприятий. В лабораторных условиях было установлено, что концентрация в них ионов цинка составляет от 17 до 54 г/л.

В настоящее время существует очень мало работ, посвященных переработке отработанных электролитов цинкования. В них предлагается извлекать цинк из отработанных электролитов [2], получать на их основе микроудобрения для сельского хозяйства [3], пигменты для различных отраслей промышленности [4]. Последнее направление представляется весьма перспективным, т. к. в Республике Беларусь отсутствует производство пигментов, промышленность страны работает на привозных пигментах, поставляемых из Германии, Китая, Франции, России и т. д.

В качестве осадителя  $Zn^{2+}$  из отработанных хлоридно-аммонийных электролитов цинкования (ОЭЦ) был выбран фосфат натрия, т. к. при его использовании можно предположить образование фосфата цинка, который в последнее время приобретает все большее распространение в качестве пигмента белого цвета. Кроме этого, фосфат цинка имеет произведение растворимости  $9,1 \cdot 10^{-33}$ , что значительно меньше, чем у других солей цинка. Это позволит обеспечить максимальную степень извлечения  $Zn^{2+}$  из ОЭЦ.

На основании предыдущих исследований [1] осаждение проводили при pH 8,5 с последующим подкислением до pH 6,9 и старением под слоем маточного раствора 30 мин. Далее полученный осадок отмывали от водорастворимых соединений до отрицательной реакции на хлорид-ионы, отфильтровывали и высушивали при температуре 80°C. Во всех случаях был получен белый порошок с размером кристаллов 5-10 мкм (рис.1).



**Рисунок 1 – Электронные снимки образцов, полученных из ОЭЦ**

На основании рентгенофазового анализа было установлено, что при осаждении  $Zn^{2+}$  из отработанных хлоридно-аммонийных электролитов цинкования фосфатом натрия во всех случаях образовался тетрагидрат фосфата цинка  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  с примесью фосфата цинка-аммония  $ZnNH_4PO_4$ .

Для определения возможности использования полученных образцов в качестве пигментов были определены их свойства, которые представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Свойства образцов, полученных из отработанных электролитов хлоридно-аммонийного цинкования различных белорусских предприятий**

Свойство образца	Номер предприятия				Пигмент ОАО «Кронакрил», АМ, Россия
	1	2	3	4	
массовая доля соединений цинка в пересчете на ZnO, %	46,08	47,18	49,15	47,65	25-37
массовая доля веществ, растворимых в воде, %, не более	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5
белизна, %	96	96	98	97	96
маслоемкость, г/100 г пигмента, не более	52	44	71	64	40
pH водной суспензии	7,1	7,3	7,5	7,4	6,0 - 8,0

Повышенное значение маслоемкости полученных пигментов может быть связано с их высокой степенью дисперсности. Поэтому их предлагается использовать в керамической промышленности для окрашивания глазурей, где данные показатели не имеют принципиального значения. Таким образом, отработанные хлоридно-аммонийные электролиты цинкования могут использоваться в качестве вторичного сырья для получения белых пигментов для получения цветных глазурей.

#### **Список цитированных источников**

1. Чепрасова, В. И. Отработанные электролиты цинкования как вторичное сырье для получения пигментов / В. И. Чепрасова, О. С. Залыгина // Журнал прикладной химии. – Санкт-Пет., 2017. – Т. 90. – №3. – С. 318–326.

2. Мороз, Е. М. Извлечение ионов цинка из отработанного электролита цинкования методом мембранного электролиза / Е. М. Мороз, А. А. Черник, И. М. Жарский // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института. – Санкт-Пет., 2013. – № 19 (45). – С. 19–20

3. Способ получения гексагидрата сульфата цинка-аммония: Патент 2307793 Российская Федерация МПК С 01 G 9/06, С 01 С 1/24 / Е. Г. Афонин; патентообладатель: Федеральное государственное унитарное предприятие «Калужский научно-исследовательский институт телемеханических устройств»; заявл. 17.10.2005; опубл. 27.04.2007.

4. Способ утилизации кислого отработанного раствора гальванического производства: Патент 2069240 Российская Федерация МПК С 25 D 21/16; / Н. Г. Рослякова, Р. О. Росляков; патентообладатель: Рослякова Н. Г., Росляков Р. О.; заявл. 20.04.1992; опубл. 20.11.1996.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

**Лутченко П. А.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, polinkayakobson@gmail.com  
Научный руководитель – Новикова О. К., к.т.н., доцент

*The article describes energy-saving technologies used at wastewater treatment plants. These methods can improve the work of sewage treatment plants and reduce energy costs.*

Рост городов, устаревшее и изношенное оборудование и постоянное ужесточение экологических требований, предъявляемых к сточным водам промышленного и хозяйственно-бытового назначения, вызывает необходимость в проведении реконструкции и строительстве новых очистных сооружений канализации.

Сегодня проблема энергосбережения для Республики Беларусь является одной из самых актуальных, что связано с дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами. Энергосбережение – организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расхода топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации [1].

Энергосбережение при очистке сточных вод – актуальная задача на современном этапе развития инженерных систем и сооружений, так как транспортировка и очистка сточных вод до нормативов сброса в водные объекты являются достаточно энергоемкими процессами. Наибольший удельный вес в строительстве эксплуатационных расходов очистных сооружений составляют расходы на электроэнергию, в связи с чем необходимо применение энергосберегающих технологий при строительстве и реконструкции очистных сооружений.

Бытовые и производственные сточные воды поступают на городские очистные сооружения, где они проходят предварительную очистку – на решетках, механическую – в песколовках и отстойниках, биологическую – в аэротенках и вторичных отстойниках, обеззараживание и при необходимости доочистку.

На этапе предварительной очистки и перекачки сточных вод можно применить следующие меры по экономии электроэнергии на ОСК:

- проверка уровня удаления ХПК в отстойнике для предварительного осветления;
- оптимизация режимов работы насосов и систем управления ими.

На этапе механической очистки сточных вод можно эксплуатировать первичные отстойники с минимальным уровнем залегания осадка на днище, что позволит ограничить количество окисляемых загрязнений, следовательно и сэкономить энергию [2].

Биологическая очистка является наиболее затратной в плане расходования электроэнергии. На аэрацию иловой смеси приходится от 65 % и более электроэнергии [3]. На данном этапе можно применить следующие меры по экономии электроэнергии:

- регулирование подачи воздуха на аэрацию;

- внедрение современных процессов удаления биогенных элементов с выделением зон в аэротенке;

- замена старой системы аэрации на новую с раскладкой по принципу 100%-го охвата ширины коридора и распределение количества аэраторов по «убывающему» принципу;

- управление мешалками.

Внедрение управляемого воздухоудовного оборудования с высоким КПД и широким диапазоном управления подачей воздуха позволит снизить потребление электроэнергии до 35 % [3].

Выделение аноксидных зон в аэротенках обеспечивает возврат кислорода через связанные формы азота ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ). В зависимости от продолжительности денитрификации можно восстановить до 63% [3] кислорода из 100% потребленного кислорода для окисления исходного аммония. Внедрение в схему очистки аноксидной зоны в голове аэротенка для денитрификации возвратного активного ила (ВИ) может позволить восстановить часть кислорода, потраченную на нитрификацию. Дополнительный возврат кислородного эквивалента денитрификацией обеспечивается проектированием процесса для достижения полного удаления азота, где используется внутренний рецикл иловой смеси (ВР). Реализация схем очистки с ВИ и ВР позволяет сократить потребление электроэнергии на 20 % [3].

Внедрение современной пневматической мелкопузырчатой системы аэрации совместно с грамотной раскладкой позволяет:

- повысить КПД системы аэрации и общий КПД процесса очистки в целом;
- снизить энергозатраты ориентировочно на 15% [3].

Также в настоящее время разработана технология очистки сточных вод с использованием системы аэраторов пневмогидравлического (струйного) типа. С помощью мелкопузырчатой аэрации происходит насыщение сточной жидкости кислородом: в аэраторе вода смешивается с воздухом, и с большой струей выходят пузыри. Когда разнесенные сопла аэраторов выпускают струю воздуха, они одновременно начинают вращаться, что позволяет отказаться от перемешивающих устройств, использующих дополнительную электроэнергию.

Автоматизация процесса очистки сточных вод позволяет осуществлять процесс очистки с максимальной энергоэффективностью и поддержанием высокого качества очистки сточных вод.

Кроме потребления электроэнергии в процессе очистки сточных вод существует возможность вырабатывать возобновляемую электрическую и тепловую энергию. Сточные воды – один из лучших источников тепловой энергии для применения тепловых насосов. Применение тепловых насосов дает возможность перевести очистные сооружения на частичное или полное самостоятельное энергообеспечение.

На основании анализа работ очистных сооружений г. Гродно разработаны следующие рекомендации по снижению энергопотребления:

- автоматизация процесса очистки сточных вод;
- установка управляемого воздухоудовного оборудования с высоким КПД и широким диапазоном управления подачей воздуха;
- внедрение современных процессов удаления биогенных элементов с выделением зон в аэротенке;
- замена старой системы аэрации на новую с учетом энергоэффективной раскладки;
- применение тепловых насосов.

Предложенные меры позволят сократить энергопотребление  $\approx$  на 40–70 %, что позволит существенно снизить эксплуатационные расходы.

Таким образом, внедрение на очистных сооружениях энергоэффективных технологий позволит сократить энергозатраты и улучшить качество очистки сточных вод.

#### Список цитированных источников

1. Богданович, П.Ф. Основы энергосбережения: учеб. пособие. / П.Ф. Богданович, Д.А. Григорьев, В.К. Пестис. – Гродно: ГГАУ, 2007. – 174 с.

2. Данилович, Д.А. Энергосбережение и альтернативная энергетика на очистных сооружениях канализации / Д.А. Данилович // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 1. – С.9-16.

3. Баженов, В.И. Энергосбережение из воздуха. Повышение энергоэффективности очистных сооружений водоотведения / В.И. Баженов // Электронный журнал «Энергосовет». – 2013. – № 1. – С.32-42.

УДК 697.911

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

**Мешик К. О.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, krill3april@mail.ru  
Научный руководитель – Янчилин П. Ф., м.т.н.

*The article contains an assessment of the feasibility of using elements of the ventilation system for a sports complex.*

Вопрос эффективности обустройства вентиляционных систем в современных зданиях различного назначения является спорным с точки зрения эффективности поддержания приемлемых параметров микроклимата помещений (температура, влажность, скорость движения воздуха внутри помещения).

В системах вентиляции организация подачи приточного воздуха осуществляется с особым соотношением его параметров, обеспечивающим корректировку показателей воздушной среды рабочего помещения до необходимых значений [1]. При этом вытяжная система организована обособленно от приточной установки. Рассмотрим экономическую эффективность подобной системы.

При проектировании спортивного зала в городе Барановичи были приняты следующие параметры наружного воздуха (см. таблицу 1) [2]:

**Таблица 1 – Расчетные параметры наружного воздуха**

Периоды года	Температура наружного воздуха $t_n$ , °С	Энтальпия наружного воздуха $I_n$ , кДж/кг	Скорость ветра $V$ , м/с
Теплый	21,9	47,3	2,6
Холодный	-22,0	-21,0	3,8

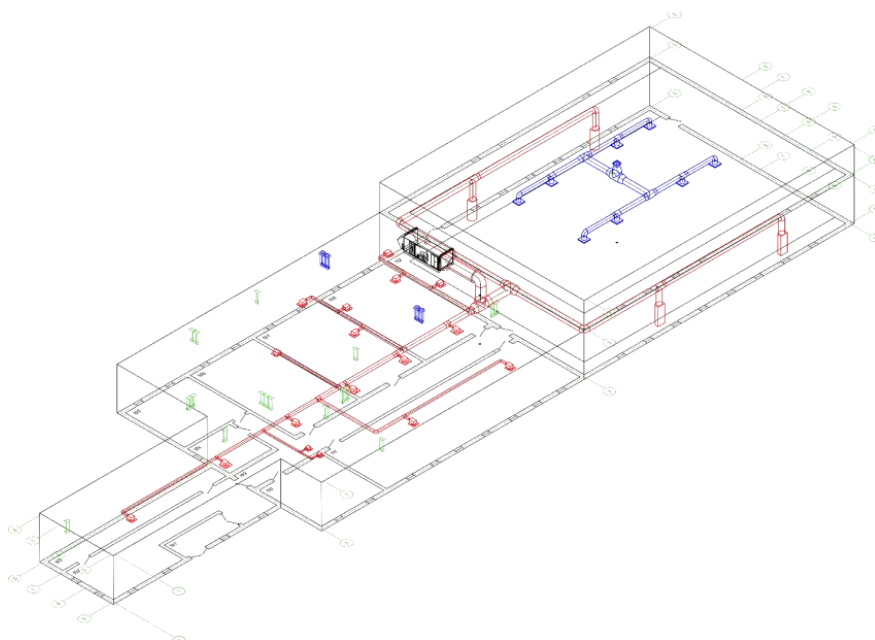
Расчётные параметры внутреннего воздуха приведены в таблице 2 [2, 3].

**Таблица 2 – Расчетные параметры внутреннего воздуха**

Периоды года	Температура внутреннего воздуха $t_{в}$ , °С;	Относительная влажность внутреннего воздуха $\varphi$ , %	Подвижность воздуха в помещении $V$ , м/с
Теплый	24,9	60	0,5
Холодный	18,0	55	0,2

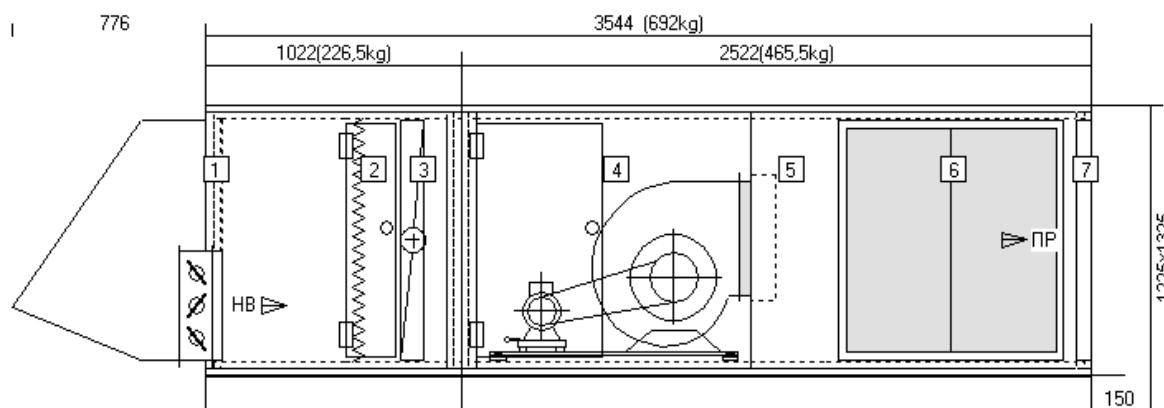
Согласно расчёту в спортивном зале был принят следующий воздухообмен, учитывающий ассимиляцию вредных веществ расчётного помещения:  $L = 5683 \text{ м}^3/\text{ч}$ . При этом воздухообмен всего здания составил:  $L_{зд} = 8483 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

С целью обеспечения расчётного воздухообмена в рабочем помещении с поддержанием принятых расчётных параметров была запроектирована система вентиляции (см. рисунок 1), в состав которой входит: приточная установка, воздуховоды, диффузоры, вентканалы, крышные вентиляторы.



**Рисунок 1 – 3D-план системы вентиляции спорткомплекса**

Согласно заданным условиям была принята приточная установка PR 120 (см. рисунок 2). Расчётная стоимость установки составляет 22556 Br.



**Рисунок 2 – Приточная установка PR 120**

Расчёт стоимости воздуховодов сведён в таблицу 3, 4.



**Таблица 3 – Расчет стоимости воздуховодов для расчётного помещения (Приточная система)**

Помещение	Размер сечения, мм	Длина участка, м	Материал	Толщина стали, см	Площадь, м <sup>2</sup>	Стоимость, Br
Спортивный зал	450	40,38	Оцинкованная сталь	0,5	57,09	824
	630	40,22			79,6	1150
	1000x560	2,82			8,74	155
	1120	4,88			17,17	248
Итого						2377

**Таблица 4 – Расчет стоимости воздуховодов для расчётного помещения (Вытяжная система)**

Помещение	Размер сечения, мм	Длина участка, м	Материал	Толщина стали, см	Площадь, м <sup>2</sup>	Стоимость, Br
Спортивный зал	200	14	Оцинкованная сталь	0,5	8,8	128
	355	21			23,42	339
	500	15			23,56	341
	710	1			2,23	33
Итого						841

Общие расходы на систему воздуховодов расчётного помещения составляют (без учёта на транспортировку и монтаж):

$$N_{\text{общ}} = 2377 + 841 = 3218 \text{ Br.}$$

Расчёт стоимости приточных и вытяжных воздухораспределителей сведён в таблицу 5.

**Таблица 5 – Расчет стоимости воздухораспределителей для расчётного помещения**

Помещение	Вид воздухораспределителей	Название модели	Количество	Стоимость, Br
Спортивный зал	Приточные	DHCe 800-3V	4	340
	Вытяжные	EXCa 200-F	8	180
Итого				520

В качестве крышного вытяжного вентилятора был подобран ВКГ 450 ЕС с максимальной производительностью  $L = 6700 \text{ м}^3/\text{ч}$  (1387 Br за шт.).

В результате общая стоимость вентиляционной системы спортивного зала составила 27681 Br (без учёта всех транспортировочных, монтажных и наладочных работ).

Помимо этого, в будущем необходимо учитывать затраты водяного теплоносителя, применяемого в теплообменниках, а также электроэнергии, используемой при работе вентиляторов, что в значительной степени отдаляет сроки окупаемости объекта проектирования. В данном контексте применение системы кондиционирования является более актуальным несмотря на изначально большую разницу в себестоимости. Расход энергоресурсов будет происходить в более экономичном режиме, что обуславливается использованием средств рекуперации, применение которых в современных системах вентиляции отсутствует.

#### Список цитированных источников

1. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях: ГОСТ 30494-96. – 1999. – 7 с.
2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: СНБ 4.02.01–03. – Минск, 2004.
3. Строительная теплотехника: СНБ 2.04.01–97. – Минск, 1998.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ОСНОВЕ ПОГОДОЗАВИСИМОЙ АВТОМАТИКИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

**Мешик К. О.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, krill3april@mail.ru  
Научный руководитель – Новосельцев В. Г., к.т.н., доцент

*The article contains modern methods to improve the energy efficiency of heating systems, taking into account weather conditions.*

За последние десятилетия рост энергосберегающих технологий в мире, а также темпы их непосредственного внедрения в различные сферы деятельности человека постоянно расширяются. Прежде всего это связано с поиском эффективных способов поддержания экономического благосостояния различных стран, которые направлены на рациональное использование энергетических ресурсов.

В Европе энергопотребление зданий составляет приблизительно 41% первичной энергии, что выше промышленных (около 31%) и транспортных (около 28%) энергозатрат. В данный объём входит [1]:

- 85% энергии, используемой для поддержания оптимальных условий микроклимата помещений (системы отопления, вентиляции и кондиционирования);
- 15% энергии, используемой для электроснабжения помещений (освещение, работа электроприборов и т. д.).

В Беларуси энергопотребление в жилищном секторе в период с 2010 по 2017 год в среднем составило 6443,6 кВт·ч на душу населения, при этом на нужды отопления с учётом климатического фактора в среднем было использовано 154,98 кВт·ч на 1 м<sup>2</sup> жилой площади, что обуславливает принятие решений по энергосбережению в данном направлении [2].

С развитием автоматизации всё больше параметров системы отопления поддаётся тонкой настройке. График тепловой нагрузки во временном периоде отопительного сезона в значительной степени трансформируется (в 5-6 раз) [3]. Данные трансформации происходят в зависимости от времени суток, а также от климатических условий. В современных системах автоматизации учёт погодных условий производится посредством применения погодозависимой автоматики.

Система отопления, в которой реализована система учёта текущих климатических параметров, предполагает наличие следующих компонентов: контроллер, который производит управление системой в различных режимах, температурные датчики (наружный, внутренний, в пределах контролируемых участков), клапан, выполняющий регулирование, и насос или элеватор и т. д.

Для определения режима работы системы отопления контроллер с помощью средств программирования в зависимости от полученных значений с датчиков настраивается на выполнение наиболее экономичного и комфортного алгоритма, в основе которого находится поддержание в заданном отношении температуры жидкой среды в отопительном контуре и температуры внешней среды. Отображение данного алгоритма выполняется в виде температурной кривой (см. рисунок 1 [3]).

Преимущества погодозависимой автоматики: постоянство внутренней температуры вне зависимости от резких перепадов внешней температуры, экономия топливных энергоресурсов, рост ресурса эксплуатации отопительного оборудования, рациональное управление мощностью котлов, снижение вредных выбросов от котлов в атмосферу.

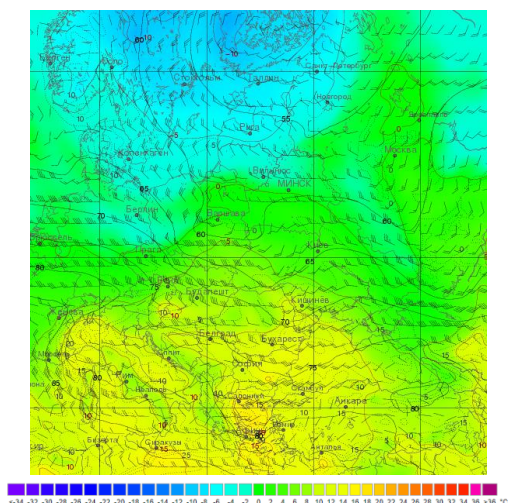
Недостатки погодозависимой автоматики: высокая цена, затратный ремонт и техническое обслуживание, инерционность отопительного контура.



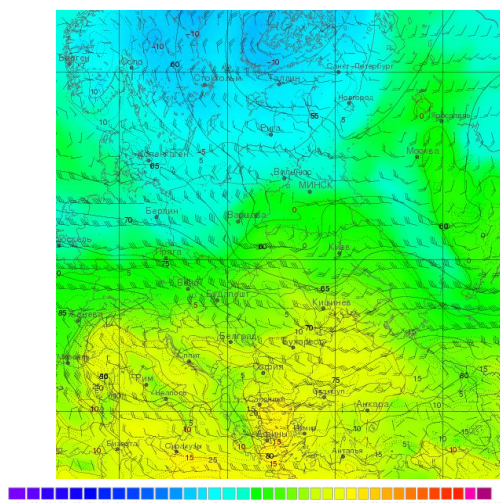
**Рисунок 1 – Графическое представление алгоритма работы погодозависимой автоматики на примере контроллера погодозависимого цифрового программного управления котловым и отопительными контурами Vitotronic 300-KW3**

Для того, чтобы нивелировать инерционность отопительной системы, а также улучшить экономический эффект от использования погодозависимой автоматики без потери комфортных условий, можно получать информацию о погодных условиях не через внешние температурные датчики, а напрямую с метеоспутников. Передающие центры EGRR, KWBC, FNMOC, СМС в открытом доступе предоставляют информацию о предполагаемой температуре воздуха в пространственных пределах Европы с заблаговременностью до 144 часов. Однако для эффективного учёта влияния погодных условий на системы отопления подобная технология должна располагать следующими данными: тепловые потери через ограждающие конструкции, расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции, избыточные тепловыделения бытового характера, гистерезис элементов системы отопления, количество теплопотребителей.

Достаточно перспективным вариантом для Беларуси является прогностическая модель GEM от FNMOC, заблаговременность прогноза которой составляет 144 часа с дискретностью в 3 часа (см. рисунок 2, 3 [4]). Основопологающим условием при выборе прогностической модели является достаточность временной адаптации системы отопления к предстоящим температурным изменениям.



**Рисунок 2 – Реальные погодные условия, представленные по модели GEM на 00:00 (11.03.2019)**



**Рисунок 3 – Прогностическая модель GEM на 03:00 (11.03.2019)**

При реализации процесса по использованию моделей прогнозирования в системах отопления набор применяемых устройств остаётся аналогичным стандартным системам с погодозависимой автоматикой. Внешний датчик температуры может использоваться с целью более тонкой настройки или быть всецело исключённым из системы. Единственное существенное изменение – это организация сервера в пределах теплового пункта, который будет принимать и обрабатывать данные, поступающие с метеоспутников.

Достоинства данного подхода по сравнению со стандартной системой погодозависимой автоматики: полная компенсация инерционности системы за счёт новых алгоритмов; более рациональное использование энергоресурсов; исключение предельных мощностей работы теплоагрегата; постоянство поддержания комфортных условий.

Недостатки данного подхода по сравнению со стандартной системой погодозависимой автоматики: стоимость оборудования выше за счёт организации сервера, наладка и обслуживание системы дороже, зависимость от источника получаемых данных, дополнительные расходы электроэнергии.

### **Список цитированных источников**

1. Building automation – impact on energy efficiency / Брошюра: Siemens Switzerland Ltd.
2. Показатели устойчивой энергетики [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/sistema-pokazateley-energoeffektivnosti/>. – Дата доступа: 08.03.2019.
3. Vitotronic 300-KW3. Инструкция по монтажу и сервисному обслуживанию / Viessmann Werke GmbH&Co KG. – 2005. – № 2. – 136 с.
4. Карта прогноза температуры воздуха, ветра и высоты геопотенциала на 925 гПа [Электронный ресурс] / Белгидромет. – Режим доступа: <http://meteoinfo.by/maps/?type=cmc&map=TMP925&date=2019031112&time=00>. – Дата доступа: 11.03.2019.

## СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

**Панфёрова В. Г.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь,  
vladislavapaigorova@mail.ru

Научный руководитель – Ступень Н. С., к. т. н., доцент

*The article presents a literature review of modern promising technologies for producing energy-saving materials, in particular, “smart windows”.*

На современном этапе вопросы энергосбережения для Республики Беларусь особенно актуальны ввиду обеспеченности собственными топливно-энергетическими ресурсами всего лишь на 16 %. Остальные энергоносители приходится импортировать. Однако рациональное использование энергии в быту позволяет сократить потребление электроэнергии на 40 – 50 % без снижения качества жизни. Как показывает практика, современное энергосбережение базируется на трех основных принципах:

– во-первых, не столько жесткая экономия электроэнергии, сколько ее рациональное использование, включая поиск и разработку новых источников энергосбережения;

– во-вторых, повсеместное использование как бытовых, так и промышленных приборов учета и регулирования расхода электрической и тепловой энергии;

– в-третьих, внедрение новейших технологий, способствующих сокращению энергоемкости производства.

Одним из «слабых мест» энергосбережения являются остекленность помещений. Обычное стекло передает максимальное количество тепла за счет конвекции (теплопроводности), увеличивая до предела поступление ненужного тепла в помещение в летний период и потерю тепла в отопительный период [1].

**Целью** нашей работы является анализ литературных источников с целью определения возможностей максимальной рационализации энергосбережения путем выявления преимуществ и недостатков различных конструкций и материалов, используемых при производстве «умных» окон.

Для снижения эффекта конвекции (теплопроводности) почти все окна имеют два или более слоев стекла. При этом теплоизоляция окна заметно возрастает, однако увеличивается вес оконных створок, что повышает нагрузку на фурнитуру окна. Существенно уменьшает потери тепла через окно наполнение стеклопакета инертным газом. Более эффективным способом сохранения тепла является установка специальных стеклопакетов с энергосберегающими стеклами: К-стекло (Low-E) и I-стекло (Double Low-E).

Энергосберегающее стекло представляет собой стекло с напылением покрытия, содержащее свободные электроны. Оно состоит из цветного металла или его полупроводниковых оксидов. Данное стекло в составе стеклопакета может отталкивать тепловые волны, что значительно уменьшает теплопотери в помещении. В жаркую погоду энергосберегающие стеклопакеты также эффективно сохраняют прохладу, не пропуская тепло вовнутрь. Таким образом, применяя стеклопакеты с энергосбережением, можно значительно уменьшить расходы на отопление зимой и на кондиционирование летом. Значительным преимуще-

ством энергосберегающих стеклопакетов является эффективное отражение вредных для человека ультрафиолетовых лучей.

Существует два вида стеклопакетов с энергосбережением. Это: К-стекла (Low-E) и I-стекла (Double Low-E). Они отличаются по химическому составу покрытия, технологии изготовления и по величине теплоизоляции.

Производство К-стекла заключается в нанесении слоя оксида металла на горячее расплавленное стекло. Обычно отражающий слой К-стекла изготавливается на основе оксидов металлов  $\text{InSnO}_2$ . Однако из-за особенностей технологии невозможно нанести данное покрытие ровным слоем, что в некоторой степени затрудняет видимость. Также стоимость К-стекла значительно выше, чем других типов энергосберегающих стекол. По этой причине стеклопакеты с К-стеклами постепенно теряют популярность. Им на смену приходят новые современные технологии.

Наиболее современной технологией производства энергосберегающих стекол является напыление отражающего слоя на уже готовое стекло. Именно так изготавливаются I-стекла. Отражающий слой такого стекла выполняется на основе серебра или титана. Достоинством I-стекла является его высокая теплоизоляция, которая в 1,5 раза больше, чем у К-стекла. Однако у данных стекол также наблюдаются определённые недостатки, например слабая механическая прочность. Чтобы исключить механическое повреждение теплоизоляционного слоя, стекла этого типа устанавливают в стеклопакет отражающим слоем внутрь. Они значительно дешевле стеклопакетов с К-стеклом, а их изоляционные показатели выше [2, 4].

Однако энергосберегающие пакеты так и не смогли решить все задачи, поставленные перед технологиями изобретения «умных» окон.

Следующим направлением получения современного материала для окон стало модифицирование химического состава самого стекла.

В настоящее время разработан новый вид «умного» покрытия для стекла, которое может блокировать видимый свет или свет в ближнем инфракрасном диапазоне (NIR). Включив нанокристаллы из оксида индия и олова (ITO) в стекло, наполненное оксидом ниобия, исследовательская группа создала электрохромный материал, который способен блокировать или пропускать свет под воздействием электрического потенциала. Конструкция имеет специальные каналы для транспортировки электронов и ионов, что и обеспечивает выборочное блокирование солнечного света или излучения посредством подачи различного напряжения. Таким образом, тончайшее электрохромное покрытие активируется электрическим током и может затонировать стекло до нужной степени в зависимости от температуры наружного воздуха и уровня освещённости помещения. Работа «умных» окон координируется гибко настраиваемой интеллектуальной системой, которая получает сигналы с датчиков, внедрённых в оконную конструкцию. К тому же, данный вид «умных» материалов позволяет в значительной степени сократить потребление электроэнергии, поскольку для активации, к примеру, 100 «умных» окон потребуется меньше электроэнергии, чем для питания лампочки мощностью 75 Вт [5].

Перспективным направлением исследований является разработка составов для покрытия стекла, которое поглощает свет ультрафиолетового диапазона длин волн и вырабатывает электрическую энергию. Главным свойством данных элементов является то, что они поглощают исключительно ультрафиолетовое излучение благодаря особым свойствам гексабензокоронена (который лежит в их основе). Особые свойства составляющих «умные» материалы частиц обес-

печивают способность к самоочищению, преимущественно путём грязе- и водоотталкивания. Энергоэффективное остекление уменьшает количество углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу, поскольку обогрев зданий связан с интенсивным сжиганием углеводородов, а благодаря «умным окнам» отопительные приборы используются реже, а значит, уменьшается количество вредных выбросов [3].

Таким образом, на основе литературных данных по рассматриваемой проблеме можно сделать выводы:

1. Основными требованиями, предъявляемыми к современным материалам, являются энергосберегающие качества и экологическая безопасность.

2. Использование современных технологий позволяет получить multifunctionальные и энергоэффективные покрытия для обычного оконного стекла, обеспечивающие особые свойства и экологичность «умных окон».

3. В отличие от многослойных стеклопакетов «умные окна» обеспечивают multifunctionальную реакцию на изменения окружающей среды

### **Список цитированных источников**

1. Портал-энерго: эффективное энергосбережение [Электронный ресурс] / Энергосбережение в быту : 38 способов. – Режим доступа : <http://portal-energo.ru/articles/details/id/25> – Дата доступа : 5.03.2019.

2. Выбор окон [Электронный ресурс] / Энергосберегающие стеклопакеты. – Режим доступа : <http://vbokna.ru/okna/steklopakety/energoberegayushchie> – Дата доступа : 16.03.2019.

3. Современные «умные» окна : современные технологии, разработки и альтернативы [Электронный ресурс] / Ремонт, строительство и дизайн своими руками. – Режим доступа : <https://remstd.ru/archives/sovremennyye-umnyie-okna-sovremennyye-tehnologii-razrabotki-i-alternativyi/> – Дата доступа : 17.03.2019.

4. Уайэтт, О. Металлы, керамики, полимеры / О. Уайэтт, Д. Дью-Хьюз. – Лондон : Nat Cell Biol, 2004. – 21 с.

5. Runnerstorm, E. Nanostructured electrochromic smart windows : traditional materials and NIR-selective plasmonic nanocrystals / E. Runnerstorm, A. Llodes, D. Milliron. – Canada : 2015. – P. 1345.

УДК 504.064.47

## **ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДА ЦИНКА ИЗ ОТХОДОВ**

**Пашкевич О. Д., Санкевич Н. Л.**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск Республика Беларусь, [alikhachova@mail.ru](mailto:alikhachova@mail.ru)  
Научный руководитель – Лихачева А. В., к.т.н., доцент

*The article shows a possibility to obtain white pigments from spent ammonium chloride electrolytes galvanizing production. The obtained pigments are characterized by high properties and can be used in industry.*

Оксид цинка (цинковые белила) используется при производстве широкого ассортимента промышленной продукции, например, резинотехнических изделий и шин, лакокрасочных материалов, искусственной кожи и др.

Основную массу цинковых белил производят из электрического цинка, соответствующего требованиям ГОСТ 3640-94. Учитывая тот факт, что в Республике Беларусь отсутствуют собственные запасы цинковых руд, мы проанализировали альтернативные источники получения оксида цинка – отходы.

В качестве сырья для производства оксида цинка могут служить отходы химической, медеплавильной и металлообрабатывающей промышленности. Эти отходы представляют собой в большинстве случаев шламы, содержащие цинк в виде металлического цинка и его соединений. Спектр цинксодержащих отходов достаточно широк, к ним относятся, например: пыли и шламы при металлообработке; шлаки; отходы химической промышленности; отработанные серебряно-цинковые аккумуляторы; отработанные катализаторы; изгарь; серая окись; гарт-цинк; цинковые дроссы; цинксодержащие отходы вязкого производства; отработанные электролиты цинкования.

Для применения отхода в качестве сырья для производства цинковых белил в его составе должен присутствовать цинк в значительном количестве, что подтверждается характеристиками отходов.

Получение цинковых белил из цинксодержащих руд не применяется широкого применения из-за сложности технологического процесса, а также из-за того, что оксид цинка получается с желтоватым оттенком.

Различают прямые пирометаллургические способы производства оксида цинка из обожженных рудных концентратов или вторичного сырья и косвенные способы – из чистого цинка, а также гидрометаллургические способы – из растворов солей цинка.

Прямым пирометаллургическим способом оксид цинка получают из обожженных рудных концентратов, содержащих сопутствующие цинку в полиметаллических рудах примеси Pb, Cd, As, Fe, Mn, S, Si, силикатов и др.

Получение цинковых белил из вторичного сырья осуществляется в печах Витерия. Восстановление цинка осуществляется оксидом углерода CO, получаемым при сжигании угля или кокса.

Получение цинковых белил по гидрометаллургическому способу основано на обработке растворов сульфата цинка аммиаком и диоксидом углерода. Выпавшие в осадок гидроксид и карбонат цинка после промывки от растворимых солей подвергают прокаливанию.

Получение цинковых белил из отходов вязкого производства основано на обработке отходов растворами соляной кислоты с последующей нейтрализацией образовавшегося раствора гидроксидом натрия, добавлением карбоната натрия. Выпавшие в осадок карбонаты цинка отделяют от раствора фильтрованием и прокаливают при температуре с получением оксида цинка.

Получение цинковых белил из цинковых дроссов, образующихся при выплавке катодного цинка, основано на высокотемпературном восстановлении цинка из них с помощью углерода с одновременной возгонкой и окислением образующихся цинковых паров и улавливанием получаемого оксида цинка.

Существует способ получения оксида цинка, основанный на химическом осаждении термически нестабильных соединений в растворах с дальнейшим их разложением. Из отработанных электролитов цинкования медленным приливанием этилендиамина осаждают моногидрат гидроксохлорида цинка, нагревание которого в последующем приводит к термолизу и образованию оксида цинка.

Еще одним способом добывания пигмента является получение сухих цинковых белил путем термообработки отходов горячего цинкования.

Целью данной работы было проведение исследований, направленных на получение оксида цинка из отработанных растворов гальванического цинкования.



В одном из патентов описывалось использование в качестве осадителя этилендиамина. При изучении химии цинка и другой литературы было установлено, что оксид цинка можно получить при осаждении соединений цинка из растворов с последующей температурной обработкой с использованием в качестве осадителей растворов карбоната и гидроксида натрия.

В диссертационной работе Цзан Сяовэя «Разработка методов получения наночастиц оксида цинка различных размеров и форм для эпоксидных композиционных материалов» [2] чистый оксид цинка получали с использованием в качестве осадителя ГМТА (гексаметилентетрамин), он же уротропин.

Важно отметить, что все известные способы получения оксида цинка методом осаждения описывают процесс получения из чистых растворов, содержащих соединения цинка. В нашей работе, оксид цинка получали из отходов – отработанных электролитов цинкования, содержащих, кроме соединений цинка, примеси железа, остаточное содержание блескообразователей, продуктов их электрохимического разложения и пр.

В работе осаждение оксида цинка проводили различными осадителями (уротропином, гидроксидом натрия, карбонатом натрия, этилендиамином) при условиях, определенных по литературным данным. Полученный в результате осаждения осадок фильтровался, промывался дистиллированной водой (при использовании в качестве осадителя карбоната натрия дополнительно этиловым спиртом), сушился, а при использовании в качестве осадителя этилендиамина и карбоната натрия осадок также прокаливался.

В ходе исследований определяли выход оксида цинка и его свойства (укрывистость и маслосъемкость). На основании полученных результатов делали вывод о том, осаждение каким веществом позволяет получить продукт, характеризующийся лучшими свойствами. Был сделан вывод, что из рассмотренных осадителей лучшим является уротропин.

Следующим этапом исследования являлось определение оптимальных условий осаждения оксида цинка из отработанных электролитов цинкования ОАО «Речицкий метизный завод» уротропином.

Установлено, что оптимальными условиями осаждения оксида цинка из отработанных электролитов цинкования можно считать следующие:

- температура осаждения 87 °С;
- рН осаждения 11;
- соотношение ОЭЦ:уротропин 1:2;
- время осаждения 1,5 ч;
- время отстаивания 4 ч.

При данных параметрах выход готового продукта составил 92,5 %.

Кроме этого, осуществлялся анализ полученного фильтрата и промывных сточных вод на содержание в них ионов цинка и железа, хлоридов, формальдегида и рН. Это было необходимо для того, чтобы определить требуемое количество воды для промывки образующегося осадка, возможность повторного использования промывных сточных вод и фильтрата, определение возможной схемы очистки данных стоков.

Заключительным этапом являлось определение свойств оксида цинка, полученного из отработанных электролитов цинкования и определение области его применения.

Результаты рентгенофазового анализа осадка, полученного при осаждении из отработанных электролитов цинкования ОАО «Речицкий метизный завод», свидетельствуют об однофазной кристаллической структуре образца, кристаллической фазой которого является оксид цинка (ZnO). Маслосъемкость полученно-

го оксида цинка составила 45,5 г/г, укрывистость равна 120 г/м<sup>2</sup>, оба данные значения соответствуют требуемым значениям ГОСТ 482-77.

На основании результатов исследований полученный оксид цинка можно отнести к марке БЦЗ по ГОСТ 202-76, который применяется для производства масляных и алкидных красок, строительных материалов и неответственных асбестотехнических изделий.

#### **Список цитированных источников**

1. Марцуль, В.Н. Очистка сточных вод гальванических цехов предприятия Республики Беларусь / В.Н. Марцуль [и др.] // Сборник научных трудов. – Минск: БГТУ, 2013. – №3: Химия и технология неорганических веществ. – С. – 61 – 67.

2. Сяовэй, Ц. Разработка методов получения наночастиц оксида цинка различных форм и размеров: дис. раб. на соиск. уч. степ. канд. хим. наук. – Москва, 2014. – 154 с.

УДК 620.92(476)

## **ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ БЕЛАРУСИ**

**ПЛИСКО Е. В., КОЖАНОВ Ю. Д.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, robing-1@mail.ru  
Научный руководитель – Богдасаров М.А., д.г.-м.н., профессор,  
член-корреспондент НАН Беларуси

*The article is devoted to the analysis of the current state and prospects for the development of renewable energy sources in Belarus. An assessment of the potential of renewable energy in the country's energy sector is given.*

Национальная стратегия устойчивого развития «НСУР 2030» и госпрограмма развития энергетики, а также наметившиеся направления развития «зеленой энергетики» задают новые параметры долгосрочного развития энергетического комплекса Беларуси и требуют осмысления с точки зрения нахождения оптимального баланса в использовании традиционных и ВИЭ в комплексе с использованием концепции умных энергосетей и созданием энергоэффективных домов и производств.

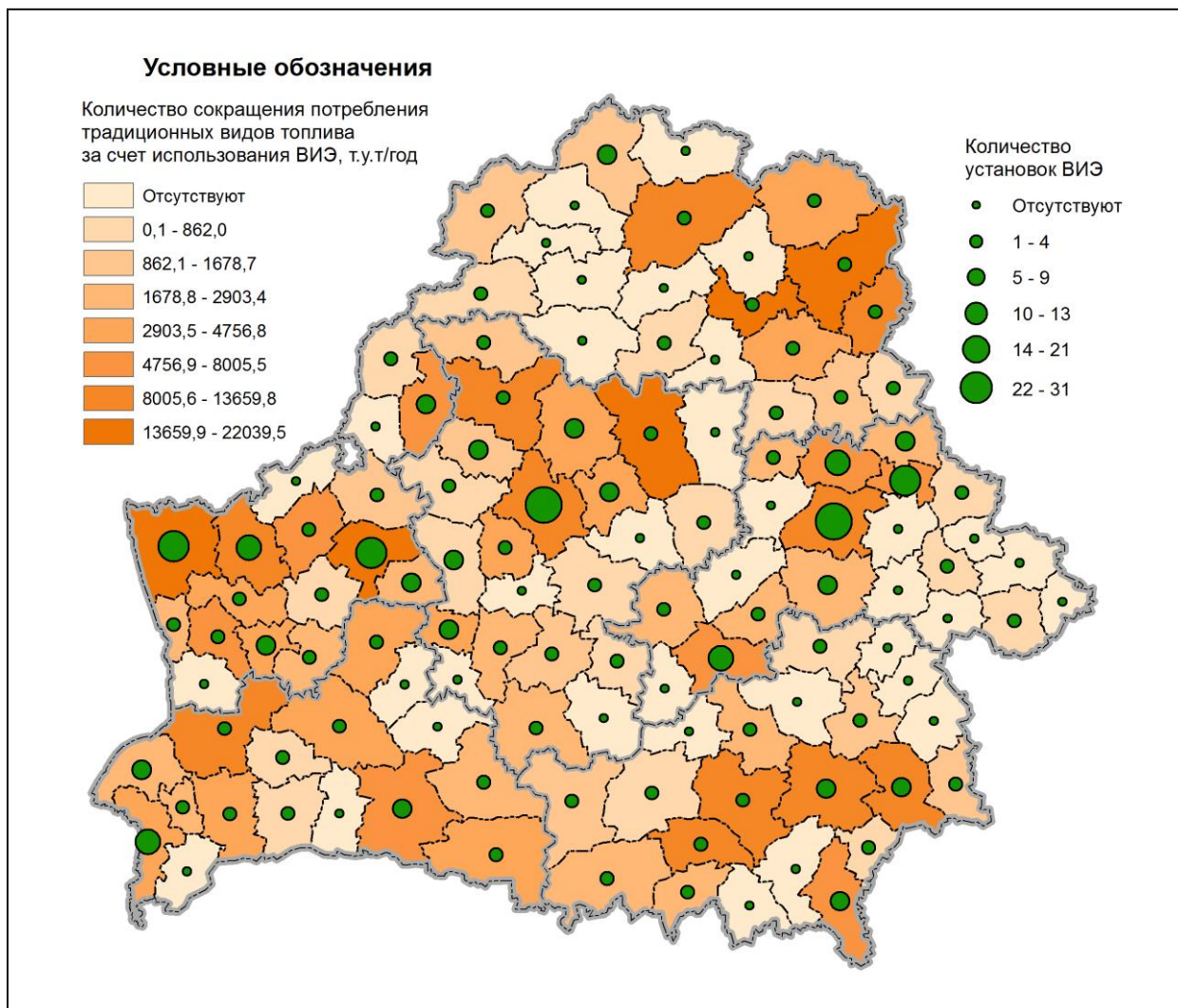
Энергетика на основе ВИЭ является одной из самых быстрорастущих отраслей новой неуглеродной энергии. ВИЭ демонстрируют рост в зависимости от страны в 10-20% в год в отличие от традиционной энергетики, которая наращивает мощности всего на 1–1,5% в год. Высокие темпы роста обеспечили уже сегодня вклад ВИЭ почти в 25% в мировом производстве электроэнергии [1].

По данным МЭА (IEA) [2], в течение 2005–2017 гг. темп роста ветровых установок составлял 25 %, среднегодовые темпы роста солнечных фотоэлектрических преобразователей – более 70 %. Рост ежегодных инвестиций в проекты ВИЭ в 2009–2016 гг. составлял в среднем около 17 %, в 2016 г. они достигли 242 млрд долл.

Беларусь обладает значительным природно-климатическим и ресурсным потенциалом для развития всех направлений альтернативной энергетики. Положительную динамику за период 2010–2017 гг. демонстрирует показатель

отношения объема производства (добычи) первичной энергии из возобновляемых источников энергии к объему валового потребления топливно-энергетических ресурсов [3]. Доля производства энергии из возобновляемых источников в валовом производстве энергоресурсов увеличилась почти на 1,5% за последние семь лет, лишь в 2014 г. демонстрируя незначительное снижение. Кроме того, по данным Национальной стратегии устойчивого развития «НСУР 2030» [4] и госпрограмме развития энергетики [5], к 2025 году данный показатель должен вырасти до 7%, а к 2030 году – до 8%. В свою очередь, анализ производства электрической энергии за счет использования ВИЭ в разрезе областей показывает, что во всех регионах наблюдается устойчивый рост производства электрической энергии. Минимальными показателями характеризуются Минская и Брестская области (менее 1%). Максимальные значения характерны для Гродненской и Могилевской областей (более 5%).

В настоящее время функционирует свыше 650 установок общей мощностью около 1 тыс. МВт [1]. За счет расширения использования энергии солнца, ветра, биогаза и отходов потенциал экономии составляет более 2,5 млн тонн условного топлива, что составляет около 12% импортированного природного газа (рисунок). При этом, количество сокращения в год выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов составляет 1553374,65 т/год.



**Рисунок – Количество сокращения потребления традиционных видов топлива за счет использования ВИЭ, по данным [6]**

В Беларуси имеется определенный ветровой энергетический потенциал, который используется не в полной мере. Наибольшая скорость ветра, а соответственно, потенциал развития есть в северо-западной части страны. Потенциал энергии ветра оценивается в экономии (замещении) топлива в 1,9–2,0 млн т.у.т./год. Значительна ресурсная база для выработки электро- и тепло-энергии из солнечной энергии. Потенциал энергии солнца в экономии топлива для горячего водоснабжения оценивается в 1,25–1,75 млн т.у.т./год. В то время как потенциал солнечной энергии для производства электроэнергии оценивается в 1,0–1,25 млн т.у.т./год.

Основными направлениями в производстве энергии из биомассы являются: отходы растениеводства; биогаз из отходов животноводства; фитомасса и коммунальные отходы. Общий потенциал отходов растениеводства оценивается в 1,46 млн т.у.т./год. Потенциально возможное получение товарного биогаза от животноводческих комплексов составляет 160 тыс. т.у.т./год. Потенциальная энергия, заключенная в коммунальных отходах, образующихся на территории Беларуси, равноценна 470 тыс. т.у.т.

Следует подчеркнуть, что функционирующие в Беларуси установки, вырабатывающие ВИЭ, демонстрируют хорошие эксплуатационные показатели. Однако, несмотря на преимущества, ВИЭ пока не смогут заменить традиционные и АЭС из-за их высокой стоимости и нестабильности. Новые альтернативные источники энергии пока еще используются, в основном, для местного и ограниченного снабжения отдельных объектов и не интегрированы в национальные или трансграничные сети энергоснабжения. Снижение рисков в государственных масштабах, исходя из опыта развитых стран, осуществляется с помощью усложнения энергетической инфраструктуры и применения систем управления энергосистемы на основе концепции умных сетей, что также удорожает не только использование ВИЭ, но и всей энергетической инфраструктуры.

### **Список цитированных источников**

1. Ковалев, М.М. Будущее белорусской энергетики на фоне глобальных трендов: моногр. / М.М. Ковалев, А.С. Кузнецов. – Минск :Изд. центр БГУ, 2018. – 223 с.
2. Международное энергетическое агенство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/russian/publications>. – Дата доступа: 11.03.2019.
3. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь : Статистический сборник / Отв. редактор И.В. Медведева. – Минск : НСК РБ, 2018. – 136 с.
4. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://srrb.niks.by/info/program.pdf>. – Дата доступа: 12.03.2019.
5. Отраслевая программа развития электроэнергетики на 2016–2020 гг. : постановление Министерства энергетики Респ. Беларусь, 31 мар. 2016 г. // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2016. – № 8.
6. Кадастр возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minpriroda.of.by/Charts>. – Дата доступа: 10.03.2019.

## РАСЧЕТ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕПЛОФИКАЦИИ ЗДАНИЯ В ВЕСЕННЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

**Пронский В. В.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет  
транс-порта», г. Гомель, Республика Беларусь, elka35531@gmail.com  
Научный руководитель – Колдаева С. Н., к.т.н, доцент

*The article is supposed to assess the thermal potential of the solar collector, if it is installed for summer hot water supply, as well as to determine the possibility of utilization of the existing thermal potential in the heating system.*

Так как в основном в межсезонный период в дачном секторе жильцов нет, то тепловую энергию от гелиоколлектора для системы горячего водоснабжения можно использовать в системе дежурного отопления.

Цель настоящей работы – определить возможность утилизации располагаемого теплового потенциала в систему отопления.

В связи с тем, что солнечный коллектор в межсезонье, а именно в марте-апреле и сентябре-октябре, может использоваться в системе дежурного отопления, стоит определить, способен ли он обеспечить работоспособность этой системы или какую часть он сможет заместить.

Для определения теплопотерь через ограждающие конструкции коттеджа площадью 100 м<sup>2</sup> и высотой 7 м используется формула

Для расчета мощности гелиоустановки необходимо:

1. Рассчитывается суммарная солнечная радиация в среднем за день месяца марта:

а) на горизонтальную поверхность:

$$H = H_0 \left( a + b \frac{S}{S_0} \right), \text{ МДж / м}^2$$

где  $H_0$ ,  $a$  и  $b$  – коэффициенты,  $S$  – действительная продолжительность солнечного сияния для заданного района, ч;  $S_0$  – возможная продолжительность солнечного сияния, ч.

Коэффициент  $H_0$  определяется:

$$H_0 = H_3 \cdot S, \text{ МДж / м}^2$$

где  $H_3$  – эталонное (условное) значение суммарной энергии, принимается равным атмосферному (1360 Вт/м<sup>2</sup> = 1,36 кВт/м<sup>2</sup>).

Учитывая, что 1 кВт·ч = 3,6 МДж, для каждого месяца  $H_0$  будет:

$$H_0 = 1,36 \cdot S \cdot 3,6, \text{ МДж / м}^2$$

$$H = 1,36 \cdot 5,8 \cdot 3,6 \left( 0,2 + 0,4 \frac{5,8}{12} \right) = 11,2 \text{ МДж / м}^2$$

б) на наклонную поверхность:

$$H_T = H \cdot R, \text{ МДж / м}^2$$

где  $R$  – отношение среднемесячных дневных приходов суммарной энергии на наклонную и горизонтальную поверхности.

$$H_T = 11,2 \cdot 1,43 = 16, \text{ МДж / м}^2$$

Для апреля, сентября, октября результаты расчета сведены в таблицу 1.

2. Рассчитывается дневная удельная теплопроизводительность гелиоустановки:

$$Q_{уд}^{дн} = F_R \left[ H_{Tl} (\bar{\tau} \cdot \bar{\alpha}) - U_L \bar{S} (T_{вх} - T_o) \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \right], \text{ МДж/м}^2,$$

где  $F_R=0,89$  – коэффициент переноса тепла от коллектора к жидкости;  $\tau$  – коэффициент проникновения солнечной радиации;  $\alpha$  – коэффициент поглощения солнечной радиации (в расчетах принимается  $\tau \cdot \alpha = 0,7$ );  $U_L=6$  Вт/м<sup>2</sup>·К – коэффициент тепловых потерь;  $T_o$  – температура окружающего воздуха [1];  $T_{вх}$  – температура на входе в коллектор, которая определяется:

$$T_{вх} = \frac{T_o + T_6}{2}, \text{ К},$$

где  $T_6$  – температура воды в баке-аккумуляторе к концу дня (принимается равной конечной температуре нагрева, К).

$$Q_{уд.i}^{дн} = 0,89 \left[ 16 \cdot 0,7 - 6 \cdot 5,8 \cdot (299,8 - 271,5) \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \right] = 3,4 \text{ МДж/м}^2.$$

3. Рассчитывается удельная месячная теплопроизводительность гелиоустановки:

$$Q_{уд}^м = Q_{уд.i}^{дн} \cdot N \cdot \rho(S), \text{ МДж},$$

где  $N$  – число дней в месяце;  $\rho(S)$  – вероятность продолжительности солнечного сияния для  $S \geq 9$  час.

$$Q_{уд}^м = 3,4 \cdot 31 \cdot 0,1 = 10,5 \text{ МДж}.$$

4. Определяется потребное количество энергии для отопления в марте месяце:

$$Q = \frac{A}{R} \cdot \Delta T,$$

где  $A$  – площадь ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>;  $R$  – термическое сопротивление, Вт/м<sup>2</sup>·°С;  $\Delta T$  – разница внутренней и наружной температур, °С.

Для марта потери составят

$$Q_{от}^м = \left( \frac{240}{3,2} + \frac{100}{2,5} + \frac{100}{6} + \frac{40}{1} \right) \cdot (10 - (-1,5)) \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 31 = 5287,6 \text{ МДж}.$$

5. Определяется необходимая площадь гелиоустановки в марте:

$$A = \frac{Q_{п}^{дн}}{Q_{уд}^{дн}}, \text{ м}^2,$$

где  $Q_{п}^{дн} = \frac{Q_{п}^м}{N}$  – дневная потребность в энергии.

$$Q_{п}^{дн} = \frac{5287,6}{31} = 170,6 \text{ МДж}.$$

$$A = \frac{170,6}{3,4} = 50,2 \text{ м}^2.$$

Исходя из того, что площадь солнечного коллектора гомельской фирмы «ТеплоЭнергоЛюкс» равна 2,79 м<sup>2</sup>, рассчитывается эффективность его использования в межсезонный период в качестве системы отопления:

$$\eta = \frac{50,2}{2,79} \cdot 100 = 5,6 \text{ \%}.$$

Для апреля, сентября, октября результаты расчетов сведены в таблицу 1.

**Таблица 1 – Результаты расчетов гелиоустановки**

Показатель	Месяц			
	Март	Апрель	Сентябрь	Октябрь
$t_{вн}^p, ^\circ\text{C}$	10	12	18	10
$t_n, ^\circ\text{C}$	-1,5	6,6	12,5	6,5
$H, \text{МДж}/\text{м}^2$	16	18,7	14,6	10,3
$Q_{уд}^{дн}, \text{МДж}/\text{м}^2$	3,4	5,1	4,2	1,7
$Q_{уд}^м, \text{МДж}$	10,5	15,8	13	5,3
$Q_{от}^м, \text{МДж}$	5287,6	2402,8	2447,3	1557,4
$A, \text{м}^2$	50,2	15,7	19,4	29,6
$\eta, \%$	5,6	17,8	14,4	9,4

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что для отопления здания, площадью 100 м<sup>2</sup>, одного гелиоколлектора будет недостаточно. Однако, в среднем, за межсезонный период с одной гелиоустановки в системе отопления экономия составляет 12 %.

#### **Список цитированных источников**

1. Строительная климатология: СНБ 2.04.02-2000.
2. Расчет и выбор гелио- и ветроэнергетической установки для горячего водоснабжения объектов Челябинской области: методические указания к контрольной работе / сост.: И.М. Кирпичникова, Л.А. Саплин, Е.В. Соломин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 31 с.

УДК 628.179.3

## **ОЦЕНКА НЕУЧТЕННЫХ РАСХОДОВ И ПОТЕРЬ ВОДЫ В СИСТЕМАХ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

**Столярчук А. А.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, bsut@bsut.by  
 Научный руководитель – Новикова О. К., к.т.н., доцент

*The paper considers a problem of water loss from water supply systems. It mentions basic organizational and technical measures aimed at delivering drinking water to consumers with minimal losses. The author proposes a number of actions that can reduce the number of unproductive water losses.*

На современном этапе развития коммунального водоснабжения городов Беларуси особую актуальность для сокращения водопотребления и устранения непроизводительных затрат приобретают вопросы оценки и управления потерями воды, поскольку они оказывают существенное влияние на себестоимость услуг водоснабжающих предприятий.

В Республике Беларусь согласно данным Государственного водного кадастра потери и неучтенные расходы воды на предприятиях ВКХ в 2017 году составили 132,9 млн м<sup>3</sup> [1].

Основными причинами, заставляющими бороться с потерями воды, являются:

- дефицит водных ресурсов;
- финансовые и экономические факторы;
- необходимость привлечения новых источников воды и, следовательно, дополнительных мощностей сооружений и капитальных вложений.

Дефицит питьевой воды во многом связан со значительными объемами потерь, утечек водопроводной воды, вызванных высокой степенью износа сетей и оборудования, нерациональным расходом водопроводной воды, завышенными нормами расхода водопроводной воды на хозяйственные цели. Значительные потери воды связаны с физическим износом трубопроводов, по стране в целом износ наружных труб превышает 40% и с каждым годом увеличивается. Ежегодно на водопроводных сетях возникает и ликвидируется около 75 тыс. порывов. Потери воды в системах коммунального водоснабжения оцениваются в объеме до 30 % от общего ее расхода [2].

Расчет норматива потерь и неучтенных расходов воды для предприятий ВКХ в Беларуси регламентирован Инструкцией по расчету потерь и неучтенных расходов воды из систем водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь от 31 августа 2005 г. №43.

Данная инструкция регламентирует порядок сбора и обработки в табличных формах исходной информации для расчета, содержит механизм такой оценки и нормирования, а также рекомендации по организации систематического сбора информации о потерях и неучтенных расходах воды и периодичности пересмотра установленных нормативов.

Инструкция по расчету потерь и неучтенных расходов воды в работе была применена на примере предприятия ВКХ Могилевского района. Результаты расчетов сведены в таблицу 1, согласно форме данной инструкции [3].

**Таблица 1 – Норматив потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения**

Наименование системы водоснабжения	Состав и объемы рассчитанных потерь и неучтенных расходов воды, м <sup>3</sup> в год							Сумма потерь и неучтенных расходов воды из системы коммунального водоснабжения, м <sup>3</sup>	Объем воды, подаваемой в сеть, м <sup>3</sup> в год	Рассчитанные потери и неучтенные расходы воды, м <sup>3</sup> в год	
	Потери воды из системы ПРВ				Неучтенные расходы воды					в процентах от объема поданной воды	в м <sup>3</sup> на 1000 м <sup>3</sup> поданной воды
	потери воды через повреждение водопроводов и водопроводной сети	потери воды при опорожнении трубопроводов для проведения ремонтных работ	потери воды при утечках из водоразборных колонок	скрытые утечки воды из систем ПРВ, емкостных сооружений и сетевой арматуры	недоучет воды счетчиками потребителей из-за ограниченной чувствительности	противопожарные расходы воды	коммерческие потери воды				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Питьевая	51226,6	1117,3	5780,0	85326,9	141780,2	9688	14840	309759	1484000	20,87	208,73



Организация рационального использования воды, сокращение ее потерь требуют направленного управления процессами водопотребления. Оно может быть обеспечено только при условии разработки и широкого внедрения комплекса взаимосвязанных организационно-технических мероприятий по оптимизации систем водоснабжения, совершенствованию методов планирования и экономического стимулирования, как у водоснабжающих предприятий, так и у потребителей, дальнейшего улучшения нормирования, повышения эффективности учета и контроля расходования воды.

К числу организационно-технических мероприятий по воздействию на основные элементы системы водоснабжения с целью доставки питьевой воды потребителю с минимальными потерями относятся:

- активный поиск и контроль за утечками;
- скорость и качество ремонта;
- интенсификация аварийно-восстановительных и планово-профилактических работ;

- управление инфраструктурой – модернизация и реконструкция сети.

Под активным поиском и контролем за утечками подразумевается [4]:

- совершенствование системы учета воды (модернизация существующего парка и установка современных средств измерений учета расхода воды, установка ультразвуковых расходомеров с цифровым выходом на насосных станциях);

- автоматизированный сбор и анализ информации по потерям воды (расчет водного баланса);

- водный аудит водопотребителей (обследование водомерных узлов на предмет незаконного водопользования через обводные задвижки и врезки до водосчетчика, обследование колодцев на предмет незаконного водопользования, подготовка информации об абонентах в обследуемой зоне (количество жителей, категория абонентов, расчет удельного водопотребления), проведение проверки правильного снятия показаний с водосчетчиков);

- внедрение автоматизированной системы обнаружения повреждений и аварий на сети;

- борьба с несанкционированным водопотреблением.

Для оптимизации технической диагностики трубопроводов и оборудования водопроводной сети необходимо использовать инновационные технологии для поиска скрытых утечек и мест повреждения труб, проводить коррозионные обследования и противокоррозионные мероприятия, комплексную диагностику технического состояния трубопроводов, инструментальный контроль за строительством трубопроводов, а также использовать геоинформационные технологии автоматизированного контроля и управления эксплуатацией и технической диагностикой труб.

Помимо вышеперечисленных мероприятий, также эффективным будет создание автоматизированных систем управления давлением на основе использования современной регулирующей арматуры и оптимизация режимов работы системы подачи и распределения воды (организация зон сетевого регулирования; зонирование водопроводной сети; оптимизация режимов работы насосных станций).

Реализация мероприятий по сокращению потерь воды призвана обеспечить повышение надежности и экологической безопасности системы подачи и распределения воды, снизить потери воды, уменьшить ресурсопотребление, повысить энергетическую эффективность.

### **Список цитированных источников**

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016 год). – Минск: Минприроды Республики Беларусь, Минздрав Республики Беларусь, 2017. – 172 с.

2. Вода и экология [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа : <http://www.priroda.ru/upload/iblock/40e/file5.pdf>. – Дата доступа: 07.11.2018.

3. Инструкция по расчету норматива потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь: утв. постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь 31.08.2005. – Минск: Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 2005. – №43.

4. Стратегия управления потерями воды / О.Г. Примин // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2014. - №2. – С.56-64.

#### Секция 4. Геологические и географические аспекты изучения природно-ресурсного потенциала

УДК 502.51:004.9

### ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ

**Баймырадов Б. Б.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, baymyratbbb@mail.ru  
Научный руководитель – Токарчук О. В., к.г.н., доцент

*This article classifies water bodies in Central Asia, with Turkmenistan as an example. It focuses on creating an electronic database that includes the name, a brief description, and main hydrographic characteristics of water bodies. The work is performed with the use of statistical, cartographic, and literature data.*

Реки, озера и другие водные объекты в пределах территории отдельно взятых регионов выполняют целый ряд функций: средоформирующую, водохозяйственную, эстетическую и др. Ввиду этого значительную актуальность приобретают работы, направленные на инвентаризацию водных объектов. Востребовано проведение прикладных исследований, целью которых выступает анализ особенностей распространения и современного состояния водных объектов, а также основных аспектов их применения в деятельности человека.

В общем значении Средняя Азия – это регион в Азии, который не имеет выхода к океанам. Представление о Средней Азии как регионе в русскоязычной географии сложилось в дореволюционный период для определения территории так называемого Русского Туркестана, в пределах которого в советский период были образованы четыре республики СССР (Киргизская, Узбекская, Таджикская и Туркменская ССР), сформировавшие Среднеазиатский экономический район страны. В настоящее время на территории данного региона располагаются независимые государства Кыргызская Республика, Республика Таджикистан, Республика Узбекистан, Туркменистан. В большинстве современных русскоязычных географических источников к Средней Азии также относят и Республику Казахстан.

Издавна важнейшей экологической проблемой региона является нехватка водных ресурсов. Эта проблема нашла отражение как в повседневной жизни людей, так и в стратегических вопросах развития. В то же время наличие данной проблемы не означает, что здесь нет разнообразия водных объектов. В Средней Азии представлены реки, озера, ледники, водохранилища и каналы, которые имеют в регионе свои особенности распространения [1].

Особенностью многих рек Средней Азии является преимущественно ледниковое питание. Как правило, они берут свое начало в горах, характеризуются бурным течением в верховьях и впадают в изолированные от мирового океана водоемы: Каспийское море, Аральское море, Балхаш, Иссык-Куль. Активное хозяйственного использования рек региона существенно ухудшает их экологическое состояние. Это характерно и для крупнейших рек – Сырдарьи, Амударьи, Сарысу, Мургаба.

В засушливых областях Средней Азии достаточно много озер – это Каспийское и Аральское моря, озеро Балхаш и ряд других, менее значительных по площади водоёмов. Большинство крупных озер являются остаточными, сохранившимися на месте более крупных водоемов, некогда существовавших в других палеогеографических условиях, в том числе отличавшихся более влажным местным климатом. Установлено, что в прошлом Каспийское море соединялось с Черным. А сейчас – это внутреннее озеро, которое лежит ниже уровня мирового океана. Среди озер, представляющих значительный интерес для науки, следует упомянуть озеро Балхаш (сочетает в себе акватории с пресной и солёной водой).

Широкое распространение в регионе имеют водохранилища: Бухтарминское (на р. Иртыш); Кайраккумское (на р. Сырдарья); Капчигайское (на р. Или); Нурекское (на р. Вахш); Туябугузское (на р. Ахангаран); Туямунское (на р. Амударья); Хаузханское (на Каракумском канале) и др. [2]. Воды водохранилищ используются не только для орошения, но и для выработки электроэнергии, в туристско-рекреационных целях.

Каналы в Средней Азии созданы для орошения сухих земель в сельском хозяйстве, а также для изменения направления движения русел рек. Самый крупный из них Каракумский канал (протяжённостью 1445 км), в Туркменистане также используется название Кара-Кум река [3, с. 20].

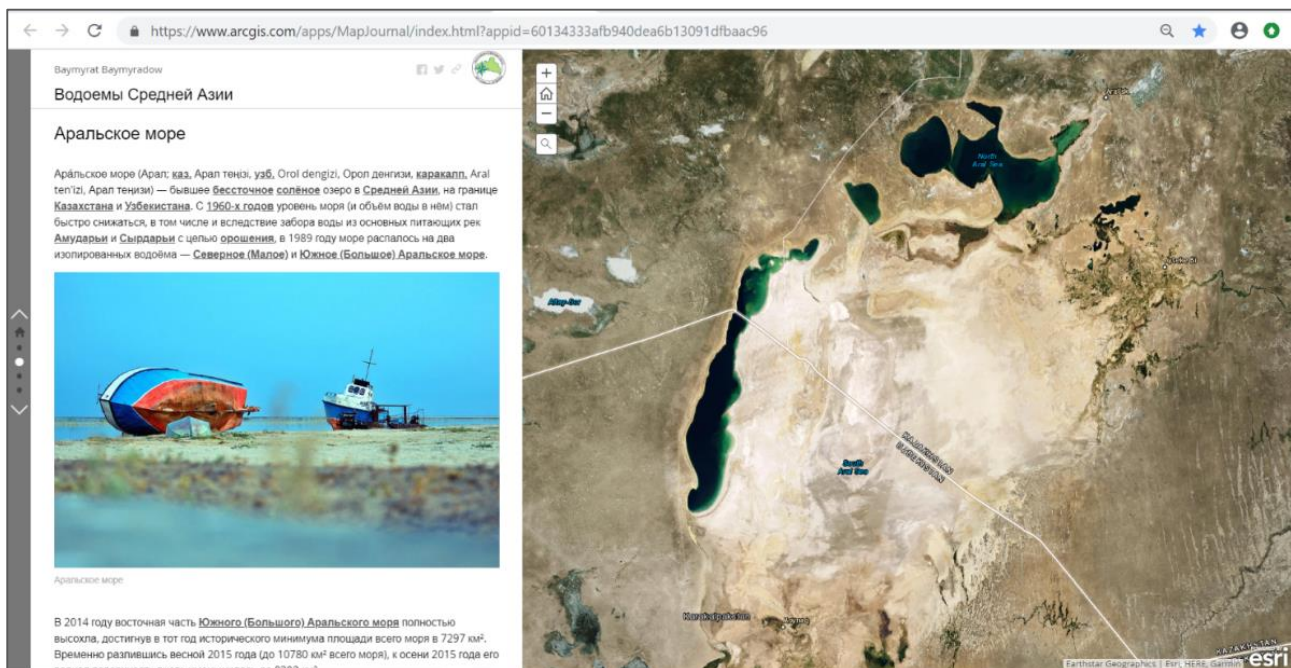
Проведённая работа по инвентаризации водных объектов Средней Азии заключалась в создании электронных баз данных, включающих название, краткое описание, а также основные гидрографические характеристики водных объектов исследуемого региона. В ходе её выполнения были использованы доступные справочные и картографические данные. На основе созданных баз данных были выполнены картографические веб-приложения в программной среде ArcGIS Online (размещены в свободном доступе в сети Интернет).

ArcGIS Online представляет собой облачную платформу картографирования, предлагающую в настоящее время различные веб-шаблоны. В частности, шаблоны приложений «Story map» («Карты историй») позволяют комбинировать карты, космические снимки и описательный текст с различным мультимедийным содержанием (фотографиями, иллюстрациями). В настоящее время компания ESRI предлагает более 10 шаблонов для реализации карт историй. Каждый из них имеет свои отличительные особенности. В ходе выполнения исследования было применено два типа шаблонов.

С использованием шаблона «Story map Journal» было выполнено приложение «Водоемы Средней Азии».

Данный шаблон удобен для совместного отображения текста с картами и другими встроенными ресурсами. Он имеет два поля для внесения информации, возможности стилистического оформления текста и включения в компоновку основного поля не только интерактивной карты, но и изображения, видео либо другой веб-страницы. Шаблон имеет возможность включения отдельных записей (разделов), которые легко пролистываются.

Выполненное приложение «Водоемы Средней Азии» в основном окне содержит фрагмент космического снимка, отображающего местоположение и особенности топографии водоема и прилегающей к нему территории. В дополнительном окне представлено описание водоема, а также отдельные иллюстрации (фотографии, рисунки, схемы, графики) (рисунок) [4].



**Рисунок – Компоновка веб-приложения «Водоемы Средней Азии» (страница «Аральское море»)**

С использованием шаблона «Story map Shortlist» создано приложение «Инвентаризационная база данных водных объектов Туркменистана» [5], которое представляет собой краткий каталог водных объектов страны. В данном приложении представлены фотографии и краткие описания основных водных объектов, которые сгруппированы по типам (реки, озера, водохранилища, каналы) – включает соответствующие вкладки. В каждой вкладке при нажатии на тот или иной водный объект открывается его описание с фотографией и конкретизируется его местоположение на карте. Картографической основой для создания приложения является веб-ресурс Openstreetmap.

Таким образом, в ходе работы предпринята попытка обобщить разрозненные данные о водных объектах Средней Азии. Разработанные в ходе её выполнения веб-приложения дают возможность пользователю быстро и в удобном формате ознакомиться с собранными материалами.

#### **Список цитированных источников**

1. Станчин, И. М. Водные ресурсы и водопользование в Туркменистане: история, современное состояние и перспективы развития / И. М. Станчин // Синергия. – 2017. – № 1. – С. 83–95.
2. Вольмурадов, К. Водные ресурсы Туркменистана: потенциал, использование, технологии и экология / К. Вольмурадов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cawater-info.net/library/rus/almaty/volmuradov.pdf>. – Дата доступа: 28.03.2019.
3. Аналитический обзор водного сектора Туркменистана : отчёт ПРООН. – Ашхабад : Дом Организации объединённых наций, 2010. – 92 с.
4. Водоемы Средней Азии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcg.is/PP4in>. – Дата доступа: 28.03.2019.
5. Инвентаризационная база данных водных объектов Туркменистана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcg.is/LHyXT>. – Дата доступа: 28.03.2019.

## ДИНАМИКА ВЫПАДЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ГОРОДЕ БРЕСТЕ В 1946-2017 ГГ.

**Боханкевич А. А., Артихович Н. С.**

Государственное учреждение образования «Гимназия № 5 г. Бреста», г. Брест, Республика Беларусь, [matematics@mail.ru](mailto:matematics@mail.ru)  
Научный руководитель – Евтушенко К. Ю.

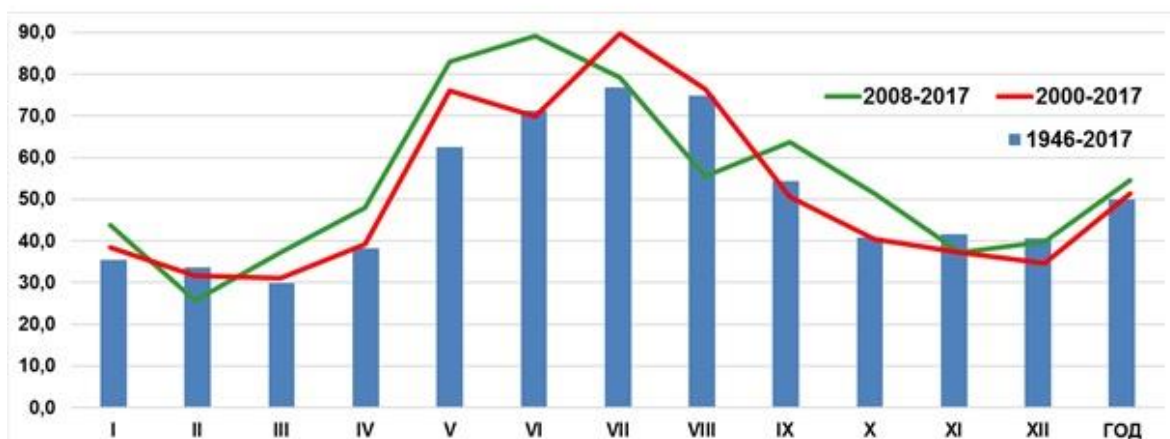
*The dynamics of some characteristic features of precipitation in Brest during the period from 1946 till 2017 has been studied in this article. Some changes in meteorological parameters specific to Brest have been revealed.*

Цель работы – проанализировать динамику некоторых характеристик атмосферных осадков в городе Бресте в период с 1946 г. по 2017 г.

Материалами для исследования являются данные о ежедневных осадках, полученные в различных интернет-источниках. Для обработки данных создано оригинальное программное обеспечение «Анализатор осадков».

Годовое распределение осадков за последние 18 и особенно 10 лет стало отличаться от стандартного континентального типа годового хода осадков в умеренных широтах (рис.1).

Максимум осадков, приходившийся ранее на июль-август, сместился на май-июль. За последние 10 лет наблюдается резкое уменьшение количества осадков в августе, их выпало меньше, чем в сентябре. Выросло количество осадков в январе: если в период с 1946 по 1981 годы январь был одним из самых «сухих» месяцев года с количеством осадков порядка 28 мм, то в последние 10 лет количество осадков составило 48 мм (прирост в 71%).



**Рисунок 1 – Годовой ход осадков**

В целом за последние 18 лет годовой ход осадков принял сложно классифицируемый вид.

Норма годовых осадков за период 1946-2017 гг. составляет 599 мм. В 1946-1963 гг. среднегодовые осадки выпадали в количестве 544 мм, в 2000-2017 гг. – 636 мм. Среднегодовой прирост этого показателя – 1,9 мм.

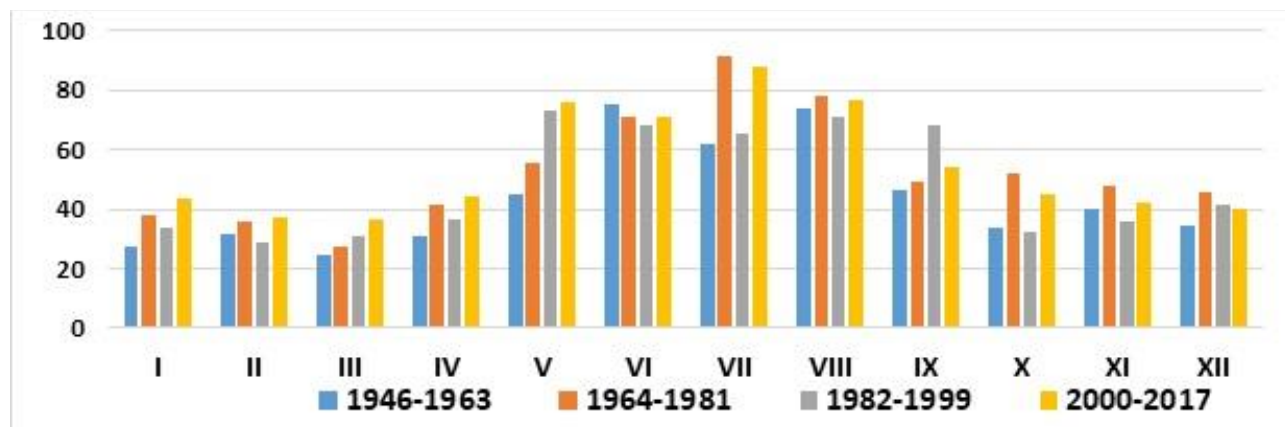
Минимальное количество осадков отмечено в 1971 году – 379,2 мм, максимальное – 855 мм в 1974 году.

При анализе количества выпадающих за год осадков выявлен циклический характер этого показателя по периодам в 18 лет, когда годовые осадки превышают и не превышают среднее значение, равное 599 мм (табл.1).

**Таблица 1 – Количество лет с осадками больше/меньше среднего**

	1946-1963	1964-1981	1982-1999	2000-2017
Больше среднего	5	12	6	12
Меньше среднего	13	6	12	6

Нормы месячных осадков, рассчитанные по периодам в 18 лет, приведены на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Среднемесячные осадки**

Прослеживается следующая динамика величины средних месячных осадков:

- в марте и мае – рост нормы осадков во всех периодах в среднем на 15 и 20% соответственно.

- циклический рост – в январе (18%), феврале (7%), апреле (14%);

- циклическое уменьшение – в июне на 1,9%, в августе – на 2,7%, в ноябре на 2,1%;

- относительное уменьшение в декабре на 4%.

Выделяются нормы осадков в сентябре: рост в среднем на 11% каждые 18 лет при значительном увеличении в 1982-1999гг. – почти на 38% в сравнении с предыдущим периодом.

Разовые осадки в городе вычислены как отношение суммы выпавших осадков к числу дней с осадками. Определен рост величины средних разовых осадков с 3,4 мм в 1946-1981 гг. до 4,0 мм в 1982-2017 гг. – увеличение на 17%. Средние разовые осадки в последние 10 лет составляют 4,5 мм (табл.2).

**Таблица 2 – Интенсивность осадков**

Период (продолжительность)	Кол-во осадков, мм	Дней с осадками всего	Дней с осадками в год	Среднее разовое значение, мм	Среднее суточное значение, мм
1946-2017 (72 года)	43199	11600	161,1	3,7	1,65
1946-1981 (36 лет)	20859	6216	172,7	3,4	1,59
1982-2017 (36 лет)	22340	5520	153,3	4,0	1,70
2000-2017 (18 лет)	11788	2773	154,0	4,2	1,79
2008-2017 (10 лет)	6877	1519	151,9	4,5	1,88

Количество дней в году с осадками в указанные периоды уменьшилось со 172,7 до 153,3, то есть на 12%, а количество выпавших осадков увеличилось на 7%: с 20859 мм до 22340 мм. Норма суточных осадков при этом выросла с 1,59 мм до 1,7 мм, а в последние 10 лет составляет 1,88 мм.

Сильные (более 15 мм) разовые осадки увеличились с 25,1 до 27,6 мм. Средняя величина очень сильных (более 25 мм) осадков составила 39 мм. В период 2000-2017 гг. значительно выросло количество дней с осадками более 15 и 20 мм: на 10 и 14 процентов соответственно.

Интенсивность суточных осадков более 40 мм возрастает, их суммарные объемы растут. За 1946-1963 гг. выпало 274 мм осадков, превосходящих 40 мм в сутки, а за 2000-2017 гг. – 755 мм таких осадков.

Выделяется период с 1992 по 1997 годы, когда на протяжении 5 лет подряд в Бресте отмечались осадки, превосходящие 40 мм в сутки, причем в 1994-1997 гг. – неоднократно. Суммарно наибольшее количество разовых осадков величиной более 40 мм выпало в 1994 году – 294 мм.

Средняя величина осадков, превосходящих 40 мм, составляла в 1946-1963 годах всего 15,2 мм за год. В 2000-2017 годах величина таких осадков составила 41,9 мм в год – рост почти в три раза.

Увеличилась амплитуда колебаний месячных значений осадков. Среднее значение дисперсии месячных осадков выросло с 702 в 1946-1963 гг. до 1527 в 2000-2017 гг. Внутригодовые периоды показывают разнонаправленные тренды.

Стабильно высокие значения рассеяния значений месячных осадков демонстрируют за весь период наблюдений летние месяцы: июнь, июль и август. В августе при многолетней средней норме осадков 76 мм, в 2015 году был поставлен рекорд засушливости – выпало всего 6 мм осадков. Значительно увеличилась дисперсия за последние 18 лет в ноябре (в 2,34 раза), октябре (в 3,66 раза), апреле (в 7,18 раза). Значительное уменьшение дисперсии произошло в январе, декабре и мае. При этом рассеяние значений месячных осадков в мае остается высоким и более чем в два раза превосходит этот показатель для 1946-1981 годов.

Усилившаяся неравномерность выпадающих осадков в летние месяцы приводит к чередованию излишне увлажненных и засушливых месяцев, что может вызвать в дальнейшем нежелательные последствия.

Выявленные изменения режима выпадения атмосферных осадков в городе Бресте в целом совпадают с тенденциями в изменении климата для умеренных широт, хотя имеют свои особенности.

УДК 631

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЫРАЩИВАНИЯ ХМЕЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Волосюк А. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, г. Брест, Республика Беларусь, sashaa\_volosyuk@mail.ru

Научный руководитель – Шпендик Н. Н., к.г.н., доцент

*Hop cultivation is a very promising branch of crop production in the Republic of Belarus. The necessity to develop a modern hop production base in Belarus at present is mainly caused by the needs of domestic brewing industries. The soil and climatic conditions of our country meet the requirements to grow this crop.*



Сегодня хмель — необходимое сырье для пивоваренной промышленности. Содержание в шишках хмеля определенных смолистых и дубильных веществ, эфирных масел придают пиву характерный хмелевой аромат, горький вкус способствуют пеностойкости.

Ценность хмеля определяется наличием в нем специфических горьких, дубильных веществ и эфирного масла. Химический состав шишек разных сортов хмеля меняется и зависит от зоны возделывания: горькие вещества — от 8 до 24%, альфа-кислоты — от 1,5 до 12%, бета-кислоты — от 3 до 7%. Шишки хмеля содержат горькое вещество лупулин, алкалоид хумулин, эфирное масло (2%), гормоны, хлорогеновую кислоту, флавоноиды (кемпферол, кверцетин-3-глюкозид, лейкоцианидин, лейкодельфинин), кумарины, витамины (В1, В2, В6, РР), дубильные вещества (до 3,4%), макро- и микроэлементы, золу. В побегах и листьях имеется большое количество аскорбиновой кислоты [2].

Хмель обыкновенный используют в качестве лекарственного растения. Для этого собирают женские соцветия (шишки), когда они становятся зеленовато-желтого цвета. Эфирное масло и особые смолы, которые имеются в соцветиях, обладают мягким успокаивающим действием. Экстракты хмеля содержатся в составе многих седативных лекарственных препаратов, наиболее известные среди них — валокордин, седавит, уролесан.

Хмель — многолетняя трудоемкая техническая культура. Растет на одном месте 20 и более лет. Для выращивания данной культуры необходим умеренно теплый и влажный климат. Оптимальная среднесуточная температура воздуха во время вегетации +15—17°C, без резких колебаний днем и ночью. Слабые весенние заморозки приводят к пожелтению растений. При более сильных заморозках (–5°C) побеги теряют тургор и выглядят увядшими, сильно уменьшается урожай шишек. Высокие урожаи хмеля получают в регионах, где сумма годовых осадков составляет 500—600 мм с равномерным распределением их по периодам роста и развития растения [4].

Хмель широко применяется в различных отраслях и производствах. Однако на сегодняшний день потребность в развитии хмелеводства в Беларуси обусловлена, по большей части, потребностями в нем отечественной пивоваренной индустрии и, в меньшей мере, потребностями хлебопекарной, фармацевтической и парфюмерной отраслей.

Хмель является исторически традиционной сельскохозяйственной культурой для Республики Беларусь. Вся территория нашей страны находится в зоне ботанического произрастания хмеля. Производство хмеля в прошлом было сосредоточено в некоторых районах Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областей. В 70–80-х годах XX века в нашей стране производилось 0,3% от мирового производства хмеля наравне с Турцией, Канадой, Новой Зеландией, Кореей. В Брестской, Гомельской, Минской и Гродненской областях в тот период времени дополнительно было построено около 84 га хмелеводческих конструкций. Однако приоритетное развитие специализированных хмелеводческих хозяйств в Украине и Чувашии и наличие там сильной научной базы по хмелеводству спустя какое-то время послужило причиной постепенного сокращения производства хмеля в Советской Белоруссии. Из имевшихся в 1976 году 166 га плантаций хмельников к концу 80-х годов уже осталось всего 67 га [1;3].

После того как в 1995 году в БелНИИЭИ АПК совместно с Минсельхозпродом Республики Беларусь был разработан бизнес-план развития хмелеводства в Республике Беларусь на 1996–2000 годы, изучением особенностей выращи-

вания хмеля занялись белорусские ученые. В своих работах Милоста Г.М. совместно с Лапой В. В. анализировали агробиологические особенности произрастания хмеля на территории Республики Беларусь, изучал воздействие различных удобрений на урожайность и качественный состав хмеля и изучали экономическую эффективность применения микроудобрений при возделывании хмеля. Также они исследовали структуру урожая хмеля и вынос элементов минерального питания продукцией, анализировали влияние элементов агротехники на качество шишек хмеля.

Работы Регилевич А. А. посвящены влиянию борных, медных и цинковых микроудобрений на продуктивность шишек хмеля. А также им была произведена в 2012 г. сравнительная оценка продуктивности ароматических сортов хмеля. Ярошинская О.С. в 2006 г. анализировала особенности современного состояния и экономическую эффективность развития хмелеводства в Республике Беларусь

В отделе биотехнологии Института плодоводства для ускоренного размножения в сочетании с оздоровлением растений разработали методику микроразмножения и адаптации сортов хмеля для закладки промышленных плантаций в условиях Беларуси. Это позволяет получить до тысячи микрорастений с одной меристемы. Саженцы, полученные из этих черенков, свободны от фитопатогенной и вирусной инфекции. Данным исследованием занималась ведущий научный сотрудник Института плодоводства, кандидат сельскохозяйственных наук Кастрицкая М. С., Гашенко О. А. на базе отдела биотехнологии РУП «Институт плодоводства» в 2011 – 2017 гг. исследовала видовой состав и степень инфицирования хмеля вирусными патогенами, был произведен анализ распространения и вредоносности вирусных заболеваний хмеля в Республике Беларусь и получение посадочного материала хмеля обыкновенного в культуре *in vitro*.

Сегодня производство хмеля в Беларуси объединяет расположенные в Малоритском и Пружанском районах три продуктивных предприятия: СП «Бизон», ООО «БелХмельАгро» и фермерское хозяйство «Магнум-Хмель».

На сегодняшний день в Беларуси выращивают следующие сорта хмеля: Tettnanger, Magnum, Spalter Select, Clone 18, Perle, Northern Brewer.

Основными потребителями хмеля, выращенного в Беларуси, являются: ОАО «Криница», ОАО «Брестское пиво», ОАО «Лидское пиво», Несвижский хлебозавод. Также некоторая часть хмелепродуктов идет на экспорт в Россию.

В нашей республике необходимо возрождение и развитие этой отрасли и, основываясь на исследованиях по влаго- и теплообеспеченности территории нашей страны, можно сделать вывод, что данная отрасль может быть весьма рентабельной [5]. В настоящее время развитие пивоваренной отрасли Беларуси на основе местного сырья является приоритетом, так как приобретение импортного хмеля, способствует финансированию отечественными пивоваренными заводами зарубежных производителей хмеля. Развитие отечественного хмелеводства позволит сохранить финансовые ресурсы, будет способствовать трудоустройству населения, произойдет уменьшение импортозависимости, а также будет произведена реструктуризация сельскохозяйственных угодий Беларуси за счет внедрения высокоэффективной культуры хмеля.

Таким образом, можно сделать вывод, что развитие хмелеводства – достаточно перспективная отрасль растениеводства Республики Беларусь. Ведь хмель исторически традиционная сельскохозяйственная культура в нашей стране. Качество хмеля, который производят в Беларуси, соответствует принятым мировым стандартам, а почвенно-климатические условия нашей страны соответствуют особенностям выращивания этой культуры.

### **Список цитированных источников**

1. Ильина, З.М. Актуальность развития хмелеводства в Беларуси / З.М. Ильина, О.С. Ярошинская // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. – № 9. – С. 36-37.
2. Кастрицкая, М. С. Хмель обыкновенный / М. С. Кастрицкая, Н. В. Кухарчик, О. А. Гашенко // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 1: Агронимия. – С. 74–80.
3. Милоста, Г.М. Агробиологические основы выращивания хмеля в Республике Беларусь: монография / Г.М. Милоста, В.В. Лапа. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 286 с
4. Растениеводство /Г. С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х.Жерухов [и др.]; Под ред. Г. С. Посыпанова. – М.: Колос, 2007. -612 с.
5. Волчек, А. А. Продуктивные влагозапасы на территории Беларуси в современных условиях / А. А. Волчек, Н. Н. Шпендик // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. КОСТЫЧЕВА. – 2015. - №1 (25), Научно-производственный журнал.

УДК: 504.062.2

## **ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

**Громадская Е. И., Русина А. О**

Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» (РУП «ЦНИИКИВР»), Минск, Беларусь, ktsitou@gmail.com, elena.gromadskaya@yandex.by, nastena\_rusina@mail.ru  
Научный руководитель –Титов К. С., старший научный сотрудник отдела мониторинга и государственного водного кадастра РУП «ЦНИИКИВР»

*The article describes the process of inventory water bodies in the Republic of Belarus on the example of works in Brest region in 2017. The article also contains information about the problems that have appeared in the inventory process.*

Инвентаризация поверхностных водных объектов в Республике Беларусь представляет собой определенную последовательность практических действий, направленных на подтверждение наличия поверхностного водного объекта, оценку его современного состояния и хозяйственного использования, а также картографирование данного водного объекта. Инвентаризация поверхностных водных объектов входит в число приоритетных задач рационального использования и охраны вод и соответствует также задаче совершенствования порядка ведения Государственного водного кадастра Республики Беларусь.

В 2017 году РУП «ЦНИИКИВР» проводил инвентаризацию водных объектов Брестской области в рамках мероприятия «Инвентаризация водных объектов (реки, озера, водохранилища, пруды, родники и ручьи)» подпрограммы 2 «Развитие государственной гидрометеорологической службы, смягчение последствий изменения климата, улучшения качества атмосферного воздуха и водных ресурсов» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016-2020 гг., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 марта 2016 года №205 [1].

Объектами исследования при проведении инвентаризации водных объектов Брестской области выступили:

водотоки (реки, ручьи, каналы) с площадью водосбора от 100 км<sup>2</sup>;  
водоемы (озера, водохранилища) с площадью водной глади от 1 км<sup>2</sup>.

Программа исследований включает:

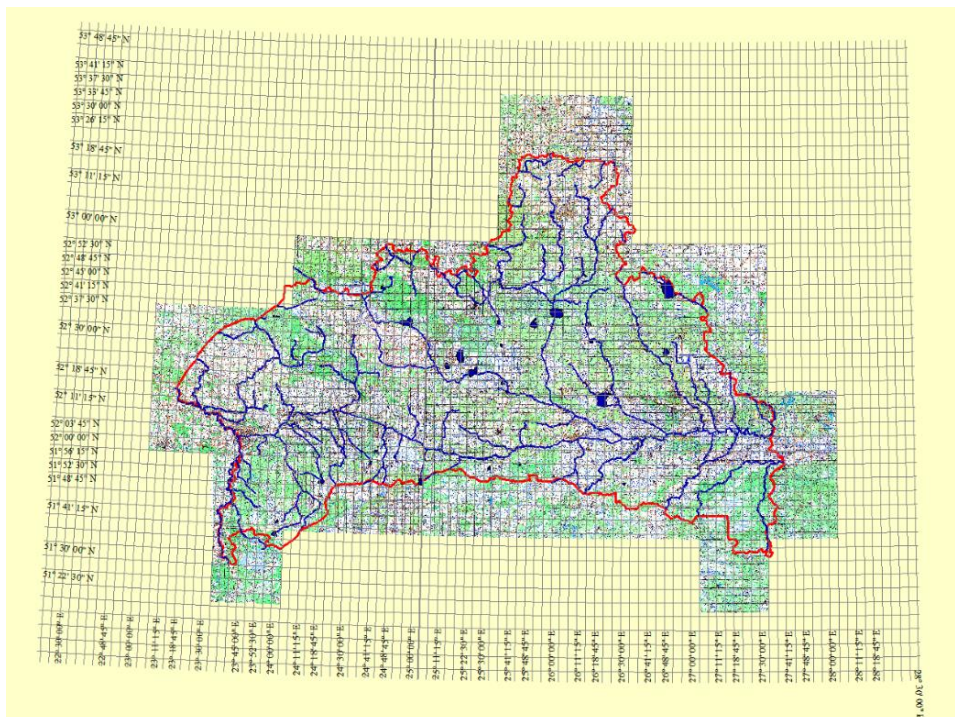
определение перечня исследуемых поверхностных водных объектов Брестской области;

разработка ГИС-слоев поверхностных водных объектов Брестской области в системе координат WGS-84 с точностью масштаба 1:100 000 для интеграции в информационную систему государственного водного кадастра;

проведение экспедиционных исследований с целью сбора и уточнения недостающей тематической информации об исследуемых поверхностных водных объектах Брестской области;

наполнение веб-раздела «Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь» [2] информационной системы «Государственный водный кадастр» подготовленной картографической и соответствующей тематической информацией об исследуемых поверхностных водных объектах Брестской области.

Разработка ГИС-слоев (картографирование) водных объектов производится средствами географических информационных систем с открытым кодом (QGIS) в системе координат WGS84 с точностью масштаба 1:100000. Использование глобальной опорной системы координат 1984 г. (WGS84) позволяет сопоставить ГИС-слои водных объектов с другими географически привязанными картографическими материалами – топографическими картами, космоаэрофотоснимками и ортофотопланами, цифровыми моделями рельефа местности. Разработанные ГИС-слои водных объектов Брестской области (водотоки с площадью водосбора от 100 км<sup>2</sup>, водоемы с площадью водной глади от 1 км<sup>2</sup>) представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – ГИС-слои водных объектов Брестской области в системе координат WGS84 с точностью масштаба 1:100 000**

В процессе инвентаризации водных объектов был выявлен ряд проблем, связанных с категорированием водных объектов и определением их точного местоположения:

«Река / канал» - заключается в том, что в процессе инвентаризации водных объектов выявляется ряд водотоков с различным подходом к категорированию водных объектов на основании терминологии, приведенной в статье 5 Водного Кодекса [3], различными организациями. Для решения конфликта необходимо провести сопоставление картографической и тематической информации о водных объектах с доступными актуальными результатами инвентаризации мелиоративных систем, проводимой Государственным объединением по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз», а также с имеющимися сведениями согласно Справочнику «Изменение гидрографической сети под воздействием мелиоративных работ» [4].

«Водохранилище / пруд» - заключается в том, что в процессе инвентаризации выявляется ряд водоемов с различным подходом к категорированию водных объектов различными организациями. Следует отметить, что необходимо проведение консультаций с представителями ГО «Белводхоз» на предмет возможного внесения соответствующих корректировок в актуальные результаты инвентаризации мелиоративных систем и осуществить экспедиционные полевые выезды на местность.

Результатом Инвентаризации поверхностных водных объектов Брестской области в 2017 году в Республике Беларусь является заполненный веб-раздел «Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь» информационного ресурса «Государственный водный кадастр», содержащий сведения о 89 водотоках в Брестской области (67 рек, 22 канала) и 41 водоеме (12 озер, 29 водохранилищ) в бассейнах рек Неман, Западный Буг и Припять. Так же в рамках проведения работ по инвентаризации водных объектов в Брестской области РУП «ЦНИИКИВР» был организован пробный экспедиционный выезд с целью уточнения информации о родниках Барановичского района, в результате которого было верифицировано 13 родников.

Более подробное изучение водных объектов Брестской области с (водотоки с площадью водосбора от 30 км<sup>2</sup>, водоемы с площадью водной глади от 0,5 км<sup>2</sup>, родники) планируется в дальнейшем. Проведение инвентаризации водных объектов Брестской области, существенно повышает эффективность решения задач рационального использования и охраны вод, в том числе в рамках разработки планов управления речными бассейнами.

### **Список цитированных источников**

1. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016-2020 гг., утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 марта 2016 года №205.

2. Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь [Информационный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cricuwr.by> - свободный.

3. Водный кодекс Республики Беларусь: Закон Республики Беларусь, 30 апреля 2014 г. N 149-3 // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информации Республики Беларусь.

4. Изменение гидрографической сети Беларуси под воздействием мелиоративных работ: справочник под редакцией Ф.М. Ошерова. – Минск, 1999 г.

## ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЖАБИНКОВСКОГО РАЙОНА

**Дудар М. Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, mariadudarbg@mail.ru  
Научный руководитель – Шелест Т. А., к.г.н., доцент

*This article presents the structure of the land resources in Zhabinka district (Brest, Belarus). The author specifies the main soil types, their distribution over the territory, and the soil-forming processes observed in the district.*

Жабинковский район – самый малый по площади административный район Республики Беларусь (648 км<sup>2</sup>) [1]. Его протяженность с запада на восток – 21 км, с севера на юг – 45 км.

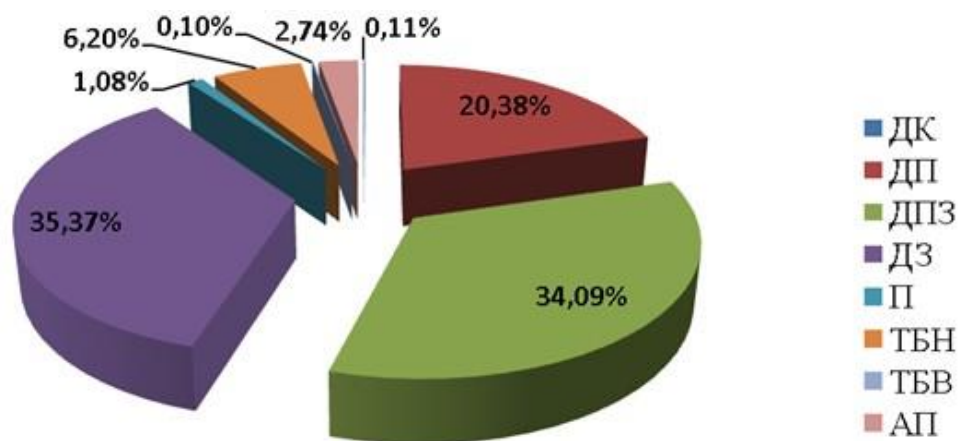
В структуре земельного фонда района доля земель сельскохозяйственного назначения составляет 52 %. Далее по распространению следуют лесные земли – 21%, земли под населенными пунктами, промышленностью, транспортом и земли несельскохозяйственного назначения – 20%, под водными объектами занято всего 7% территории.

Среди сельскохозяйственных земель на пахотные приходится 72%, причем небольшую долю занимают осушенные земли - 6%. Пастбища занимают 28%, причем 16% из них осушены.

Цель работы – изучить особенности почвенного покрова Жабинковского района.

На процесс почвообразования наибольшее влияние оказали следующие факторы почвообразования: почвообразующие породы, рельеф; уровень залегания грунтовых вод. Поверхность Жабинковского района преимущественно равнинная. Незначительные перепады высот в рельефе обусловили однородность в почвенном покрове района. Среди почвообразующих пород распространены озерно-ледниковые и водно-ледниковые отложения. По гранулометрическому составу среди почвообразующих пород преобладают пески, что обусловило формирование на данной территории преимущественно почв легкого гранулометрического состава.

На данный момент в почвенном покрове Жабинковского района преобладают дерновые заболоченные почвы, которые составляют 35,37% от площади района, после них по площади распространения идут дерново-подзолистые заболоченные почвы – 34,09%, дерново-подзолистые составляют 20,38%, остальные 10,22 % приходятся на менее распространенные почвы, среди которых пойменные, торфяно-болотные верховые, дерново-карбонатные и др. [2] Основные типы почв Жабинковского района представлены на рисунке 1.



ДК – дерново-карбонатные, ДП – дерново-подзолистые, ДПЗ – дерново-подзолистые заболоченные, ДЗ – дерновые заболоченные, П – пойменные, ТБН – торфяно-болотные низинные, ТБВ – торфяно-болотные верховые, АП – антропогенно-преобразованные

**Рисунок 1 – Основные типы почв Жабинковского района**

Распространение основных типов почв по видам сельскохозяйственных земель в пределах Жабинковского района представлено в таблице.

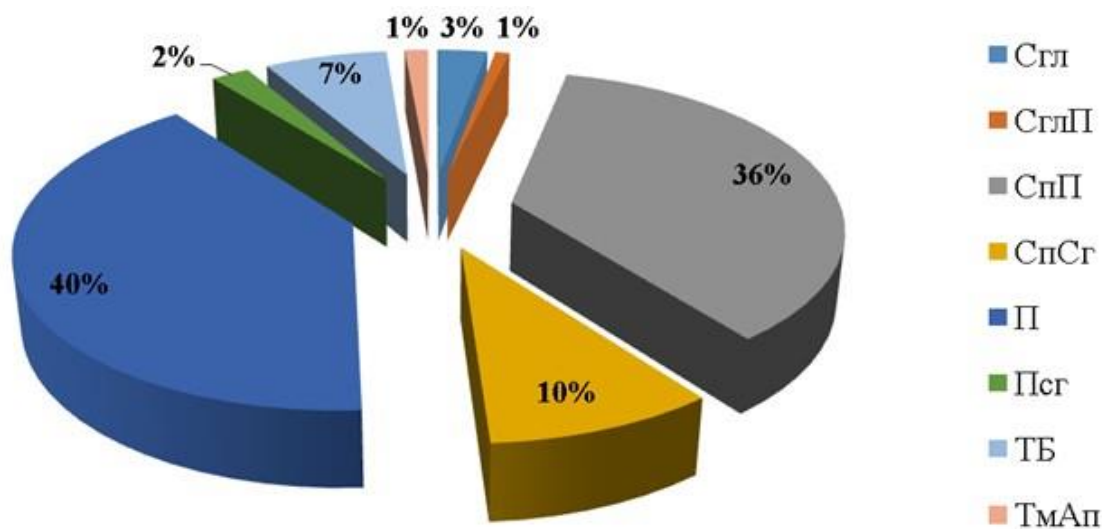
**Таблица – Распространение основных типов почв по видам сельскохозяйственных земель**

Земли	Наиболее распространенные почвы	
	Тип почв	%
Пахотные	Дерновые заболоченные	37
	Дерново-подзолистые заболоченные	49
	Дерново-карбонатные	2
	Торфяно-болотные верховые	12
Сенокосные	Дерновые заболоченные	43
	Дерново-подзолистые заболоченные	12
	Дерново-карбонатные	4
	Торфяно-болотные верховые	41
Пастбищные	Дерновые заболоченные	47
	Дерново-подзолистые заболоченные	39
	Дерново-карбонатные	2
	Торфяно-болотные верховые	12

Таким образом, наиболее распространенными почвами сельскохозяйственных земель Жабинковского района являются дерновые заболоченные, несколько меньшую площадь занимают дерново-подзолистые заболоченные почвы. Доля торфяно-болотных верховых почв менее значительна, за исключением земель под сенокосами. На дерново-карбонатные почвы приходится наименьшая доля площадей сельскохозяйственных земель района.

По степени увлажнения почв сельскохозяйственных земель Жабинковского района преобладают полугидроморфные (61%) и гидроморфные (30%) почвы, на автоморфные приходится лишь 9 %.

На рисунке 2 представлены виды сельскохозяйственных земель по гранулометрическому составу почв и степени увлажнения.



СгП – глинистые и суглинистые, подстилаемые песками;  
 СПП – супесчаные, мощные и подстилаемые песками;  
 СПСг – супесчаные, подстилаемые глинами и суглинками; П – песчаные;  
 Псг – песчаные, подстилаемые суглинками;  
 ТБ – на органогенных породах; ТМАп – торфяно-минеральные антропогенно-преобразованные

**Рисунок 2 – Распределение сельскохозяйственных земель по гранулометрическому составу**

Анализ рисунка 2 показывает, что наибольшая доля приходится на песчаные и супесчаные, мощные и подстилаемые песками почвы. Доля супесчаных, подстилаемых глинами и суглинками, значительно меньше, как и почв на органогенных породах. Наименьший процент сельскохозяйственных земель приходится на торфяно-минеральные антропогенно-преобразованные, песчаные, подстилаемые суглинками и др.

Таким образом, анализ факторов почвообразования, преобладающих типов почв, их распределения по видам сельскохозяйственных земель, распределения сельскохозяйственных земель по степени увлажнения и по гранулометрическому составу показал, что для эффективного использования земель в Жабинковском районе имеется ряд сдерживающих факторов, одним из которых является заболоченность территории. Однако после осуществления ряда мелиоративных работ данная территория может использоваться как в сельскохозяйственном производстве, так и под застройку.

#### Список цитированных источников

1. Регионы Беларуси : энциклопедия. В 7 т. / редкол. : Т.В. Белова [и др.]. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі. – 2009 – Т. 1, кн. 2: Брестская область. – 520 с.
2. Нацыянальны атлас Беларусі / Кам. па зям. рэсурсах і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Мінск, 2002. – 292 с.



## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ НА ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

**Ершова А. В.**

Учреждение образования «Сибирский Федеральный университет»,  
г. Красноярск, Россия, Nasta-er@mail.ru  
Научный руководитель – Лебедева Н. В., канд. геол.-минерал. наук, доцент

*Data on the dynamic of the oil industry in Krasnoyarsk region (through the example of the Yurubcheno-Tokhomskskoye field) as one of the region's economy promising ways of development have been describe.*

Красноярский край – территория, обладающая высоким природно-ресурсным потенциалом, который определяется обширностью территории и разнообразием ландшафтов. Богатство природных ресурсов лежат в основе экономики Красноярского края. В недрах находится большое количество полезных ископаемых, которое служит естественной базой формирования многоотраслевой экономики края [1].

В экономике Красноярского края ведущее место занимает промышленность. Именно промышленный комплекс формирует существенный вклад в валовый региональный продукт региона (85 %).

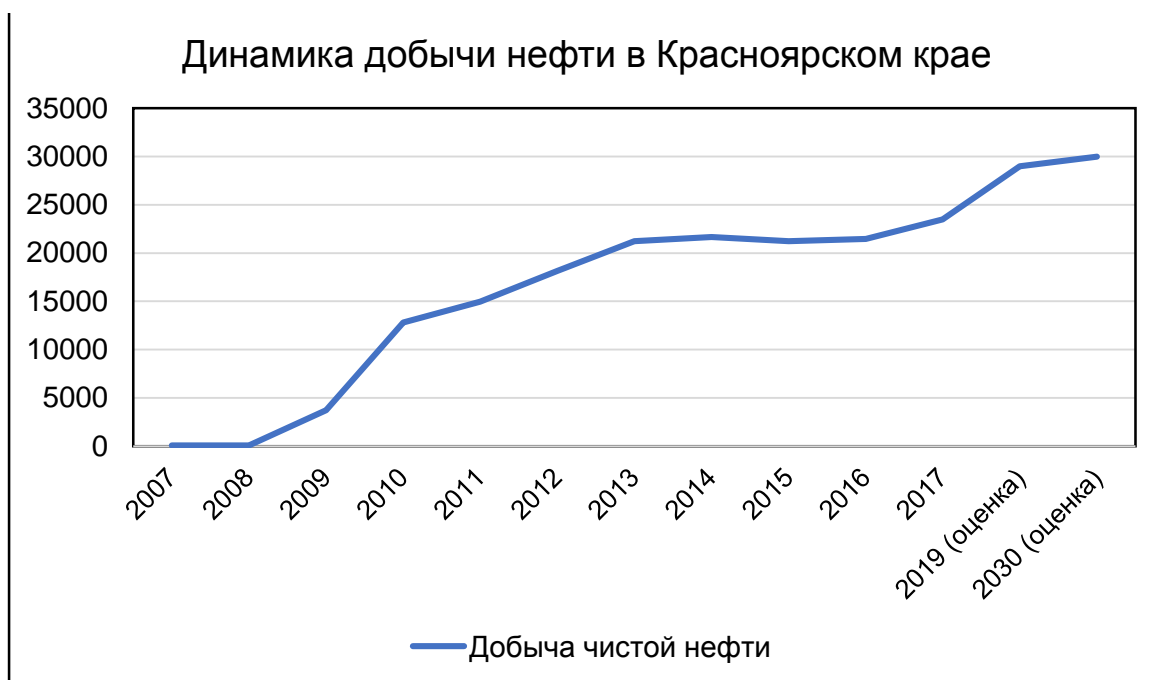
Топливо-энергетический комплекс является системообразующим звеном в экономике Красноярского края. Доля региона в общероссийских запасах нефти и газа составляет 3 %, по прогнозным ресурсам до 10 %. По этому показателю Красноярский край находится на втором месте в России после Тюменской области, что говорит о развитии и увеличении потенциала нефтяной промышленности в регионе.

Нефтегазовые ресурсы в ближайшей и долгосрочной перспективе находятся на первом месте по инвестиционной емкости и привлекательности в мировой экономике. Красноярский край обладает ресурсной базой углеводородов, его географическое положение дает возможность стать центром развития нефтегазовой промышленности, которая является неотъемлемой частью топливно-энергетического комплекса края [2].

Согласно данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва динамика добычи нефти в Красноярском крае очень высока [3]. Красноярский край уверенно становится нефтяным регионом (Рисунок 1).

На территории Красноярского края имеется 15 месторождений нефти. По величине извлекаемых запасов в крае находится три уникальных месторождения – Ванкорское, Юрубчено-Тохомское и Куюмбинское (77,13 % разведанных запасов края), пять крупных – Тагульское, Лодочное, Пайяхское, Байкаловское и Сузунское (22,2 %), семь средних – Камовское, Собинское, Пайгинское, Оморинское, Шушукское, Борщевское и Ичемминское (0,67%). Кроме того, имеется ряд разрозненных месторождений [4].

Юрубчено-Тохомское нефтегазоконденсатное месторождение, расположенное в Эвенкийском районе Красноярского края, в 280 км юго-западу от поселка Тура, является одним из крупнейших месторождений в Восточной Сибири.



**Рисунок 1 – Динамика добычи нефти в Красноярском крае**

По системе геологического нефтегазового районирования Юрубчено-Тохомское месторождение расположено в пределах Байкитской нефтегазоносной области в составе Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции.

Юрубчено-Тохомское месторождение является вторым по значимости месторождением Восточной Сибири после Ванкорского и обладает значительным ресурсным потенциалом. Его запасы колеблются в интервале 800-1200 млн тонн нефти и свыше 2 трлн кубометров газа. Извлекаемые запасы по категории С1 – 64,5 млн. тонн нефти, С2 – 172,9 млн тонн, газа (С1+С2) – 387,3 млрд кубометров. На сегодняшний день текущие извлекаемые запасы нефти по категориям АВС1 и С2 составляют 174 млн тонн.

Юрубчено-Тохомское месторождение было открыто в 1982 году, с тех пор велись геолого-разведочные работы. Освоение началось в 2009 году, а в 2010 начали строиться эксплуатационные скважины. Уже в 2011 году на Юрубчено-Тохомском месторождении был выполнен весь комплекс работ к полномасштабному освоению месторождения. Так же в 2011 году были пробурены первые три скважины, в 2014 году – еще семь, всего (к концу 2019 году) планируется пробурить еще 170 скважин.

В 2017 году началась промышленная эксплуатация Юрубчено-Тохомского месторождения. К концу 2019 года предполагается выход на долгосрочную полку по добыче нефти в 5 млн тонн в год [5].

Реализация проекта освоения Юрубчено-Тохомского месторождения предполагает получение значительного эффекта от его совместной разработки с Куюмбинским месторождением. Магистральный нефтепровод «Куюмба-Тайшет», построенный в 2013 году, соединил эти месторождения с трубопроводной системой «Восточная Сибирь – Тихий океан», что позволило увеличить объемы поставляемой экспортной нефти на перспективный азиатско-тихоокеанский рынок.

На дальнейших этапах развития планируется полностью освоить месторождение, ввести в разработку все залежи и выйти на планку по добыче до 7,3 млн тонн нефти ежегодно.

Таким образом, реализация проекта разработки Юрубчено-Тохомского месторождения окажет существенное влияние на рост экономики Красноярского края и Восточной Сибири, обеспечит высокий рост налоговых поступлений и благоприятно скажется на социальной сфере.

#### **Список цитированных источников**

1. Официальный сайт Министерства энергетики РФ [Электронный ресурс] . – Режим доступа : <http://minenergo.gov.ru>.
2. Копытин, И. А. Рынки акций в странах – нефтеэкспортерах: роль в инвестиционном процессе [Текст] / И. А. Копытин // Вестник федерального бюджетного учреждения «Государственная регистрационная палата при Министерстве юстиции Российской Федерации». – 2012. – № 3. – С.30 – 39.
3. Управление Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва. [Электронный ресурс] : Красноярск. Официальный портал. – Режим доступа : <http://www.krasstat.gks.ru>.
4. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2016 году [Электронный ресурс] . – Красноярск : Красноярскстат, 2017. – Режим доступа : [http://www.mpr.krskstate.ru/dat/bin/art\\_attach/8804\\_26439\\_gosdoklad2017.pdf](http://www.mpr.krskstate.ru/dat/bin/art_attach/8804_26439_gosdoklad2017.pdf).
5. Роснефть [Электронный ресурс] . – Режим доступа : <http://www.rosneft.ru>.
6. Башмаков, И. Цены на нефть: пределы роста и глубина падения [Текст] / И. Башмаков // Вопросы экономики. – 2006. – № 3. – С . 28.
7. Брагинский, О. Б. Цены на нефть: история, прогноз, влияние на экономику [Текст] / О. Б. Брагинский // Российский химический журнал. – 2008. – № 6. – С. 25 – 36.

УДК 504.455

### **СОЗДАНИЕ БАЗЫ ГЕОДАНЫХ ОЗЕР КАЗАХСТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

**Искалиева Г. М., Баспакова Г. Р., Танбаева А. А.**

Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Республика Казахстан, [iskaliyevagm@gmail.com](mailto:iskaliyevagm@gmail.com)

Научный руководитель – Медеу А. Р., д.г.н., академик НАН РК

*The article discusses a concept of creating a geodatabase for the lake fund of Kazakhstan as a tool for making decisions about an assessment and use of lakes.*

Казахстан стоит на пути нового инновационного развития и ускоренного технологического обновления, что способствует вхождению в 30-ку конкурентоспособных стран мира. В государственной программе «Цифровой Казахстан» говорится, что информационно-телекоммуникационная инфраструктура становится важнейшим элементом экономического развития.

XXI век – век технологий, поэтому водных объектов и данные о них должны использоваться в цифровом виде. В настоящее время в Казахстане отсутствует национальный единый геопространственный цифровой ресурс по озерам, который вкупе с паспортными инвентаризационными данными, актуализируе-

мыми данными по стоку и водопользованию, может содействовать повышению эффективности управления водными ресурсами. В современных условиях использования водных ресурсов для решения проблем современного и перспективного водообеспечения населения, промышленности и сельского хозяйства, разработки мероприятий по охране окружающей среды особенно требуются надежные, детальные оценки водных ресурсов. В Казахстане существует недостаток полной информации о состоянии озерного фонда.

В Республике Казахстан находятся много озер, различных по размерам, с неодинаковым качеством и количеством воды. С хозяйственной точки зрения озера Казахстана относятся к числу весьма важных источников природных ресурсов. Воды используются в самых разных отраслях, но происходит это недостаточно организовано. В связи с этим возникает необходимость проведения инвентаризации и оценки современного состояния озерного фонда, с применением современных подходов и формирования всей имеющейся информации в картографическом представлении.

В истории изучения озер Казахстана выделяется несколько этапов, которые начинались в XVIII-XIX вв., основанные на экспедиционных исследованиях С. Ремезова (1701), Н. Унковского (1822), А. И. Воейкова (1884) и др., где были представлены первые схематические чертежи расположения крупных озер. В следующих периодах в 90-е годы 19 века изучались условия питания, состав воды, связь крупных озер с климатом и т. д. Планомерное изучение водных объектов началось в 1930-х годах при создании Водного кадастра СССР, организованное экспедицией ГГИ и Соляной лабораторией НИИ металлургии АН СССР. В 1954-56 гг. под руководством А. П. Богородского наряду с изучением крупных водоемов начали исследовать и малые озера, особенно с освоением целинных и залежных земель. Эти исследования были продолжены Экспедицией ГГИ, кафедрой физической географии КазГУ, а с 1957 года изучение озер вели сотрудники Сектора географии АН КазССР, в дальнейшем преобразованное в Институт географии под руководством Т. Р. Омарова и П. П. Филонца.

Актуальность проведения новой оценки озерно-ресурсного потенциала, выполняемой в масштабе республики, очевидна. Возможности современной электронной картографии, средств дистанционного зондирования, применение современных индексов, отражающих произошедшие изменения в величине и во времени, качестве озерного фонда, позволяют произвести такую оценку на новом уровне, привнеся уточнения даже в цифры по тем бассейнам, где озерно-ресурсные оценки считаются наиболее надежными. На основе данных дистанционного зондирования земли имеется возможность оценить динамику озерных систем по среднегодовым и среднемноголетним данным. Оценка природно-ресурсного потенциала озерного фонда включает совокупные запасы и ценность озерных водных ресурсов, позволяющей учесть возможности их реального использования.

Создание картографических и тематических баз данных, разработка и внедрение географических информационных систем различного иерархического уровня и территориального охвата невозможно без использования современных информационных технологий. Их применение позволило вывести решение географических задач на качественно иной уровень. Это нашло свое отражение в работах С. Н. Сербенюка, А. М. Берлянта, В. С. Тикунова, А. В. Кошкарева, И. К. Лурье и др. Известно, что топографические и тематические карты являются источником ряда важнейших гидрографических характеристик рек и их

бассейнов, необходимых для анализа и выявления закономерностей гидрологического режима водных объектов [1].

Для разработки структуры базы данных озерного фонда применена база географических данных программный продукт ArcGIS, которая является мощной информационной системой, обладает четко определенной моделью для работы с геоданными, прежде всего пространственными объектами. Эта модель «База географических данных» является основной для хранения всей тематической информации, которая используется в процессе работы с программой ArcGIS, и определяет порядок структуры и правила хранения различных видов пространственных объектов. База геоданных – это хранилище разнородных данных, которая позволяет эффективно управлять информацией, хранимой в локальном виде или на сервере [2].

В данной работе с целью хранения, выборки, обработки и обобщения информации и передачи данных в прикладные задачи пользователей будет создана база данных, арсенал программных средств которых для решения задач классификации достаточно широк, в ней будет реализована база данных озер Казахстана, которая может наращиваться как по объему, так и по возможностям использования программных средств. В базе геоданных озер Республики Казахстан на данный момент, по имеющимся анализированным данным, планируется выделить следующие тематические блоки:

1. Водно-ресурсный потенциал озерного фонда;
2. Гидрохимическое и токсикологическое состояние озерного фонда;
3. Туристско-рекреационный потенциал.

1. Блок водно-ресурсного потенциала озерного фонда объединит следующие данные: название озера, географические координаты, средняя и максимальная глубина, общая информация о физико-географическом расположении, административная единица, водохозяйственный бассейн, гидрологическая характеристика, характер распределения озер по территории, а также характеристика качества озерных водных ресурсов и информация по наиболее крупным озерам.

2. В целом по гидрохимии и токсикологическому состоянию озер планируется представить материалы по следующему кругу показателей: температура, прозрачность, pH, диоксид углерода, кислород, органические и биогенные вещества, минерализация, ионный состав воды, тяжелые металлы, а также по нефтепродуктам, фенолам и стойким органическим загрязнителям при наличии данных. Кроме того, для более крупных озер возможно будут приведены сведения по уровню загрязнения тяжелыми металлами донных отложений.

3. Структура базы данных включает информацию по медико-биологической, психолого-эстетической и технологической группам. Все показатели будут сгруппированы в структуре базы геоданных под общим названием «Туристско-рекреационный потенциал». Внешним определением информации медико-биологической группы станут показатели климатических и гидрологических условий озер; психолого-эстетической группы – геоморфологические условия и ландшафт; соответственно технологической группы будут выступать социально-экономические условия, степень рекреационного использования, рекреационная емкость и потенциал для отдельных видов туризма.

Создание цифровой базы геоданных и цифровых справочных данных дает возможность использовать в качестве основы структурированные и систематизированные данные для принятия решений и рекомендаций по использованию озер.

### Список цитированных источников

1. Корытный, Л. М. Атласное картографирование водных ресурсов Азии: современное состояние и перспективы / Л. М. Корытный, Р. А. Фомина // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2015. – Том 13. – С. 88-97.
2. Сочава, В. Б. Картографические проблемы тематического картографирования / В. Б. Сочава // Картографическое обеспечение планирования территориально-производственных систем Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск, 1978. – С. 3-12.

УДК 551.577.1+577.3+551.578

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ ПО ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

**Караваяева К. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, ksushaa.karavaeva@gmail.com  
Научный руководитель – Шпока И. Н., к.г.н., доцент

*The article examines changes in precipitation observed in Belarus from 1881 to 1990 and from 1981 to 2010, an increase in the amount of precipitation over the whole territory of Belarus. There is an increase in precipitation both in cold and in warm periods, with the exception of August and November. In Vitebsk, Grodno and Gomel regions there is an increase in precipitation both in the cold and in the warm periods. In Mogilev region there is a decrease in rainfall both in warm and cold periods.*

**Введение.** В связи с потеплением климата, которое на территории Беларуси отмечается с 1988 г., изменяется не только температурный режим, но и количество и интенсивность осадков. Так, в 2017 г. вечером 25 и 26 июля в Минске выпало рекордное количество осадков. Такого дождя не было за всю историю метеонаблюдений. В Минске выпало 77 мм дождя (с 9.00 утра 25 июля до 9.00 утра 26 июля), что составило 87% климатической месячной нормы. В Самохваловичах выпало 104 мм, или 116% от климатической нормы [1].

Таким образом, возникает необходимость в исследовании осадков на территории Беларуси в современных условиях.

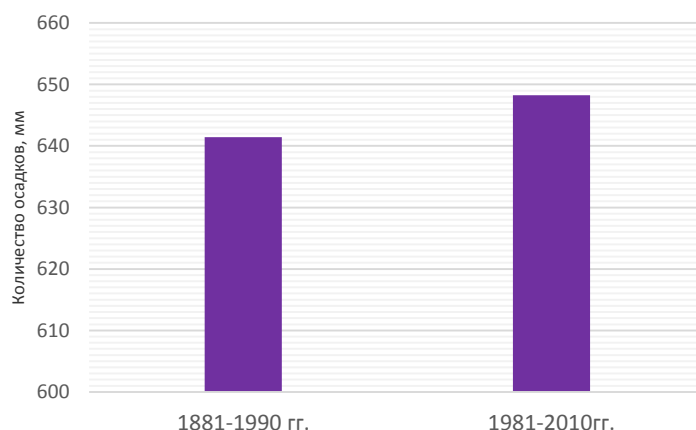
**Исходные материалы.** При написании данной работы использовалась статистическая информация ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»

**Обсуждение результатов.** Осадки – это все формы воды, жидкие или твердые, выпадающие из атмосферы на землю. Изучение особенностей распределения осадков, на протяжении определённого периода времени, является важной и необходимой задачей, т. к. это исследование позволит выявить периоды недостатка и избытка количества осадков, что, в свою очередь, может привести к негативным последствиям (засуха, наводнение и др.).

Проведен анализ по метеостанциям Беларуси за периоды с 1881 по 1990 гг. и с 1981 по 2010 гг. среднего годового количества дней с осадками.

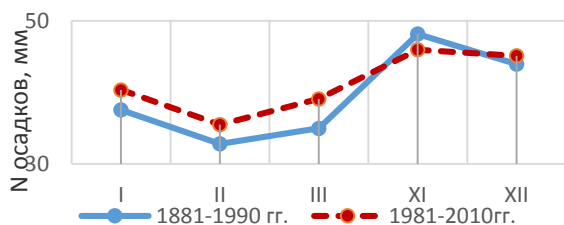
В целом отмечается незначительный рост количества осадков во второй период исследования (рисунок 1). В период с 1881 по 1990 гг. среднегодовое количество осадков достигало 641,4 мм, а за второй период с 1981 по 2010 гг. среднегодовое количество осадков увеличилось (по сравнению с предыдущим) на 6,8 мм и составило 648,3 мм [2].

Проведенный анализ данных об изменении среднемесячного количества осадков за холодный период (XI-III месяцы) показал, что за декабрь-март происходит увеличение осадков в период с 1981 по 2010 гг., а в ноябре количество осадков во второй период снижается. Максимальное количество осадков пришлось на ноябрь в период с 1881 по 1990 гг. Оно составило 48,1 мм. Минимальное количество осадков в первый период исследований наблюдается в феврале (32,8 мм). Суммарное количество осадков за холодный период с 1881 по 1990 гг. составило 197,1 мм, а за период с 1981 по 2010 гг. суммарное количество осадков увеличилось и составило 205,9 мм. Климатическая среднегодовая норма количества осадков в Беларуси за холодный период (XI-III месяцы) составляет 200,5 мм. Исходя из полученных данных можно сказать, что суммарное количество осадков за периоды с 1881 по 1990 гг. и с 1981 по 2010 гг. незначительно отличается от климатической нормы, в среднем на 4,4 мм (рисунок 2).

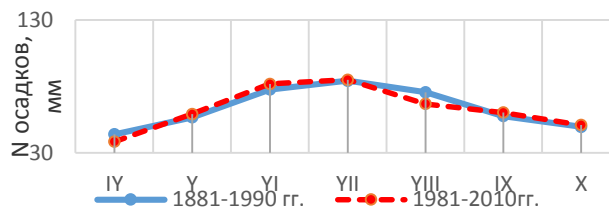


**Рисунок 1 – Среднее годовое количество осадков, мм приведено к периодам**

Анализ данных о среднемесячном количестве осадков за тёплый период (IV-X месяцы) показал, что за май, июнь, июль, сентябрь и октябрь происходит увеличение осадков в период с 1981 по 2010 гг., а в апреле и августе количество осадков в данном периоде (1981–2010гг.), по сравнению со вторым периодом (1881–1990гг.), снижается (рисунок 3). Максимальное количество осадков было достигнуто в июле, в период с 1981 по 2010 гг. Оно составило 85,0 мм. Минимальное количество осадков наблюдается в апреле, в период с 1981 по 2010 гг. Оно составило 38,3 мм. Суммарное количество осадков за тёплый период с 1881 по 1990 гг. составило 444,8 мм, а за период с 1981 по 2010 гг. суммарное количество осадков составило 442,3 мм. Климатическая норма количества осадков в Беларуси за тёплый период (IV-X месяцы) составляет 455,1 мм. Проанализировав данные, можно сказать, что суммарное количество осадков за периоды с 1881 по 1990 гг. и с 1981 по 2010 гг. в среднем отличается от климатической нормы на 11,6 мм.



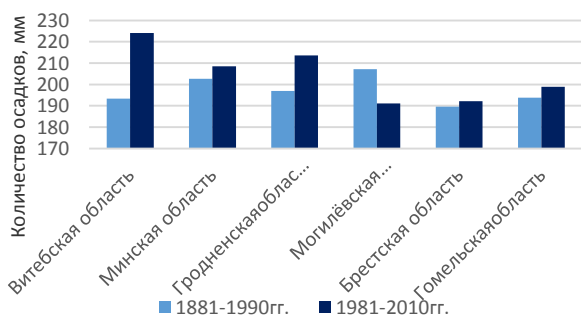
**Рисунок 2 – Среднемесячное количество осадков за холодный период (XI-III)**



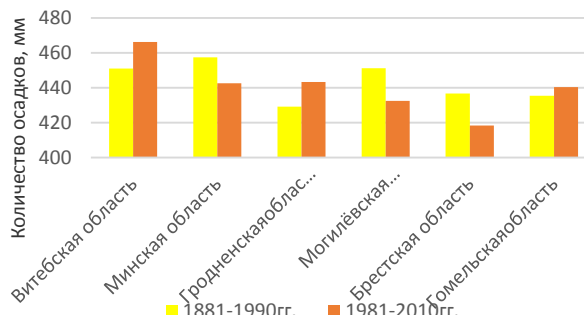
**Рисунок 3 – Среднемесячное количество осадков за тёплый период (IV-X)**

Проведенный анализ данных об изменении среднемесячного количества осадков за холодный период (XI-III месяцы) по областям Беларуси показал, что происходит резкое увеличение осадков в Витебской области, как в первый, так и во второй периоды исследования. Незначительный рост количества осадков наблюдается в Минской, Гродненской, Брестской и Гомельской областях. В Могилёвской области количество осадков в периоде 1981-2010 гг. снижается (на 16,0 мм). Максимальное среднегодовое количество осадков наблюдается в Витебской области, в период с 1881 по 1990 гг. (224,2 мм), минимальное - в Брестской области (189,6 мм). Суммарное количество осадков за холодный период по областям Беларуси с 1981 по 2010 гг. по сравнению с предыдущим периодом (1881–1990) значительно увеличилось на 238,8 мм (рисунок 4).

Анализ данных о среднегодовом количестве осадков по областям Беларуси за тёплый период (IV-X месяцы) показал, что за период с 1981 по 2010 гг. происходит увеличение осадков (по сравнению с предыдущим периодом) в Витебской, Гродненской и Гомельской областях. В Минской, Могилёвской и Брестской областях в данном периоде происходит снижение количества осадков. Максимальное среднегодовое количество осадков наблюдается в Витебской области, в период с 1981 по 2010 гг. Оно составило 466,2 мм. Минимальное среднегодовое количество осадков наблюдается в Брестской области, в период с 1981 по 2010 гг. Оно составило 418,4 мм. Суммарное количество осадков за тёплый период по областям Беларуси за период с 1981 по 2010 гг. по сравнению с предыдущим периодом (1881–1990гг.) уменьшилось на 17,5 мм (рисунок 5).



**Рисунок 4 – Среднегодовое количество осадков за холодный период (XI-III)**



**Рисунок 5 – Среднегодовое количество осадков за тёплый период (IV-X)**



Анализ среднегодового количества осадков по областям Беларуси показал, что произошло резкое увеличение количества осадков в Витебской и Гродненской областях за период с 1981 по 2010 гг., незначительное увеличение количества осадков наблюдается в Гомельской области. В то же время уменьшается количество осадков в Минской, Могилевской и Брестской областях.

#### **Список цитированных источников**

1. Белгидромет: Это был самый сильный дождь в Минске за всю историю наблюдений [Электронный ресурс] – Минск, 2017. – Режим доступа : [https://news.tut.by/society/553012.html?utm\\_source=42.tut.by&utm\\_medium=news-right-block&utm\\_campaign=popular-news](https://news.tut.by/society/553012.html?utm_source=42.tut.by&utm_medium=news-right-block&utm_campaign=popular-news). – Дата доступа : 26.07.2017.

2. Логинов, В.Ф. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, И.Н. Шпока. – Минск : Бел. наука, 2010. – 129 с.

УДК 631.4

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА КАМЕНЕЦКОГО РАЙОНА**

**Климчук Ю. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [yulya.klimchuk@list.ru](mailto:yulya.klimchuk@list.ru)  
Научный руководитель – Шелест Т. А., к. г. н., доцент

*This article analyses changes in the composition and structure of the land resources in Kamenetsky district according to land types. The analysis covers a period from 01/01/2014 to 01/01/2018 and compares Kamenetsky district land resources to the average indicators that are characteristic of Brest region as a whole.*

Согласно кодексу Республики Беларусь о земле, земельные ресурсы – это земли, земельные участки, которые используются или могут быть использованы в хозяйственной или иной деятельности [1]. На территории Республики Беларусь мониторинг земель проводится на постоянной основе и представляет собой систему постоянных наблюдений за состоянием земель и их изменением под влиянием природных и антропогенных факторов, а также за изменением состава, структуры, состояния земельных ресурсов, распределением земель по категориям, землепользователям и видам земель.

Целью данной работы является анализ изменения состава и структуры земельного фонда Каменецкого района. Анализ изменения проводился за период с 01.01.2014 по 01.01.2018 гг. В таблицах 1, 2 представлены изменения состава и структуры земельного фонда Каменецкого района и Брестской области по видам земель.

**Таблица 1 – Изменение состава и структуры земельного фонда Каменецкого района по видам земель [2]**

Виды земель	Площадь					
	На 01.01.2014		На 01.01.2018		Изменения	
	га	%	га	%	га	%
Пахотные земли	69620	41,3	69843	41,4	+223	+0,1
Земли под постоянными культурами	1046	0,62	893	0,53	-153	-0,1
Луговые земли	29364	17,4	22741	13,5	-6623	-3,9
Лесные земли	48253	28,6	51009	30,2	+2756	+1,6
Земли под древесно-кустарниковой растительностью	4722	2,80	6657	3,95	+1935	+1,1
Земли под болотами	2455	1,46	3769	2,23	+1314	+0,8
Земли под водными объектами	2369	1,40	2458	1,46	+89	+0,1
Земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями	3785	2,24	3561	2,11	-224	-0,1
Земли общего пользования	1039	0,62	472	0,28	-567	-0,3
Земли под застройкой	3219	1,91	2645	1,57	-574	-0,3
Нарушенные земли	140	0,08	0	0,00	-140	-0,1
Неиспользуемые земли	2257	1,34	4238	2,51	+1981	+1,2
Иные земли	442	0,26	425	0,25	-17	0,0

**Таблица 2 – Изменение состава и структуры земельного фонда Брестской области по видам земель [2]**

Виды земель	Площадь					
	На 01.01.2014		На 01.01.2018		Изменения	
	га	%	га	%	га	%
Пахотные земли	820408	25,0	835225	25,5	+14817	+0,5
Земли под постоянными культурами	20724	0,6	18948	0,6	-1776	-0,1
Луговые земли	578959	17,7	533926	16,3	-45033	-1,4
Лесные земли	1233568	37,6	1248867	38,1	+15299	+0,5
Земли под древесно-кустарниковой растительностью	66388	2,0	94006	2,9	+27618	+0,8
Земли под болотами	242151	7,4	232917	7,1	-9234	-0,3
Земли под водными объектами	84088	2,6	84058	2,6	-30	-0,0
Земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями	68342	2,1	64316	2,0	-4026	-0,1
Земли общего пользования	23942	0,7	19423	0,6	-4519	-0,1
Земли под застройкой	62191	1,9	64063	2,0	+1872	-0,1
Нарушенные земли	2241	0,1	1108	0,0	-1133	-0,0
Неиспользуемые земли	51879	1,6	61677	1,9	+9798	+0,3
Иные земли	23707	0,7	20110	0,6	-3597	-0,1

В Каменецком районе наибольшую площадь занимают пахотные земли (41,4 %). Площадь данного вида земель практически не подверглась изменению за исследуемый период (увеличилось на 0,1 %). Однако сравнение результатов по Каменецкому району с данными по Брестской области (таблица 2) показывает, что разница между показателями по району и средними

показателями по области составляет 15 % от занимаемых площадей. Что может свидетельствовать о сельскохозяйственной направленности района.

На втором месте по занимаемой площади в районе находятся лесные земли, которые на 2018 г. занимают 30,2 % земельного фонда и также испытывают увеличение по занимаемым площадям на 1,6 %. Такое распределение земельных ресурсов в районе объясняется расположением в пределах района Национального парка «Беловежская пуща». Однако из таблицы 2 следует, что показатели по району уступают средним показателям по Брестской области, где площадь лесных ресурсов на 2018 г. составляет 38,1 %.

В Каменецком районе также отмечается увеличение площади земель под древесно-кустарниковой растительностью на 1,1 %. Подобная тенденция наблюдается и по Брестской области в целом, но несколько меньшими темпами (на 0,8 %).

На третьем месте по занимаемой площади находятся луговые земли. Их доля на 2018 г. составляет 13,5 % территории. Именно этот показатель испытывает наибольший спад за рассматриваемый период. Так, от общей площади земельных ресурсов их площадь сократилась на 3,9 %. Этот же вид земель уменьшается и по области в целом, однако темпы уменьшения земель данного вида по области меньше и составляют 1,4 % за рассматриваемый период.

В районе отмечается увеличение площади земель под болотами; за рассматриваемый период данный показатель возрос на 0,8 %, что может свидетельствует о процессе заболачивания в поймах рек Лесная и Пульва. В целом по области количество земель под болотами медленно, но уменьшается. За рассматриваемый период показатель составил 0,3 % от общей площади земельных ресурсов.

Также стоит отметить увеличение на 1,2 % по району площади неиспользуемых земель. Данный показатель также увеличивается и в пределах области.

Остальные виды земель не претерпели существенных изменений. Так, произошло увеличение площади земель под водными объектами на 0,1 %. Уменьшилась площадь земель общего пользования и земель под застройкой (на 0,3 % по каждому виду). Подобные тенденции характерны и по области в целом, однако, в меньшей степени. К землям, по которым практически не наблюдается изменений в занимаемой площади, относятся иные земли и земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями.

Таким образом, изучение структуры земельного фонда Каменецкого района показало, что наибольшие площади в пределах района занимают пахотные и лесные земли. Существенных изменений в структуре земельного фонда не наблюдается за рассматриваемый период. В сравнении со средними показателями по Брестской области наиболее существенное изменение наблюдается только по отношению к пахотным и лесным землям, в целом же тенденции изменений однонаправленные.

### **Список цитированных источников**

1. Кодекс Республики Беларусь о земле [Электронный ресурс] : 23 июля 2008 г., № 425-З : принят Палатой представителей 17 июня 2008 г. : одобр. Советом Респ. 28 июня 2008 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 31.12.2014 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2016.

2. Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gki.gov.by>. – Дата доступа: 31.03.2019

## МИНЕРАГЕНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ПОДЛЯССКО-БРЕСТСКОЙ ВПАДИНЫ

**Кожанов Ю. Д., Кухарик Е. А.\***

Учреждение образования «Брестский государственный университет им.

А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, robing-1@mail.ru

Научный руководитель – Богдасаров М. А., д.г.-м.н., профессор, чл.-корр.

\*Институт природопользования НАН Беларуси,

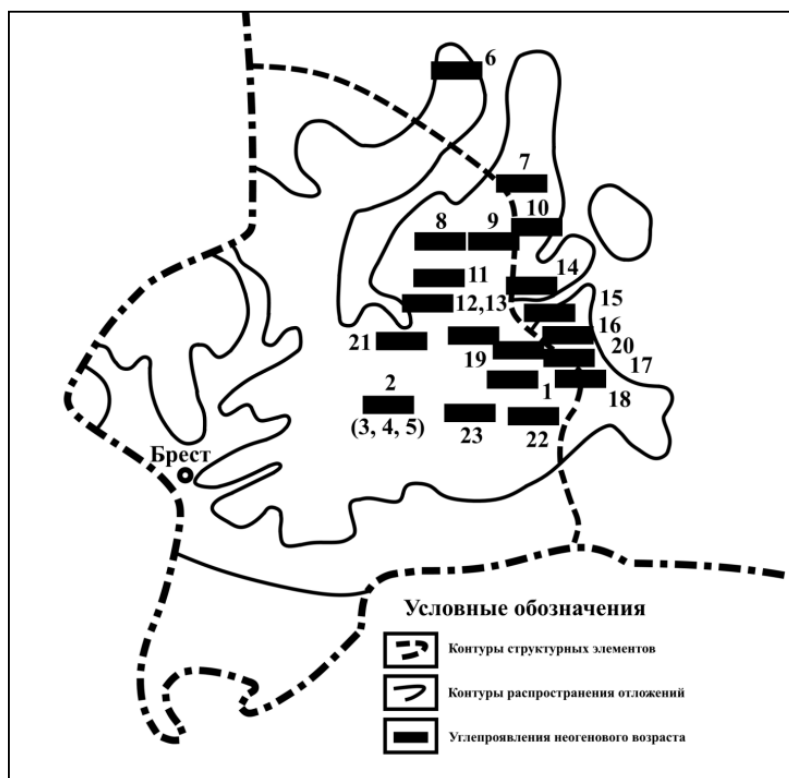
г. Минск, Республика Беларусь, shzhk@mail.ru

Научный руководитель – Матвеев А. В., д.г.-м.н., профессор, академик

*The work is devoted to the establishment of structural features of continental coal-bearing sediments that are widespread within the territory of the eastern (Belarusian) part of the Podlyassko-Brest depression as a mineragenic stratum, which has practical potential for development, detailing the composition and genesis of sediments.*

Континентальные угленосные отложения широко развиты на территории Подляско-Брестской впадины. Однако промышленная угленосность связана только с отложениями нижнего и среднего миоцена, которые объединяются в составе бриневского надгоризонта неогена [1]. К этому стратиграфическому интервалу относится подавляющее большинство углепроявлений исследуемой территории (таблица). В региональном плане данные отложения приурочены к Брестской (западной) минерагенической зоне площадного распространения. Зона простирается в меридиональном направлении примерно на 100 км при ширине 50–80 км и занимает в основном самую восточную часть Подляско-Брестской впадины и западные склоны Полесской седловины (рисунок).

Буроугольную формацию слагают аллювиальные (русловые и пойменные песчано-алевритовые отложения), болотные (фаии проточных – слабопроточных – периодически проточных и относительно застойных пойменных торфяных болот) и озерные отложения (фаии проточных, непроточных застойных и заболачиваемых озер). Детальный анализ фаиальных условий формирования угольных пластов показал, что исходный материал накапливался преимущественно в условиях обводненных пойменных торфяных болот различной степени проточности и реже – в условиях зарастающих озер (озер-болот). Л. Ф. Ажгиревич выделяла следующие генетические типы угленакопления: пойменно-карстовый, пойменный и озерный. Формирование залежей углей в указанных фаиальных обстановках неогенового времени на территории юго-запада Беларуси помимо общих палеогеографических и палеоклиматических условий, во многом определялось также и структурой исходной поверхности осадконакопления буроугольной формации [2].



1 – Рожок, 2 – Быстрица, 3 – Лепесы-Большие, 4 – Еремичи – Мнянка, 5 – Подберье, 6 – Изабелинское, 7 – Юндылы, 8 – Смоляница, 9 – Верчицы, 10 – Юрчики, 11 – Новоселки, 12 – Ясевичи, 13 – Зубачи, 14 – Бронная гора, 15 – Соколово – Огородники, 16 – Войтешин, 17 – Подосье, 18 – Мошковичи, 19 – Горск, 20 – Борки, 21 – Краснолески, 22 – Деревная, 23 – Грушево

**Рисунок – Картамсхема размещения проявлений бурых углей территории юго-запада Беларуси [3]**

В пределах исследуемой территории поверхность палеогена из-за незначительной мощности верхнеэоценовых отложений унаследовала преимущественно геоморфологическую структуру мелового плато, которая сформировалась в позднем меле и палеоцене. Степень расчленения этой поверхности достаточно высокая, однако эрозионно-карстовые процессы сформировали густую сеть только мелкоконтурных отрицательных форм рельефа. Это обстоятельство и определило высокую степень углеплотности, но исключительно мелкие размеры угольных залежей пойменно-карстового типа, тогда как крупные тектонические структурные элементы локального характера в пределах развития угленосных отложений Брестской зоны по поверхности подстилающих отложений мела и протерозоя не установлены. Поисково-оценочные работы, проведенные на наиболее крупных углепроявлениях Брестской зоны (Смоляница и Ясевичи), показали, что при сгущении сети скважин их залежи расчленяются на ряд еще более мелких разобщенных линз [3].

По качественным показателям угли неогена относятся к технологической группе 1 Б, хорошо брикетируются и могут быть использованы в качестве топлива бытового и для местной промышленности, а также для получения гуминовых удобрений и биостимуляторов роста растений. Кроме этого, они пригодны для пылевидного сжигания в стационарных энергетических установках, а также в котельных, оборудованных топкой кипящего слоя.

Таблица – Характеристика наиболее значимых углепроявлений в неогеновых отложениях юго-запада Беларуси [3]

Углепроявление	Кол-во угольных пластов		Средняя суммарная мощность угольных пластов, м	Максимальная мощность угольного пласта, м	Глубина залегания кровли основного пласта, м	Площадь, км <sup>2</sup>	Ресурсы по категории Р <sub>2</sub>	Основные показатели качества				
	всех	мощностью 2 м и более						зольность, %	влажность аналитическая, %	содержание серы, %	содержание летучих в-в, %	удельная высшая теплота сгорания, Мдж/кг
Рожок	1–7	1–3	5,5	30,6	58,7	3,75	5,5	39	Нет свед.	0,6	50,9	<u>14,2</u> нет свед.
Быстрица	1–2	1	4,4	6,7	44,0	Нет свед.	1,5	33,2	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.
Лепесы-Большие	1–6	1–3	8,9	17,2	46,1	1,4	1,6	37,5	Нет свед.	0,5	60,0	<u>13,5</u> нет свед.
Еремичи – Мнянка	1–5	1–3	6,2	10,5	53,1	2,5	1,7	35,4	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.
Подберье	1–4	1	7,2	17,0	69,6	0,14	3,9	38,2	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.
Юндылы	1–2	1	Нет свед.	9,5	93,0	5,0	6,0	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.
Смоляница	1–6	1	5,9	10,5	134	7,3	32,4	35,4	12,0	0,5	52,0	<u>Нет свед.</u> 21,5
Верчицы	1	1	10,5	17,7	99,1	0,03	0,32	36,7	15,1	0,5	48,0	<u>16,4</u> нет свед.
Юрчики	1–5	1	3,2	5,85	109	2,75	9,2	35,0	10,8	0,6	53,3	<u>Нет свед.</u> 25,7

Новоселки	1–2	2	6,9	13,6	108	8,0	23,0	35,4	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.
Ясевичи	1	1	7,7	14,8	90	5,0	18,9	26,3	13,7	0,7	55,2	<u>Нет свед.</u> 23,6
Зубачи	2	Нет свед.	Нет свед.	1,6	77	Нет свед.	15,0	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.
Бронная Гора	1–6	1–2	6,9	11,9	83,5	3,3	0,2	33,2	11,2	0,7	47,7	<u>16,8</u> нет свед.
Соколово – Огородники	1–2	1	4,8	10,0	89,4	3,5	4,6	28,2	13,8	0,6	53,6	<u>Нет свед.</u> 22,9
Войтешин	1	1	1,55	6,2	73,6	13,0	12,0	42,8	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.
Подосье	2	2	1,9	3,6	94,6	5,75	6,2	36,8	13,5	0,9	51,9	<u>Нет свед.</u> 22,0
Мошковичи	1	1	3,1	4,2	59,3	4,5	3,5	38,7	11,1	0,5	51,4	<u>Нет свед.</u> 23,2
Горск	1–2	1	0,9	2,1	62,6	4,9	2,94	38,3	10,3	2,5	58,0	<u>Нет свед.</u> 21,5
Борки	1–4	1	3,5	6,2	66,8	16,0	Нет свед.	36,5	11,9	Нет свед.	54,2	<u>14,9</u> нет свед
Краснолески	1	1	3,3	12,3	63,8	Нет свед.	Нет свед.	47,7	19,1	0,6	56,5	<u>Нет свед.</u> 18,4
Деревная	1–2	1	1,6	3,15	49,5	1,6	2,8	34,3	13,4	0,7	68,5	<u>10,9</u> нет свед.
Грушево	2–3	1	3,8	9,8	55,9	4,9	0,05	36,7	15,4	0,6	43,5	<u>13,3</u> нет свед.

### Список цитированных источников

1. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси: Объяснительная записка / С. А. Кручек [и др.]. – Минск: БелНИГРИ, 2010. – 282 с.
2. Ажгиревич, Л. Ф. Буроугольная формация кайнозоя Белоруссии / Л. Ф. Ажгиревич. – Минск : Наука и техника, 1981. – 206 с.
3. Полезные ископаемые Беларуси: к 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П. З. Хомич [и др.]. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 528 с.

УДК 551.4

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ НА ТЕРРИТОРИИ БАЛАХТИНСКОГО РАЙОНА (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

**Мозговая Ю. А.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ), г. Красноярск, Россия, mozgovaya.98@inbox.ru  
Научный руководитель – Ямских Г. Ю. доктор географических наук, профессор.

*The study of transformed landscapes is of great importance in the modern world. At present, there are almost no territories left on Earth that have not been altered by human activity. Anthropogenic influences directly or indirectly change many natural processes, which is not always beneficial effect on the state of the environment.*

Территория Балахтинского района – это административно-территориальная единица и муниципальное образование в южной части Красноярского края России. Район расположен в Чулымо-Енисейской котловине в долинах рек Енисей и Чулым. На территории Балахтинского района находится одно из крупнейших по объёму искусственных водоёмов в мире – Красноярское водохранилище, образованное при строительстве Красноярской ГЭС (1967) (рис.1, 2).



**Рисунок 1 – Красноярская ГЭС    Рисунок 2 – Красноярское водохранилище**



Заполнение Красноярского водохранилища происходило в 1967—1970 годах. При создании водохранилища было затоплено 120 тыс. га сельскохозяйственных земель [1].

Создания этого искусственного водоема оказало существенное влияние на ландшафты территории, при этом многие реки, впадающие в р. Енисей, оказались подтопленными, и их устья создали множественные заливы. В верховьях Енисея Красноярское море имеет пологие песчаные пляжи, изрезанные заливами. Береговая зона водохранилища занята березняками и сосновыми борами.

На территории Балахтинского района находится и Большесырское (с. Большие Сыры) месторождение бурого угля (рис. 3, 4).



**Рисунок 3 – Большесырское месторождение**



**Рисунок 4 – с. Большие сыры**

С 1965 года на месторождении действует угольный разрез ООО «Сибуголь», мощностью 300 тыс. тонн в год. Как и любое горнодобывающее предприятие, осуществляющее открытую разработку месторождения полезных ископаемых, ООО «Сибуголь» оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду, которое заключается: в изменении ландшафтов в пределах разработок месторождения; изъятии земель, занятых сельскохозяйственными угодьями и землями лесного фонда; нарушении гидрогеологического режима рек [2].

В процессе отработки лицензионных участков «Новый» и «Северный» Большесырского бурого угольного месторождения в период до 2047 г. будет нарушено всего 592 га, из них 553 га – горными выработками, 38,9 га – объектами производственной инфраструктуры. Нарушенными землями будут являться преимущественно земли сельскохозяйственного назначения – пашни, реже сенокосы. Кроме того, испрашиваемые земли лицензионных участков являются землями лесного фонда, это около 158,6 га.

Восстановление (рекультивация) отвалов осуществляется только тогда, когда отвалы принимают конечные контуры и форму. Линейные объекты (ЛЭП, теплотрассы и т. п.), ПДСУ, объекты производственной инфраструктуры (РММ, гаражи технологического транспорта, промышленные площадки и т. д.), необходимые для обеспечения производственных процессов, подлежат рекультивации только по окончании отработки месторождения.

Площади земель, рекультивируемые для сельскохозяйственного и лесохозяйственного направлений составляют 378 и 214 га, соответственно.

Производимые на данной территории мероприятия по рекультивации земель проходят в 2 этапа: технический и биологический, также проводятся мероприятия по охране подземных и поверхностных вод.

Направления рекультивации определяются техническими условиями, если перепады высот техногенного рельефа относительно невелики – эти площади подлежат рекультивации под пастбища либо сенокосы, откосы отвалов и горных выработок под лесные насаждения.

Кроме углей, на площади месторождения имеется целый комплекс нерудных полезных ископаемых. К ним относятся: месторождения известняка, кирпичных глин, гравийно-галечниковой смеси, адсорбционных глин и строительного песка. Добыча и использование этих ресурсов добавляет негативное воздействие на естественные ресурсы и трансформирует их.

#### **Список цитированных источников**

1. Алимов, А.Ф. Красноярское водохранилище: мониторинг, биота, качество вод / А. Ф. Алимов, М.Б. Иванова. – Красноярск, 2008. – С. 461.

2. Быконя, Г.Ф. Памятники истории и культуры Красноярского края / Г.Ф. Быконя, Г.Ф. Рукша. – Красноярск, 1992. – С. 23.

3. Красноярский край. Таймырский и Эвенкийский автономные округа. Атлас. Масштаб 1: 500000; 1: 1000000 / Новосибирская картографическая фабрика Роскартографии. – Москва, 2008. – С. 2-3.

УДК 801.311

## **ИЗУЧЕНИЕ НАЗВАНИЙ УРОЧИЩ В ОКРЕСТНОСТЯХ ДЕРЕВНИ БОЛЬШИЕ ДВОРЦЫ ПИНСКОГО РАЙОНА**

**Полюхович А. Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [parikm@mail.ru](mailto:parikm@mail.ru)  
Научный руководитель – Шелест Т. А., к.г.н., доцент

*Studying toponyms on a particular territory allows one to expand knowledge about the history and geography of the area in the past. The analysis of the tracts' names collected by the author indicates a practical significance of these names in daily life of peasants.*

Топонимика – наука о географических названиях, призванная объяснять их происхождение. Географические названия являются непосредственным объектом топонимики [1]. Она объясняет происхождение географических названий, освещает историю их развития и значение. Топонимика охватывает наименования не только крупных географических объектов, но и мелких [2].

Изучение топонимики конкретного района позволяет нам расширить знания в области краеведения, т.к. каждое название, данное в какой-то исторический период, несет свою значимость [3].

Цель данного исследования – провести анализ названий урочищ в окрестностях деревни Большие Дворцы Пинского района Брестской области. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: собрать названия урочищ в окрестностях деревни Большие Дворцы на

основании нарративных источников, определить их происхождение и произвести классификацию, дать оценку значимости названий урочищ в повседневной жизни крестьян.

Анализ названий урочищ, встречающихся в окрестностях деревни Большие Дворцы, показал, что главным фактором присвоения названий урочищ служат природные особенности территории. Например, вырок (территория, на которой близко к поверхности подступали грунтовые воды и наблюдался застой воды), маласэцкая, бэрэзье, гориховец, олысэц, берестова, дубыцкая, ятыль (от названия травы, произрастающей на этой территории), ясынэцкая, ясынэц, лыпки, олэшиньская, дуброва, дубове, дубыцка. Достаточно часто встречаются также характеристики территории, отражающие ее размеры, или прилагательное, дополнительно характеризующее территорию. Такими примерами могут служить бэдский рих, малый лэсок, великия маковышча, малыя маковышча. К названию, характеризующему размер земельного надела, относится десятина.

Встречаются названия, характеризующие географическое положение территории – залипская (территория за липами), задорожье (территория за дорогой), загумэньская (территория за гумном), наддорога (территория над дорогой), залиссе (территория за лесом), забуськи (территория за урочищем буськи), пудмоглыцы (территория около кладбищ от стороны деревни), пудсвидно (территория около урочища свидно от стороны деревни), забырэзныкы (территория за березами), бэрог (территория, которая была берегом, когда около деревни текла река), замоглыцы (территория около кладбища), пудолэшныкы (территория около ольховых деревьев), залузье (территория за лугом).

Некоторые названия показывают на принадлежность территории – видубы вэлятские (территория с древесной растительность, которая принадлежала жителям деревни Велятичи), видубы дворэцкие (территория с древесной растительность, которая принадлежала жителям деревни Большие Дворцы), паньшчына (территория, которая принадлежала пану), юшковы нивки. Есть название, которое произошло от фамилии первого владельца этой территорией – свидно (первым владельцем территории был Урбан Еж по прозвищу Свидень, который владел этой территорией в XVI веке).

Встречается ряд названий, которые еще не удалось расшифровать. Например, вугольская, судовэе, ставок, пожога, пэкуче, критовки, крыжик, параситская, волошина, осоваха, волчья долина, грэбэльки, пэрэвисье, закрасники, пэкачовыя дубки, поткы, пэрэволока, бондына, груськая, кишки, прогон, пудсавская, кыгова, кричково, еревище.

Таким образом, названия урочищ в окрестностях деревни Большие Дворцы можно классифицировать следующим образом. Первая группа названий – по географическим особенностям местности. В ней можно выделить две подгруппы: на основании растительности и на основании рельефа конкретной территории. Вторая группа – названия, характеризующие географическое положение местности относительно природных объектов, объектов хозяйственной деятельности человека. Третья группа – названия, отражающие размеры территории. Четвертая группа – названия, произошедшие от фамилии первых владельцев. Пятая группа – нерасшифрованные названия.

Значение названий урочищ в повседневной жизни крестьян было велико. Это подтверждают как количество названий (совсем маленькие, хоть немного отличающиеся от остальной территории имели свое название), так и собранные

нарративные источники: старожилы рассказывают, что пользовались этими названиями каждый день. Повседневная жизнь крестьян была связана с землей, поэтому для ориентирования на территории, для передачи своего местоположения другим людям они использовали названия урочищ. Но после проведенной мелиорации в 1970–1980-х гг. территории были поделены на участки под номерами и к настоящему времени быстрыми темпами названия урочищ исчезают вместе с людьми, которые их использовали.

#### **Список цитированных источников**

1. Жучкевич, В. А. Общая топонимика: учебное пособие – 3-е изд., перераб. / В. А. Жучкевич – Минск: Высшая школа, 1980. – 288 с., ил.
2. Арцёменка, С. В. Географія Брэсцкай вобласці: дапаможнік для студэнтаў геаграфічных спецыяльнасцей ВНУ/ А. У. Грыбко, В. К. Карпук [і інш.]; пад рэд. С. В. Арцёменкі, А. У. Грыбко. – Минск: Выд. Цэнтр БДУ, 2002. – 388 с.
3. Мешечко, Е. Н. Географическое краеведение: учебное пособие/ Е. Н. Мешечко. – Минск: Экоперспектива, 2002. – 333с.

УДК 551.501.8, 551.509.326

## **МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗА МОЩНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ СТРУКТУР НАД ТЕРРИТОРИЕЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Прохареня М. И.**

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь,  
maruprokharenya@gmail.com

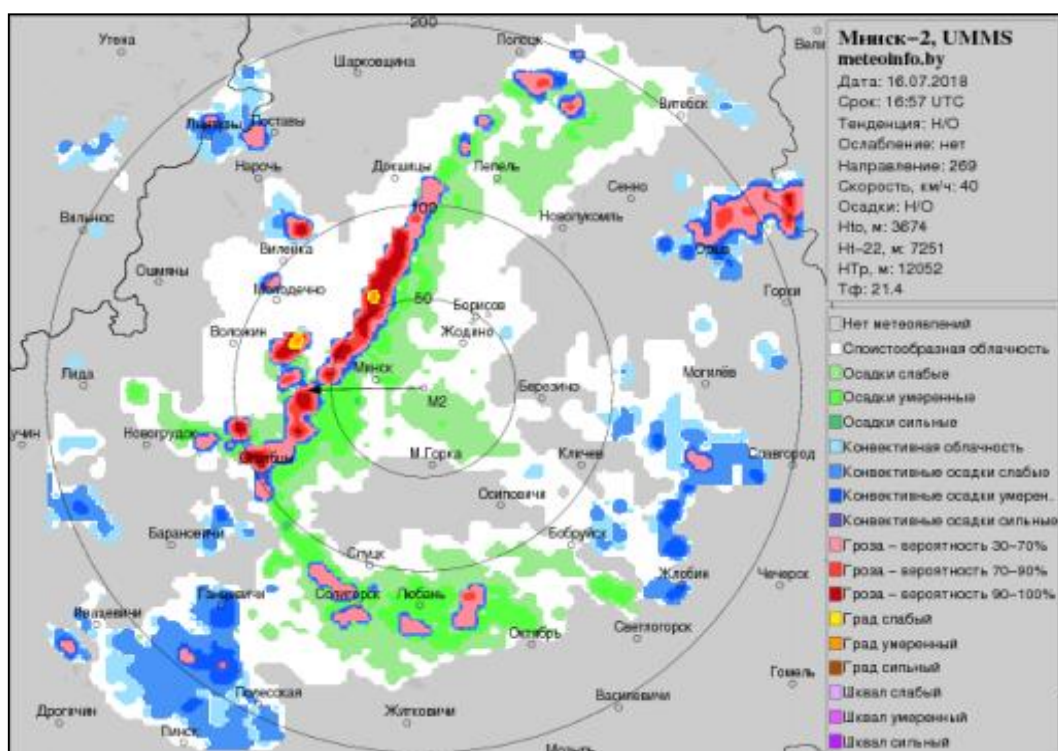
Научный руководитель — Романов О. Г., к. ф.-м. н., доцент, зав. кафедрой  
компьютерного моделирования физического факультета БГУ, г. Минск,  
Республика Беларусь.

*The article presents a method for complex diagnosis and forecasting of severe convective structures. An observation period covered the summer of 2018. The results obtained show that the method is more accurate when applied to severe convective structures, such as mesoscale convective structures.*

Среди многообразия опасных метеорологических явлений те из них, которые связаны с процессами мощной конвекции в атмосфере являются наиболее разрушительными и поэтому их исследование с целью повышения качества их диагноза и прогноза имеет большое практическое значение. Одним из важных этапов прогноза конвективных структур является своевременное выявление и диагноз явлений. Целью исследования является анализ метода диагноза глубокой конвекции за счет комплексного использования спутниковых данных и численной модели высокого пространственного разрешения (*MSG\_Stratification*). В основе данного подхода – использование алгоритмов спутникового диагноза различных конвективных характеристик, что достигается за счет комбинации спутниковых каналов, температурных трендов и использование полей краткосрочных моделей. Комбинирование данных параметров позволяет специалистам эффективно анализировать краткосрочные изменения в конвективных структурах.

Входными данными для расчета метода *MSG\_Stratification* являются данные каналов спутников *MSG* (инфракрасного канала *IR10.8* и канала водяного пара *WV6.2*) и данные модели *GFS* (температура на высоте тропопаузы). Для лучшей интерпретации районов с глубокой конвекцией параметры скомбинированы в 5 параметров, разделенных на 2 уровня. Метод имеет два этапа: на первом этапе заключается в анализе критического порога для возникновения конвекции, на втором определяется мощность явления [1].

В исследовании проведен анализ случаев формирования конвективных структур, проходящих через территорию Республики Беларусь за период с мая по сентябрь 2018 года. В качестве примера приведен случай 16 июля 2018 года, когда на большей части территории прошли грозовые дожди, в отдельных районах наблюдались сильные ливни, град (Рисунок 1). При грозах местами шквалистое усиление порывами до 15-20 м/с. В утренние часы местами по югу страны сгущались непродолжительные туманы.



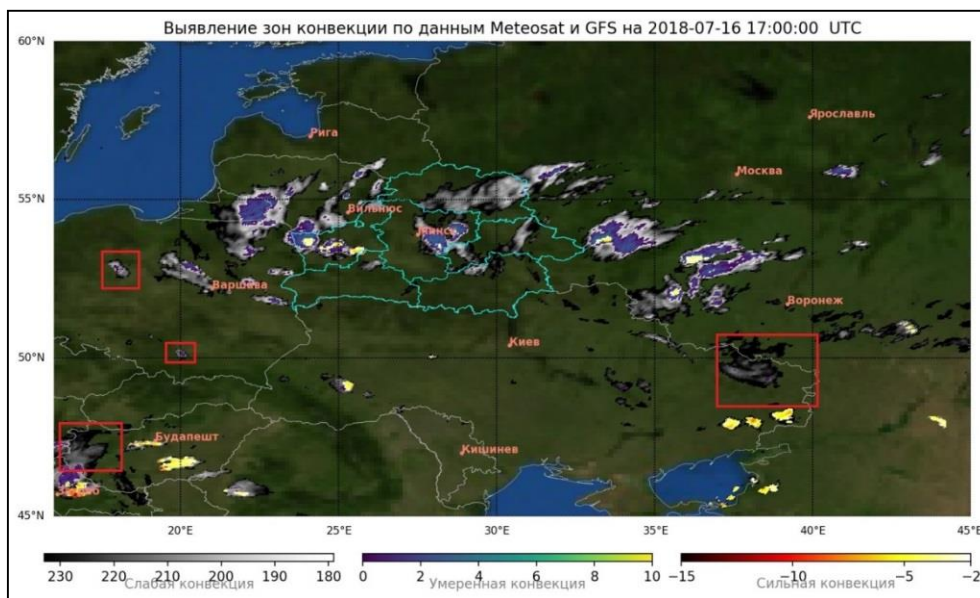
**Рисунок 1 – Радарный снимок 16 июля 2018 года 16:57 UTC**

По результатам работы алгоритма выявлено, что наблюдается некоторое территориальное смещение (параллакс) зон конвекции, рассчитанных алгоритмом по сравнению с фактическим расположением. Кроме того, наблюдаются выявления зон с ложным определением конвекции. Для увеличения точности обнаружения зон конвекции и уменьшение вероятности ложного обнаружения, в алгоритм был внесен дополнительный параметр – индекс плавучести *Lifted Index*, рассчитанный по данным численной модели *GFS*.

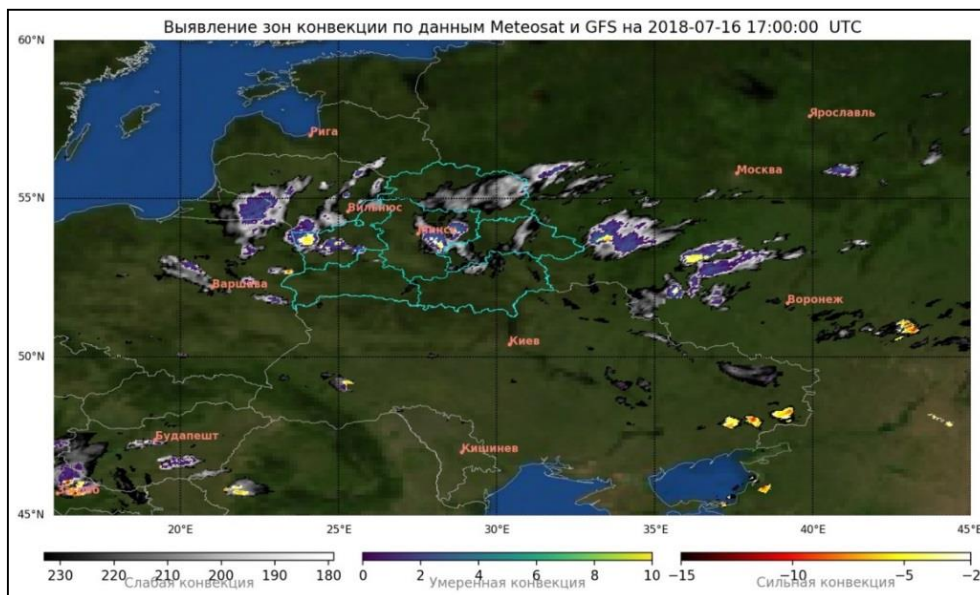
Результаты работа алгоритма с учетом добавочного параметра (индекс плавучести *Lifted Index*) на рисунке 2 показывают, что внесенный параметр позволяет исключить ложные области слабой конвекции.

Анализ успешности работы метода проводился путем сопоставления полученных результатов с данными метеостанций, а также радиолокационных и спутниковых данных.

В целом, алгоритм показывает уверенную идентификацию мощных конвективных структур. Для более детальной оценки качества алгоритма необходимо провести анализ большого числа случаев в течение нескольких конвективных сезонов с верификацией выходных данных по дистанционным и наземным данным об опасных явлениях. В последующем потенциал алгоритма можно использовать для целей наукастинга за счет учета эволюции и динамики явления, а также привлечения данных моделей высокого пространственного разрешения, радиолокационных данных и данных метеостанций.



а



б

**Рисунок 2 – Результат работы алгоритма MSG\_Stratification на 16 июля 2018 года 17:00 UTC без учета индекса плавучести (а) и с учетом (б)**

**Список цитированных источников**

1. A method for convective storm detection using satellite data / C. Pinta da Silva Neto et al. – *Atmósfera*. 2016. – V. 29. – I. 4. – P. 343–358.

## СТРОИТЕЛЬСТВО МИНИ-ТЭЦ НА ТЕРРИТОРИИ КОТЕЛЬНОЙ В Г. КАЛИНКОВИЧИ

**Федорский М. С.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины» г. Гомель Республика Беларусь, admiral\_freedom@rambler.ru

*This article describes engineering and geological conditions for a construction site of an industrial facility and the selection of geological elements. Values are based on field tests and laboratory studies.*

В геоморфологическом отношении площадка приурочена к аллювиальной равнине. Поверхность ровная (абс. отм. 130.78 - 130.90 м). Условия поверхностного стока удовлетворительные, неблагоприятные геологические процессы не выявлены [1].

Согласно СНБ 2.04.02-2000 г. Калинковичи расположен в пределах климатического подрайона II в. Абсолютная минимальная температура воздуха  $-34^{\circ}\text{C}$ , абсолютная максимальная температура воздуха  $+37^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность периода с температурой меньше  $0^{\circ}\text{C}$  составляет 119 суток в году. Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов по данным БРИС БелУГКС на 1.10.98 г. для песков пылеватых, мелких составляет 113 см.

В геологическом строении участвуют отложения:

Голоценовый горизонт – современные техногенные (искусственные) образования (thIV) (насыпной грунт), вскрыты с поверхности всеми скважинами представлены песками пылеватыми, находящиеся в маловлажном состоянии строительным мусором. Давность образования насыпного грунта более 5 лет. Мощность отложений составляет 0.3—2.5 м.

Поозерский горизонт – аллювиальные отложения (allpz), вскрыты всеми скважинами, представлены песками мелкими находящимися в маловлажном, влажном состоянии. Вскрытая мощность отложений 1.9-3.7 м.

Днепровский горизонт – моренные отложения мозырского подгоризонта (glld<sub>3</sub>), вскрыты повсеместно, представлены супесью пластичной консистенции с частыми маломощными (до 0.2 м) прослойками песка влажного и водонасыщенного, с включениями гравия и гальки до 15%. Вскрытая мощность 3.5-4.0 м.

Исследуемые грунты предварительно разделены на инженерно-геологические элементы (ИГЭ) с учетом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, вида и данных статического зондирования в соответствии с СТБ 943-2007 и ТКП 45-5.01-254-2011 (02250).

Характеристики грунтов изменяются в пределах предварительно выделенных ИГЭ случайным образом.

В соответствии с ГОСТ 20522-2012 окончательно выделение ИГЭ проведено на основе оценки характера пространственной изменчивости физических (природная влажность, плотность, коэффициент пористости, влажность на границе текучести, влажность на границе раскатывания) характеристик грунтов и их коэффициента вариации.

Голоценовый горизонт

Техногенные (искусственные) отложения

ИГЭ-1 Грунт насыпной (песок пылеватый)

Поозерский горизонт  
Аллювиальные отложения  
ИГЭ-2 Песок мелкий средней прочности

Днепровский горизонт

Моренные отложения мозырского подгоризонта

ИГЭ-3 Супесь прочная

Песчаные и глинистые грунты по прочности сложения расчленены по данным зондирования, комплексно отражающим структурно-текстурные особенности грунтов, согласно СТБ 943-2007.

Нормативное значение коэффициента пористости для песчаного грунта ИГЭ-2, соответствующий прочности сложения по данным зондирования.

В качестве нормативных значений плотности грунтов ИГЭ-1,2,3 приняты средние значения, полученные по лабораторным данным. Расчетные значения удельного веса грунтов ИГЭ-2,3 вычислены с доверительной вероятностью 0.85 и 0.95 [3].

Нормативные значения прочностных характеристик и модуля деформации грунтов ИГЭ-2,3 приняты в соответствии со средними значениями сопротивления зондированию. Расчетные значения прочностных характеристик приняты при значениях коэффициента надежности по грунту  $\gamma_d$  - для модуля деформации  $\gamma_d=1.1$ ; для угла внутреннего трения  $\gamma_{qII}=1.1$  и  $\gamma_{gl}=1.15$ ; для удельного сцепления  $\gamma_{gII}=1.25$  и  $\gamma_{qI}=1.5$ , согласно ГОСТ 20522-2012.

Значения условного расчетного сопротивления  $R_0$  для грунтов ИГЭ-1, приведены по таблице 2 СТП 4.2.02.002-99, для грунтов ИГЭ-2,3 приведены в соответствии со средними значениями сопротивления зонда [1].

Грунты по содержанию сульфатов для бетонов на портландцементе по ГОСТ 10178-85 соответствуют классу среды ХАО при воздействии на бетон марки W4, W6, W8.

Грунты по содержанию сульфатов для бетонов на портландцементе и шлакопортландцементе по ГОСТ 10178-85 соответствуют классу среды ХАО при воздействии на бетон марки W4, W6, W8.

Грунты по содержанию сульфатов для бетонов на сульфатостойких цементах по ГОСТ 22266-76 соответствуют классу среды ХАО при воздействии на бетон марки W4, W6, W8.

Грунты по содержанию хлоридов в пересчёте на  $Cl^-$  для железобетонных конструкций на портландцементе, шлакопортландцементе по ГОСТ 10178-85 и сульфатостойких цементах по ГОСТ 22266-76 соответствуют классу среды ХАО при воздействии на бетон марки W4, W6, W8.

На площадке на период проведения изысканий вскрыты воды спорадического распространения. Воды спорадического распространения вскрыты всеми скважинами на глубинах 7.2-7.8м (абс. отм.123.09-123.60м) приурочены к тонким прослойкам (0.2 м) песков в супесях моренных (ИГЭ-3), воды безнапорные [1].

Во влагообильные периоды года максимальный прогнозируемый уровень вод спорадического распространения с учетом материалов изысканий прошлых лет возможно ожидать по всей моренной толще, в пределах до 1.0 м выше зафиксированного. В эти же периоды года в аллювиальных песках мелких ИГЭ-2 на кровле моренных отложений (ИГЭ- 3) может образовываться верховодка мощностью до 0.5 м [1].

По результатам химического анализа подземные воды, согласно ТКП 45-2.01-111-2008 [2], соответствуют классу среды по условиям эксплуатации ХА1 к бетону марки W4, соответствуют классу среды по условиям эксплуатации ХАО к бетону марки W6, W8.



По отношению к арматуре железобетонных конструкций подземные воды, согласно ТКП 45-2.01-111-2008 [2], при постоянном погружении соответствуют классу среды по условиям эксплуатации ХАО, при периодическом смачивании соответствуют классу среды по условиям эксплуатации ХА1.

Выводы и рекомендации

Инженерно-геологические условия для строительства на естественных основаниях ограниченно благоприятны.

Осложняющие факторы: неоднородность состава и плотности сложения насыпного грунта (ИГЭ-1), его большая мощность, наличие в его составе строительного мусора, незавершенность самоуплотнения, о чем свидетельствуют пониженные значения удельного сопротивления грунта зондированию, при сносе старой котельной возможна встреча при строительстве старых фундаментов и значительной мощности насыпного грунта [1].

Насыпной грунт (ИГЭ-1) в качестве естественного основания фундаментов не рекомендуется. С инженерно-геологических позиций можно рассматривать варианты заглубления фундаментов в подстилающие грунты, замены насыпного грунта песчаной (гравийной) подушкой.

### **Список цитированных источников**

1. Технический отчет об инженерно-геологических изысканий для объекта «Строительство мини -ТЭЦ на территории котельной в г. Калинковичи» «Гомельгражданпроект». – Гомель, 2016.

2. Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.01-111-2008 (02250).

3. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-5.01-254-2011 (02250).

УДК 551.4

## **ООПТ КРАСНОЯРСКОЙ КОТЛОВИНЫ И ЕЕ ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ**

**Чернов В. И.**

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск,

Российская Федерация, vladmono95@mail.ru

Научный руководитель – Ямских Г. Ю., д. г. н, профессор

*In this article the main categories of specially protected natural areas of the Krasnoyarsk basin and surrounding mountain ranges are considered. The vicinity of the city of Krasnoyarsk are characterized by a diverse landscape structure with increased biological diversity, which contributes to the organization of specially protected natural areas.*

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – это участки суши или водной поверхности, которые в силу своего природоохранного и иного значения полностью или частично изъяты из хозяйственного пользования и для которых установлен режим особой охраны [4].

С учетом особенностей режима охраны природы, на территории Российской Федерации выделяют следующие категории ООПТ:

- А) государственные природные заповедники, в том числе биосферные;
- Б) национальные парки;

- В) природные парки;
- Г) государственные природные заказники;
- Д) памятники природы;
- Е) дендрологические парки и ботанические сады.

Красноярская котловина представляет собой предгорную холмисто-увалистую равнину на границе Западно-Сибирской низменности, Среднесибирского плоскогорья, Енисейского кряжа и Восточного Саяна в бассейне р. Енисей в окрестностях г. Красноярска [1]. Сложное геолого-геоморфологическое строение и разнообразная ландшафтная структура послужили основой для формирования ООПТ различных категорий на территории Красноярской котловины и окружающих гор. В окрестностях г. Красноярска насчитывается 19 особо охраняемых природных территорий: 1 государственный природный заповедник, 6 заказников краевого значения, 7 геологических, 2 гидрологических и 3 биологических памятника природы [2].

Государственный природный заповедник «Столбы» расположен на северо-западных отрогах Восточного Саяна южнее г. Красноярска между р. Енисей, Базаиха и Мана с абсолютными высотами от 200 до 832 м над уровнем моря. Ландшафтная структура заповедника «Столбы» представляет собой сочетание светлохвойных и мелколиственных подтаежных лесов низкогорной части и темнохвойных кедрово-пихтовых мелкотравных лесов среднегорной части заповедника [3]. На территории заповедника обитают 10 видов растений горной тайги и степи и 7 видов хищных птиц, занесенных в красные книги Красноярского края и Российской Федерации. Заповедник «Столбы» известен своими многочисленными сиенитовыми скалами с причудливыми формами человека и животных, которые стали «визитной карточкой Красноярья» и объектами международного экологического туризма.

Среди заказников Красноярской котловины и окружающих гор наиболее большим заказником является Красноярский, состоящий из 6 кластеров. Заказник был организован в 2010 г. в целях сохранения лесов вокруг г. Красноярска, улучшения качества атмосферного воздуха, почв и водных объектов от неблагоприятных антропогенных факторов. Заказник Красноярский охватывает ландшафты смешанных сосново-березовых и темнохвойных пихтово-кедровых лесов Восточного Саяна и Енисейского кряжа, мелколиственные леса, полынно-разнотравно-злаковые степи Красноярской котловины и пойменные ландшафты. В Красноярском заказнике находятся под охраной виды лишайников, растений и животных лесной зоны, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красноярского края.

Биологический заказник «Саратовское болото» расположен в Сухобузимском районе, на левом берегу р. Енисей вблизи с. Коновово [2]. Целью организации заказника является сохранение биологического и ландшафтного разнообразия водно-болотных угодий поймы р. Енисей, охрану популяций серого журавля и косули сибирской, занесенных в Красную книгу Красноярского края. Заказник «Саратовское болото» включает в себя ландшафты верхового Саратовского болота, мелколиственные осиново-березовые леса, пойменные луга и агроландшафты пашни.

Биологический заказник «Тальско-Гаревский» и «Большемуртинский» расположены в Сухобузимском и Большемуртинском районе и включают в себя ландшафты сосновых бруснично-травяных лесов Кемчугской лесной возвышенности, мелколиственные осиново-березовые травяные леса, остепненные луга и пашни Красноярской котловины [1]. Заказник «Тальско-Гаревский» организован с целью сохранения популяции хищных птиц и косули сибирской, занесенных в Красную книгу Красноярского края.

Биологические заказники «Мало-Кемчугский» и «Больше-Кемчугский» расположены на Кемчугской лесной возвышенности в долинах р. Малый и Большой Кемчуг и включают в себя ландшафты темнохвойных кедрово-пихтово-еловых папоротниковых лесов на водораздельных пространствах, смешанные елово-пихтово-березовые леса в долинах рек, осоково-травяные болота, сосновые злаково-разнотравные леса. Заказники «Мало-Кемчугский» и «Больше-Кемчугский» организованы в 1963 г. с целью охраны популяций хищных птиц, козули сибирской, серого журавля, занесенных в Красную книгу Красноярского края, а также сохранения палеонтологических и археологических памятников.

В окрестностях г. Красноярска находятся несколько крупных геологических памятников природы, таких как известняковые пещеры «Караульная», «Кубинская», «Майская», конгломератовые пещеры «Большая Орешная», «Баджейская», расположенных в низкогорной периферийной части Восточных Саян, на берегу Красноярского водохранилища. Целью создания памятников природы является охрана пещер от негативного антропогенного воздействия, сохранение уникального подземного мира и пещерной фауны (представители отряда Рукокрылые). Памятник природы «Мининские Столбы», расположенный в Емельяновском районе, был создан в 2002 г. с целью охраны сиенитовых останцов-скал и пихтово-кедровых мелкотравных лесов на левобережье р. Енисей предгорий Восточного Саяна.

В окрестности г. Красноярска расположены два охраняемых дендрария СибГТУ, один расположен на левом берегу р. Енисей в 1,5 км от поселка «Удачный» и второй – «Дендросад в районе Старого скита» в районе г. Дивногорска на правом берегу р. Енисей [2]. В дендрариях представлена древесная и кустарниковая растительность, произрастающая в Европе, Средней Азии, Северной Америке, Дальнего Востока.

Гидрологический памятник природы «Озеро Абакшинское» расположен на территории Красноярской котловины в Сухобузимском районе в пойме р. Енисей. Целью организации памятника природы является сохранение природного комплекса «Озеро Абакшинское», ценного в эстетическом отношении, а также биологического разнообразия водно-болотных угодий долины р. Енисей.

Памятник природы «Березово-муравьиная роща», расположенный в Емельяновском районе, был организован в 1987 г. в целях сохранения природного комплекса чистого березового разнотравного леса с большим количеством муравейников.

На территории Красноярской котловины и окружающих ее горных хребтов находятся уникальные природные объекты, в связи с нарастающим негативным антропогенным воздействием, дирекцией по ООПТ Красноярского края планируется создание еще 2 геологических памятников природы на Торгашинском хребте. Это памятник природы «Черная Сопка», включающий в себя потухший вулкан Черная Сопка и прилегающие территории Торгашинского хребта и «Базайский разрез» с известняковыми скалами «Арка» и «Рыжая» на правом берегу р. Базаиха с палеонтологическими остатками морских организмов кембрийского времени (археоциаты, трилобиты).

Таким образом, сложная ландшафтная структура с большим биологическим разнообразием территории окрестностей г. Красноярска и наличие уникальных природных объектов способствуют организации крупных ООПТ различных категорий, что особенно важно в условиях неблагоприятной экологической ситуации в г. Красноярске.

### **Список цитированных источников**

1. Антипова, Е. М. Флора внутриконтинентальных островных лесостепей Средней Сибири: монография / Е. М. Антипова, под ред. д-ра биол. наук, профессора Н. Н. Тупицыной. – Красноярск: Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2012. – 662 с.
2. Дирекция по ООПТ Красноярского края [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.doopt.ru/?id=31>.
3. Заповедник Столбы [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://zapovednik-stolby.ru/tourism/#route>.
4. Черных, Д.В. Особо охраняемые природные территории и основы территориальной охраны природы [Текст]: учебное пособие / Д.В. Черных. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. – 227 с.

УДК 711.73:004.9

**ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ БРЕСТА  
С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ГИС-АНАЛИЗА  
(НА ПРИМЕРЕ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО  
ТРАНСПОРТА МИКРОРАЙОНА «ЦЕНТР»)**

**Белюк А. О.**

Учреждение образования “Брестский государственный университет имени  
А. С. Пушкина”, г. Брест, Республика Беларусь, apelsinESC@gmail.com  
Научный руководитель – Токарчук С. М., доцент.

*The article presents the results of the GIS analysis of the transport infrastructure of the central part of Brest, the study of its features and development.*

**Введение.** Городская среда – это особая среда жизни человека, которая состоит как из природных компонентов (рельеф, воды, растительный мир и др.), так и компонентов, искусственно созданных человеком (техносфера). Кроме того, главной составляющей городской среды выступает население. Для наилучшего функционирования городской среды необходимо наличие городского транспорта.

В настоящее время в Беларуси 74% населения живёт в городах. В связи с этим особое значение приобретает изучение городской среды и отдельных ее компонентов, с целью решения как проблем обеспечения качества жизнедеятельности человека, так и улучшения социально-экономической и экологической устойчивости территории. Одной из наиболее значимых составляющих городской среды является ее транспортная инфраструктура.

Инфраструктура города призвана обеспечивать удовлетворение всего многообразия потребностей населения. Транспорт обеспечивает горожанам свободу передвижения в черте города. Планирование транспортной системы очень важно, так как транспорт должен обеспечивать население быстрым и качественным передвижением, маршруты должны быть построены в соответствии с требованиями горожан, а остановочные пункты должны быть распространены в зависимости от больших скоплений людей.

Общественный транспорт является достаточно удобным видом передвижения в городе. Если он правильно организован, горожане будут активно им пользоваться, так как это будет являться самым быстрым и доступным видом передвижения. Поэтому транспорт имеет огромную значимость в структуре городской среды, и его необходимо изучать с целью изучения его особенностей и перспектив развития. В то же время посредством изучения особенностей размещения транспортной инфраструктуры города формируется возможность рассмотреть экологическое состояние территории, т.к. отдельные элементы данного компонента городской среды (остановки, депо, светофоры и др.) являются источниками воздействия на окружающую среду, в первую очередь, атмосферный воздух. Таким образом, работы, направленные на изучение транспортной инфраструктуры города, представляют значительную актуальность. Значительное преимущество в проведении подобных исследований дает использование ГИС-технологий.

**Материал и методика исследования.** Целью исследования является проведение ГИС-анализа транспортной инфраструктуры г. Бреста (в границах микрорайона «Центр») для дальнейшего изучения её особенностей и развития.

В процессе проведения исследования решались следующие задачи:

создание ультралокальной ГИС центральной части города Бреста;

реализация базы данных к слою «Остановки общественного транспорта»;

проведение ГИС-анализа транспортной инфраструктуры микрорайона «Центр» (на примере изучения остановок общественного транспорта).

ГИС-анализ представляет собой процесс поиска географических закономерностей в имеющихся данных и взаимоотношений между пространственными объектами.

Основой для проведения ГИС-анализа городской среды является ГИС-проект. В настоящем исследовании ГИС-проект «Транспортная инфраструктура города Бреста» создавался для городского микрорайона «Центр» ограниченного железнодорожными путями и центральным вокзалом на севере, бульваром Космонавтов на востоке, улицей Набережной на юге и границей города на западе.

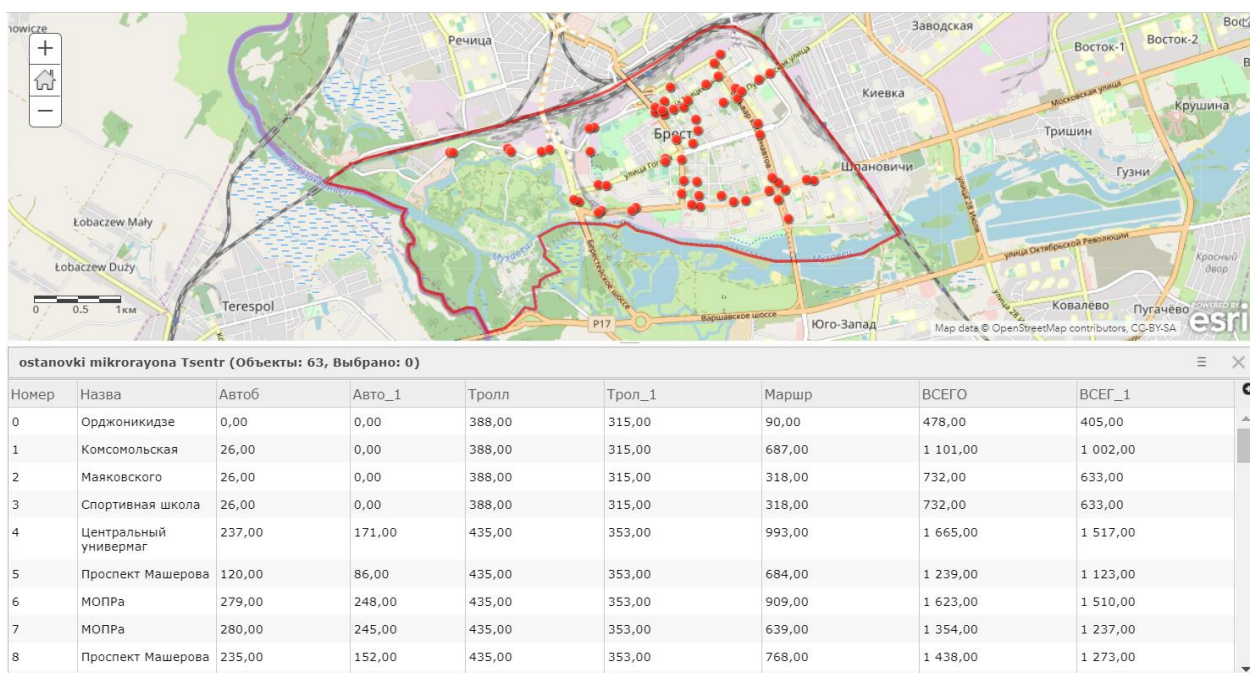
В данном проекте представлена точечная тема «Остановки общественного транспорта» с привязанной базой данных содержащей данные о количестве остановок общественного транспорта в пределах исследуемой области, их названия, количество маршрутов на каждой остановке в будний и рабочий день и виды транспорта, принимаемые остановками (рисунок 1).

Далее использовался ряд функций «Анализ» облачной платформы картографирования ArcGIS Online для создания аналитических карт и картосхем, в частности функции:

1) суммировать данные: агрегировать точки по сетке квадратов и шестиугольников с разной площадью (500 метров и 1 километр);

2) анализ закономерностей: подсчитать плотность остановок в пределах границ микрорайона;

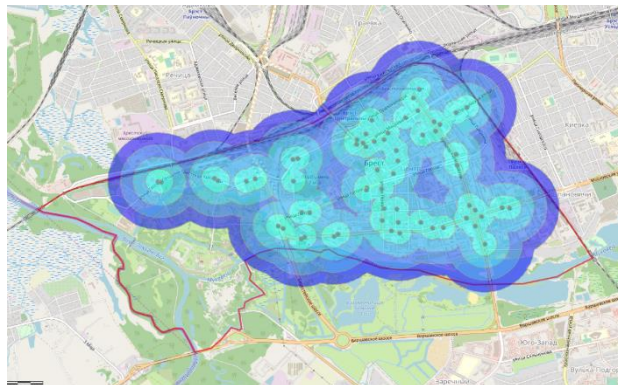
3) анализ близости: создать буферы с разным расстоянием от остановок (600 метров и 250 метров) и др.



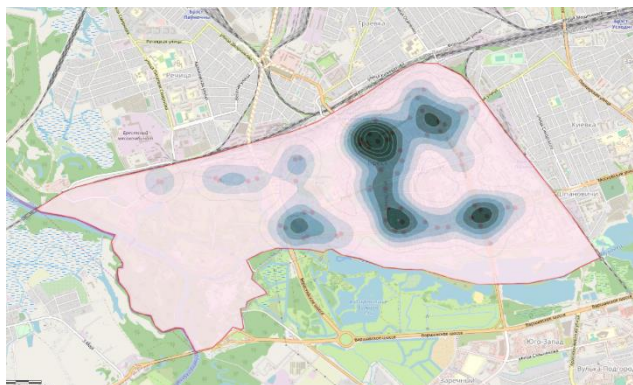
**Рисунок 1 – Основной слой «Остановки общественного транспорта» с привязанной базой данных**

**Результаты и их обсуждение.** В результате полученных данных было выявлено, что все жители микрорайона за исключением крайней юго-восточной части имеют доступ к остановкам в радиусе 600 метров (рисунок 2).

Наибольшее количество остановок встречается вдоль кварталов между улицами Ленина, Карла Маркса и Комсомольской. Последние две оборудованы троллейбусной линией, и в связи с этим основной транспортный поток на этих улицах составляют троллейбусы (рисунок 3).



**Рисунок 2 – Доступность к остановкам общественного транспорта (буферные зоны 150, 300, 450, 600 метров)**



**Рисунок 3 – Плотность остановок общественного транспорта**

Несмотря на то, что остановочные пункты равномерно расположены в пределах микрорайона, не все его жители имеют равную доступность к транспорту. Анализируя данные по количеству маршрутов, можно сделать вывод, что жители улицы ГОБК значительно меньше обеспечены транспортом, чем жители улиц Ленина и Мицкевича.

По количеству видов транспорта следует отметить что непосредственно через жилую застройку центральной части города курсирует мало автобусов, в основном троллейбусы. Автобусы преобладают на крупных краевых улицах микрорайона – Ленина и Бульвар Космонавтов. По улице Пушкинской курсируют маршрутные такси. Троллейбусы ходят чаще, но маршрутов автобусов больше, следовательно, на долю автобусов приходится больший пассажиропоток.

Главными «транспортными узлами» микрорайона «Центр» являются остановки «Парк 1 мая» и «Мицкевича» (2939 рейсов), остановки «Проспект Машерова» и «Бульвар Космонавтов» (2376 рейсов) и остановочные пункты «Университет» и конечная «Завод Газоаппарат» (1557 рейсов). Эти остановочные пункты ежедневно принимают наибольшее количество рейсов.

## ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛОВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**Демченко Т. В.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, alsokol@tut.by  
Научный руководитель – Соколов А. С., ст. преподаватель

*The article analyzes age and sex structure of urban and rural population of the Gomel region at the beginning of 2018. It identifies changes in the main indicators since 2012, comparing them with the same indicators in the whole of Belarus.*

Половозрастная структура населения характеризуется целым набором показателей, которые в различной степени связаны друг с другом и непрерывно изменяются с течением времени. Анализ их изменений позволяет выявить неблагоприятные тенденции развития демографической ситуации, спрогнозировать её будущие состояния при реализации различных сценариев развития, провести сравнительный анализ ситуации в разных регионах.

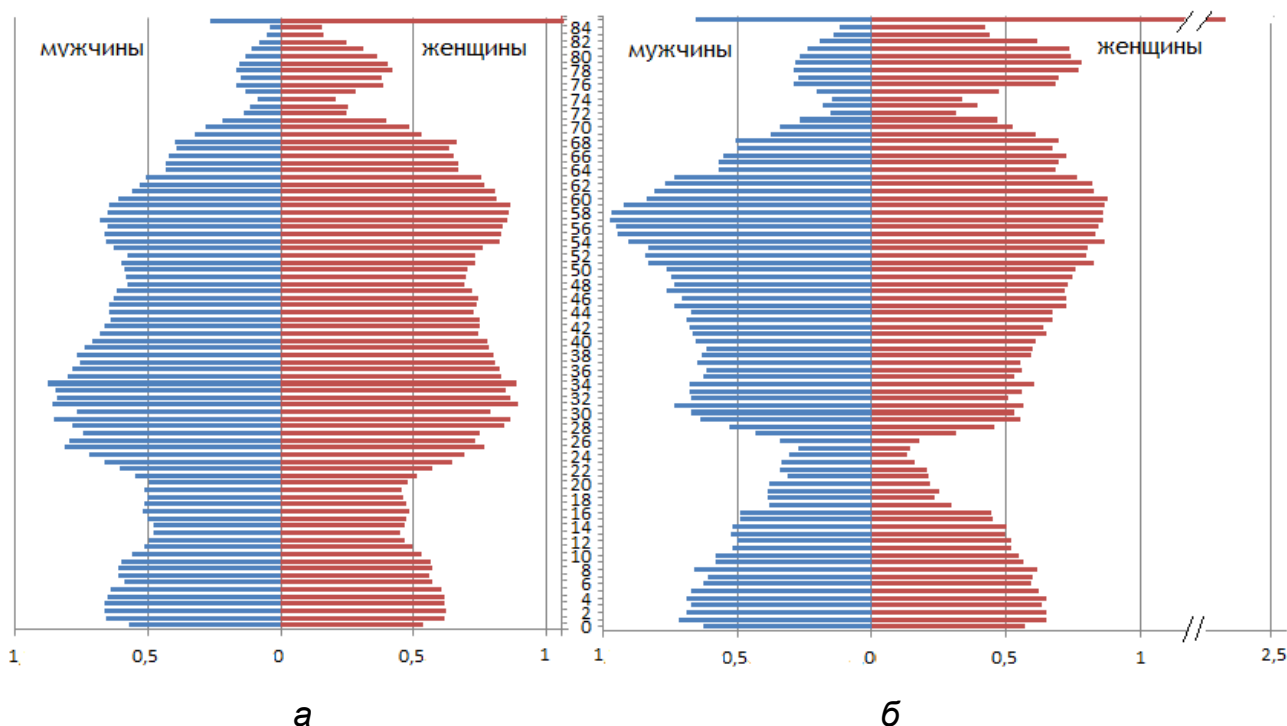
Целью работы является сравнение половозрастной структуры городского и сельского населения Гомельской области и выявление основных тенденций её изменения за период 2012–2018 гг.

На начало 2018 года население Гомельской области составляло 1326,6 тыс. человек, из которых 1026,8 тыс. (77,4 %) – городское население. По сравнению с началом 2012 года население уменьшилось на 103,1 тыс. человек, при этом городское на 39,4 тыс. человек, а сельское на 63,7 тыс. человек. Доля городского населения увеличилась на 2,8 % [1, 2].

Анализ половозрастных пирамид городского и сельского населения, построенных по данным об относительной численности населения (рисунок 1), показывает наличие ряда существенных различий в их структуре. Так, для городского населения наблюдается последовательное уменьшение доли населения в возрастных группах с 34 до 48 лет, сельское население, напротив, последовательно увеличивается в этих же возрастных группах. Минимальная численность городского населения среди возрастных групп до пенсионного возраста наблюдается в диапазоне 13-19 лет, сельского – 20-26 лет. Причём для последнего уменьшение численности в этом диапазоне очень резко выражено, особенно для женского населения. В диапазоне 28-34 года относительная численность городского населения максимальна, относительная же численность сельского населения в нём существенно ниже и уступает диапазон 54-59 лет, относительная численность в котором максимальная для сельского населения.

Также можно заметить, что численность населения в возрасте до 1 года заметно ниже численности более старших возрастов, что может говорить о начале формирования новой зоны деформации, то есть периода существенного снижения рождаемости вследствие вступления в репродуктивный возраст поколения 1990-х – начала 2000-х годов.





**Рисунок 1 – Половозрастная пирамида городского (а) и сельского (б) населения Гомельской области, % от общего количества соответственно городского и сельского населения**

Соотношение мужчин и женщин по возрастам показывает существенную диспропорцию и преобладание мужского населения в возрастах 17-28 лет для сельского населения, особенно в возрасте 24 года, где оно более чем двукратное (2290 мужчин на 1000 женщин). Также локальные пики наблюдаются в возрастах 18 (1653 мужчин на 1000 женщин) и 20 (1757 мужчин на 1000 женщин) лет. Для сельского населения Беларуси в целом в этих возрастных группах диспропорция также имеется, хотя и заметно меньше пики для 18 и 20 лет выражены существенно слабее (причём для 18 лет показатель выше, чем для 20), а максимальное значение (1827 мужчин на 1000 женщин) в возрасте 26 лет.

В городском населении этих возрастных групп мужское население также преобладает, хотя и не так выражено (максимум – 1138 мужчин на 1000 женщин в возрасте 19 лет). Преобладание мужчин в этих группах выше, чем для городского населения Беларуси в целом, хотя и не столь значительно, как для сельского (в основном от 40 до 100 человек).

Изменение основных показателей половозрастной структуры с 2012 года (таблица 1) характеризуется следующими основными тенденциями. Максимальное уменьшение численности населения наблюдается для сельского населения в возрастах 20-29 лет (особенно, в 3,01 раза, для женского в группе 20-24 года), а также для всего населения в группе 70-74 года, максимальный рост – в возрастах 55-69 и 5-9 лет. С 15 до 39 лет наблюдается увеличение количества мужчин на 1000 женщин, особенно для сельского населения, в том числе огромными темпами в возрастной группе 20-24 года. Заметный рост данного показателя наблюдается и для сельского населения в возрасте 60-69 лет.

**Таблица 1 – Изменение показателей половозрастной структуры населения за 2012-2018 годы**

Показатель	возрастная группа																	
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85+
Численность населения, тыс. человек	+7,1	+15,5	-0,7	-16,9	-29,6	-15,7	+6,6	+5,1	+0,7	-12,1	-17,0	+12,4	+15,5	+35,8	-25,7	+1,0	-1,7	+5,9
Доля в общей численности городского населения, %	+0,89	+1,48	+0,42	-1,07	-1,52	-0,23	+1,03	+1,1	+0,65	-0,42	-0,9	+1,11	+1,27	+2,86	-1,15	+0,57	+0,12	+0,4
Доля в общей численности сельского населения, %	+1,27	+1,75	+0,14	-0,25	-2,52	-1,98	+0,94	+0,21	+0,32	+0,06	+0,28	+2,72	+2,71	+3,14	-2,84	-0,22	+0,11	+1,17
Число мужчин на 1000 женщин (городское)	+5	+15	-3	+13	+36	+19	+24	+44	+20	+5	-2	+19	-22	+12	+17	-9	-20	-2
Число мужчин на 1000 женщин (сельское)	+32	+23	-69	+29	+653	+180	+168	+76	-10	-75	-73	+94	+107	+152	+36	-23	-68	+87

Таким образом, можно сформулировать следующие основные выводы:

1. В ближайшие годы ожидается уменьшения числа родившихся из-за вступления в репродуктивный возраст поколения, рождённого в середине-конце 1990-х годов.

2. По сравнению с 2012 годом резко сократилась численность сельского населения (особенно женского) в возрасте 20-29 лет; заметно увеличилось количество населения в возрасте 55-59 лет.

3. Число мужчин на 1000 женщин в возрасте 16-30 лет заметно выше республиканского уровня; наиболее сильно данная диспропорция выражена для сельского населения, причём её пик для Гомельской области наступает на два года раньше, чем для Беларуси.

#### **Список цитированных источников**

1. Половозрастная структура населения Республики Беларусь на 1 января 2018 года и среднегодовая численность населения за 2017 год: стат. бюллетень / Нац. стат. ком. РБ. - Минск, 2018. – 182 с.

2. Половозрастная структура населения Республики Беларусь на 1 января 2012 года и среднегодовая численность населения за 2011 год: стат. бюллетень / Нац. стат. ком. РБ. - Минск, 2012. – 141 с.

## ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ТАРИФНОЙ СИСТЕМЫ ОПЛАТЫ ТРУДА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**Острейко Н. А., Чех Е. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет» г. Брест, Республика Беларусь, sudarushka@gogo.by  
Научный руководитель – Чех Е. В., ст. преподаватель кафедры ЭиОС

*This article describes the changes that have occurred over the past 25 years in the tariff system of remuneration of the Republic of Belarus. Statistical data on the value of the tariff rate of 1 category at the moment are presented. The analysis of inter-digit ratio of tariff coefficients for several tariff grids is made.*

Республика Беларусь сделала новый серьезный шаг на пути дифференциации оплаты труда работников бюджетной сферы, приняв решение о переходе на 18-разрядную тарифную сетку и упростив структуру формирования заработной платы, что позволит принципиально поменять подход к установлению величины заработка работника-бюджетника.

Существующая до последнего времени система оплаты труда в Беларуси была сформирована в рамках социально направленной государственной политики. Соответственно она характеризуется высокой степенью вмешательства государства в установление ставок заработной платы для государственных предприятий [1].

Республика Беларусь была первым суверенным государством на территории бывшего Советского Союза, которое предприняло попытку создать единую систему оплаты труда работников всех отраслей народного хозяйства.

В советское время изменения в системе оплаты труда производились раз в 10-15 лет, а с 1992 года по 2001 год реформа оплаты труда производилась практически ежегодно. Главным звеном реформы является единая республиканская тарифная система. Основными ее элементами являются: тарифная сетка, тарифная ставка (должностной оклад) и тарифно-квалификационный справочник.

С января 1992 года в Республике Беларусь согласно Постановлению Государственного Комитета Республики Беларусь по труду и социальной защите № 31 от 27 декабря 1991 года вступила в силу Единая тарифная сетка работников Республики Беларусь. Она содержала вначале 22-разрядную шкалу, а с марта 1992 года состояла из 28 тарифных разрядов. С 01.03.2001 и по настоящее время ЕТС работников Республики Беларусь содержит 27 тарифных разрядов и соответствующих им коэффициентов, в том числе в производственных отраслях – 23 тарифных разряда. Изменению подверглась и дифференциация на рабочие разряды и разряды для служащих, специалистов и руководителей. Если раньше к рабочим относились первые шесть разрядов, то после принятия ЕТС уже восемь. Увеличение числа разрядов до восьми позволило повысить уровень тарификации труда в тех видах работ, где сложность труда превысила квалификационные требования шестого разряда.

За истекший после 1992 года период Единая тарифная сетка изменялась 9 раз и практически стала выполнять функции регулятора инфляционных процессов.

Далее сама сетка не менялась, но использовались другие механизмы воздействия на нее. После внедрения ЕТС обнаружилось, что необходимость повышения тарифных ставок для одних категорий работников сдерживается неизбежным – автоматическим и порой незаслуженным – ростом их для других. Выход из этой ситуации находили в корректировке ЕТС применительно к конкретной экономической обстановке без оглядки на какие-либо научные рекомендации. А поскольку таких ситуаций было немало, то и корректировать ЕТС приходилось довольно часто, что лишний раз свидетельствует о низкой эффективности единых тарифных сеток.

За "основу" для определения размера тарифной ставки 1 разряда принимается минимальный уровень оплаты труда, который устанавливается государством на тот или иной период времени. С 1992 года размер ставки 1-го разряда повышался 67 раз, с 1 октября 2018 года он равен 35,5 белорусских рублей и в 2019 году еще не менялся. Тем не менее, каждое повышение тарифной ставки 1-го разряда, обусловленное изменением цен на товары и услуги, требовало принятия соответствующих мер по социальной защите работников и прежде всего их низкооплачиваемых категорий. В 1993-2010 годах это осуществлялось путем введения повышающих коэффициентов к тарифным ставкам рабочих, тарифицируемых с 1-го по 8-й разряды или установлением фиксированных для них доплат, а также увеличением межразрядных соотношений тарифных коэффициентов. Тогда как для работников, которые тарифицируются выше 8-го разряда, межразрядных соотношения неоднократно уменьшались.

Пока еще действующая тарифная сетка характеризуется относительным «затуханием» соотношений тарифных коэффициентов. Таким образом, прослеживаются явная деформация сетки и диспропорции в оплате труда в зависимости от уровня квалификации, сложности выполняемых работ.

Мировой опыт организации и стимулирования труда показывает, что разрыв в оплате труда между соседними тарифными коэффициентами должен быть не менее 10-15 % [2].

Во всех Единых тарифных сетках работников Республики Беларусь это условие выполняется лишь для 8 рабочих разрядов. Особенно растут по годам и колеблются межразрядные соотношения для 1-3 разрядов от 11% (1992), 25 % (1993), 30 % (1994 – 1995) до 36 % (1996 – 1997), а затем падают в 1998 году до 16 % и снова увеличивается в 1999 году до 30 %, но уже лишь для 2-го разряда, а соотношение между 2 и 3 разрядами вновь равно 16 %.

Зато заинтересованность в повышении разряда у ИТР с 1993 года практически утрачена, так как межразрядный разрыв в 9 – 4 % свидетельствует об отсутствии каких-либо стимулирующих начал в системе оплаты труда.

С 01.01.2020 года в Республике Беларусь вместо действующей 27-разрядной Единой тарифной сетки работников Республики Беларусь вводится 18-разрядная тарифная сетка для определения размеров оплаты труда работников бюджетных организаций. Президентом Республики Беларусь А.Г. Лукашенко 18 января 2019 года был подписан Указ №27 «Об оплате труда работников бюджетных организаций» [3] и уже 28 февраля 2019 г. Постановлением Совета Министров №138 [4] была утверждена новая тарифная сетка. Она содержит 18 тарифных разрядов и соответствующих им коэффициентов с диапазоном 1:3; ранее, в 27-разрядной ЕТС, диапазон для 1 и 18 разрядов составлял 1:4,26. Международная организация труда рекомендует 1:5, и новый диапазон оказался ниже более чем в 1,5 раза.

Вместо тарифной ставки 1-го разряда вводится базовая ставка, размер которой планировалось приблизить к бюджету прожиточного минимума; соглас-

но Постановлению №138 ее величина составила 180 рублей, не дотянув до 216,9 рубля бюджета прожиточного минимума. Видимо, к началу действия новой тарифной сетки этот разрыв может еще более увеличиться.

Известно, что БПМ показатель достаточно объективный, он рассчитывается по специальным методикам и представляет собой стоимостную величину минимального набора материальных благ и услуг, позволяющих прожить человеку. Такой подход является более серьезным и научнообоснованным, чем опора на ставку первого разряда, значение которой определяется исключительно из конъюнктурных соображений [5].

Указом главы государства определено, что при введении новой системы оплаты труда не допускается снижение размеров начисленной заработной платы (без премии) работников бюджетных организаций, действовавших на момент введения новых условий оплаты труда.

#### **Список цитированных источников:**

1. Гламбоцкая, А. Система оплаты труда в Беларуси: законодательные ограничения и направления реформирования. // Исследовательский центр ИПМ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.research.by/webroot/-delivery/files/pdp2008r03.pdf> – Дата доступа: 18.03.2019.

2. Долинина, Т. Чем плоха тарифная система? / Т. Долинина, Г. Коновальчик // Директор [Электронный ресурс]. – 2010. – №3 (117). – Режим доступа: <http://www.director.by/index.php/section-blog/44-3-117-2009/960-2010-03-17-11-29-19.html> – Дата доступа: 18.03.2019.

3. Об оплате труда работников бюджетных организаций: Указ Президента Республики Беларусь от 18 января 2019 г. № 27 // Сайт Президента Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://president.gov.by/-ru/official\\_documents\\_ru/printv/ukaz-27-ot-18-janvarja-2019-g-20345/](http://president.gov.by/-ru/official_documents_ru/printv/ukaz-27-ot-18-janvarja-2019-g-20345/) – Дата доступа: 18.03.2019

4. Об оплате труда работников бюджетных организаций: постановлением Совета Министров от 28.02.2019 № 138 (рег. № 5/46217 от 04.03.2019) / Национальный правовой портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C21900138> – Дата доступа: 18.03.2019.

5. Коршунов, Д. Бюджетникам станут платить по-новому, но будет это не скоро // Экономическая газета [Электронный ресурс]. – 2019 № 4. – Режим доступа: <https://neg.by/novosti/otkryti/byudzhetnikam-stanut-platit-po-novomu-no-budet-eto-neskoro> – Дата доступа 15.02.2019.

УДК 616-007

## **РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АНОМАЛЬНЫХ КАРИОТИПОВ СРЕДИ ДЕТЕЙ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2017-2018 ГГ.**

**Петровская Е. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [katenka.isaeva@mail.ru](mailto:katenka.isaeva@mail.ru)  
Научный руководитель – Лукьянчик И. Д., к.с/х. н., доцент

*The article analyzes a prevalence rate of abnormal karyotypes of children in Brest region registered in 2017 and 2018. A reduction in intensive indicators of anomalies in general (average annual rate of decline is 27.8% per year) and a proportion of cases of Down's Syndrome, in particular, (6%) is established.*

В Республике Беларусь ежегодно рождается свыше 3500 детей с врожденными и наследственными заболеваниями. Проблема врожденной и наследственной патологии является актуальной не только с медицинской точки зрения. Она негативно влияет на демографическую ситуацию в стране, а также имеет большое социально-экономическое значение в связи с нетрудоспособностью больных тяжелыми наследственными заболеваниями и безработицей в производстве лиц, осуществляющих уход за ними. Согласно законодательству, дети-инвалиды с врожденными и наследственными заболеваниями находятся под социальной защитой государства [1].

Цель работы – проанализировать распространенность аномальных кариотипов у детского населения Брестской области за период 2017–2018 гг. на примере клинико-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «Брестский областной родильный дом».

Структура и распространенность аномальных кариотипов изучалась за период 2017–2018 г. по данным медицинской документации и архивного материала цитогенетических препаратов кариотипов детей с хромосомными мутациями (105 шт.) на базе клинико-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «Брестский областной родильный дом». По данным официальной статистической отчетности оценивали абсолютные и интенсивные показатели (на 1 тыс. населения): количество выявленных случаев (использованы данные сайта [www.belstat.gov.by](http://www.belstat.gov.by) о половозрастной структуре населения Республики Беларусь). Выявляемость аномальных кариотипов оценивалась эффективностью кариотипирования.

В ходе исследований были получены следующие результаты. В Брестской области за 2017–2018 годы количество детей, получивших направления на цитогенетические исследования в клинико-диагностическую (генетическую) лабораторию УЗ «Брестский областной родильный дом», составило 398 человек (159 – за 2017 г., 138 – за 2018 г.). Данная выборка составила 0,028 % от общего населения области (0,011 – в 2017 г., 0,009 – в 2018 г.).

Как видно из данных таблицы 1, доля аномальных кариотипов в исследуемой выборке в 2017 г. в целом составила 22,6 %, что в интенсивных показателях соответствовало 0,026 случаев на 1 тыс. населения области (или 1 случай на 38,5 тыс. жителей). В 2018 г. количество обращений детей в клинико-диагностическую лабораторию уменьшилось на 21 человека, при этом доля выявленных аномалий снизилась на 3,8 %, что соответствовало 0,019 случаев на 1 тыс. жителей (или 1 случай на 52,3 тыс.). В 2018 году наблюдалось уменьшение количества детей с аномальными кариотипами (темп убывания 27,8% за год).

**Таблица 1 – Частота встречаемости аномальных кариотипов и их выявляемость среди детей Брестской области за период 2017–2018 гг.**

Годы	Общее количество обследованных, чел.	Аномалии кариотипов		Эффективность кариотипирования
		абсолютное значение, случаев	доля, %	
2017	159	36	22,6	1:4
2018	138	26	18,8	1:5

Основанием для направления на цитологические обследования у детского населения являлись заболевания, связанные с врожденными пороками развития (таблица 2), в том числе с характерными фенотипическими

398

проявлениями геномных мутаций – синдромов Дауна Шерешевского–Тернера и Кляйнфельтера.

Как показал анализ распределения в 2017 г., форм аномалий среди пациентов с подтвержденными диагнозами (таблица 2), среди больных с синдромом Дауна у всех пациентов выявлены аномальные кариотипы (т. е. эффективность кариотипирования в этой группе 1:1 при трисомии по 21-й хромосоме. Следовательно, доля больных с синдромом Дауна составила 13,2 % от исследуемой выборки детей, что в интенсивных величинах – 0,015 случаев на 1000 жителей Брестской области (или 1 случай на 66,7 тыс. населения). В 2018 г. количество направленных детей с синдромом Дауна на половину снизилось (таблица 2), и их доля составила 7.2 % от общей выборки детей (0,007 случаев на 1000 жителей, или 1 случай на 72 тыс. человек). Таким образом, среднегодовой темп снижения доли случаев за оцениваемый период составил 6 %.

**Таблица 2 – Распределение аномальных кариотипов у выборки детей – пациентов клиничко-диагностической (генетической) лаборатории УЗ «Брестский областной родильный дом»**

Диагноз при направлении	Количество обследованных, абс., чел.		Количество выявленных аномалий			
			абсолютные значения		% от всей выборки	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Синдром Дауна	21	10	21	9	13.2	6,5
Синдром Шерешевского Тернера	2	3	1	-	0.6	-
Синдром Кляйнфельтера	-	1	-	-	-	-
Задержка психомоторного развития. Задержка психоречевого развития	30	34	4	3	2,5	2,7
Задержка физического и полового развития	13	5	-	-	-	-
Нарушения полового развития	6	12	1	3	0,6	2,17
Врожденные особенности развития	69	58	7	6	4.4	4,3
Всего	159	138	36	24	22,6	17,39

Анализ распределения по другим формам врожденных нарушений показал отсутствие достоверно значимых отличий в среднегодовой динамике аномалий кариотипов у детей. Так, синдром Шерешевского–Тернера (моносомия по X-хромосоме) был подтвержден у одного из двух детей (0,6 % выборки) в 2017 г. и не подтвержден у троих направленных в 2018 г.

Доля аномальных кариотипов среди пациентов с врожденными особенностями (ВОР) в исследуемой выборке составила 4.4 %, или интенсивные показатели – 0,0043 случаев на 1000 населения (или 1 чел. на 232,6 тыс. населения). В 2018 г. число направленных детей с ВОР уменьшилось, однако пациентов в общей выборке было 42 % или 0,041 случаев на 1000 жителей.

Общая доля аномальных кариотипов детей с задержкой психомоторного и психоречевого развития среди обследованной выборки достигала в течение двух лет 2,5–2,7 %, что в интенсивных величинах соответствовало 0,002 чел. на 1 тыс. населения области.

Выводы. Цитогенетические исследования за период 2017-2018 гг., проводимые на базе клиничко-диагностической (генетической) лаборатории УЗ

«Брестский областной родильный дом», показали, что нарушения в развитии детей, проявляемые на анатомо-физиологическом уровне, были обусловлены в  $20,7 \pm 1,8$  % случаев аномальными кариотипами с различными формами геномных и хромосомных мутаций. При этом за исследуемый период наблюдалось снижение интенсивных показателей: в 2017 г. – 1 случай аномальных кариотипов на 38,5 тыс., и в 2018 г. – 1 случай на 52,3 тыс. жителей Брестской области (темп убывания 27,8% за год). Уменьшение аномальных кариотипов связано со снижением рождаемости детей с синдромом Дауна: среднегодовой темп снижения доли случаев за исследуемый период составил 6 %, что обусловлено эффективностью биохимического скрининга беременных 1-го триместра и проведением инвазивного метода диагностики – амниоцентеза (для цитогенетического исследования на материале амниотической жидкости), которые позволяют выявить патологию развития плода на ранних сроках беременности.

Выражаем особую благодарность за оказанную помощь в проведении исследований руководству медико-генетической консультации УЗ «Брестский областной родильный дом», а также лично заведующей клинко-диагностической (генетической) лабораторией Ивановой Виолетте Валерьевне.

#### **Список цитированных источников**

1. Дюбкова, Т. П. Врожденные и наследственные болезни у детей (причины, проявления, профилактика): учеб.-метод. пособие / Т. П. Дюбкова. – Минск: Асобны, 2008. – 48 с.

УДК 314.02

### **РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПЛАНЫ МОЛОДЕЖИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКА И НОВОСИБИРСКА)**

**Середа А. В.**

Учреждение образования «Сибирский федеральный университет»,  
г. Красноярск, Россия, OhripMandelstam@mail.ru

Научный руководитель – Лебедева Н. В., канд. геол.-минерал. наук, доцент

*The results of a study of reproductive plans of the youth in the two large Siberian cities the same as Krasnoyarsk and Novosibirsk received in 2019 have been present.*

Трансформация современной российской семьи затронула ее структуру, формирующуюся на основе репродуктивных планов и отношений между членами семьи. В последние десятилетия произошел переход от расширенной семьи к однодетной нуклеарной [5]. Исследование репродуктивных планов молодежи г. Красноярска и г. Новосибирска позволило выявить основные тенденции в формировании структуры современной городской семьи и репродуктивных планов молодежи. В «Основах Государственной молодежной политики РФ до 2025 года» термин «молодежь» определяется как социально-демографическая группа, выделяемая на основе возрастных особенностей, социального положения и характеризующаяся специфическими интересами и ценностями. Эта группа включает лиц в возрасте от 14 до 30 лет, а в некоторых случаях, определенных нормативными правовыми актами Российской



Федерации и субъектов Российской Федерации, до 35 и более лет, имеющих постоянное место жительства в Российской Федерации или проживающих за рубежом (граждане Российской Федерации и соотечественники) [1].

Согласно данным Росстата, на 2014 год в Российской Федерации проживало 143,66 млн человек, из которых, согласно «Основам государственной молодежной политики до 2025 года», 33,22 млн человек составляла молодежь.

Физиологически фертильность определяется возрастом 15-49 лет [4]. В эти возрастные рамки попадает и молодежь. Согласно данным Росстата, средний возраст рождения женщиной первого ребенка с 1990-х сдвинулся на 5 лет: теперь гражданки России заводят первого ребенка к 26 годам [2]. В связи с этим следует отметить, что в данном исследовании возрастные рамки молодежи смещены до 14-25 лет (возраст, в котором, в среднем, женщина еще не имеет детей).

Крупными российскими городами принято считать города-миллионеры, которых к 2019 году в России насчитывается 15. В их числе Новосибирск с населением 1,6 млн человек на 2018 г. и Красноярск с населением 1,09 млн человек на 2018 г. [2]. Несмотря на ряд отличий, оба города являются студенческими, следовательно, привлекательными для молодежи.

Таким образом, молодежь является возрастной группой, которая одновременно находится в репродуктивном возрасте физиологически, близка к средним демографическим показателям рождения первого ребенка, стремится к проживанию в крупных городах и составляет около четверти общего населения России.

Красноярск – один из городов-миллионеров Сибири, являющийся одним из ее культурных, экономических, образовательных и промышленных центров.

Новосибирск – третий по численности населения город России. Является крупнейшим торговым, деловым, культурным, промышленным, транспортным, образовательным и научным центром Сибири [3].

Проведение исследования репродуктивных планов именно в этих городах обусловлено их многочисленностью и привлекательностью для студенческой молодежи.

Одним из выборочных демографических наблюдений, проводимых Федеральной службой государственной статистики в 2012 и 2017 годах стали репродуктивные планы населения, результаты которых отражены на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики [2].

Исследование репродуктивных планов молодежи Красноярска и Новосибирска выполнялось в первые месяцы 2019 года, в котором приняло участие 246 представителей молодежи Красноярска и Новосибирска в процентном соотношении 50/50. По результатам опроса, 82,3 % респондентов никогда не состояли в браке. Доля молодых новосибирцев и красноярцев, состоящих в браке, составила 15,4 %, при этом соотношение зарегистрированных и незарегистрированных браков примерно одинаково: 8,6 % молодых людей состоят в официальных браках, тогда как не регистрируют свои отношения 6,8 % респондентов.

Наибольшее количество молодых людей (24,3 %) вступило в брак в возрасте 20 лет, чуть меньшие доли (13,5 %) приходятся на молодых людей, вступивших в брак в возрасте 21 года и 22 лет.

Отношение к регистрации брака сибирской молодежи отличается от всероссийского. Так, 57,85 % россиян считают, что первый брак необходимо обязательно регистрировать при отсутствии беременности; красноярская и новосибирская молодежь лишь на 46,4 % согласна с этим мнением. Тогда как необхо-

димось обязательно регистрировать повторный брак признают 34,25 % молодежи по всей стране, лишь 21,8 % сибиряков считают это необходимым.

Результаты исследования показали, что 94,1 % молодежи, населяющей сибирские города-миллионеры, к 25 годам не имеют детей; 3,2 % имеют одного ребенка; 1,8 % - двоих детей и 0,9 % - троих и более детей. Тогда как при наличии всех необходимых условий, бездетными хотели бы остаться 14,5 % молодых людей, однодетными – 10,5 %, иметь двоих детей желают большинство – 50,9 % респондентов, троих детей хотят иметь 18,3 %, четверых – 3,6 %, а иметь пятерых и более детей хотели бы 2,3 % молодежи.

Более чем на 3 года откладывают рождение детей 68,2 % опрошенных представителей сибирской молодежи, 5,5 % собираются планируют иметь ребенка в ближайшие два года, тогда как 2,3 % молодых людей в настоящее время ожидают ребенка. Откладывает рождение ребенка на 6 и более лет 37,1 % решивших повременить; на 3-5 лет – 34,5 % респондентов. Первоочередными причинами отложить появление первого или последующего ребенка у 65,6 % являются: необходимость закончить образование, отсутствие супруга(и) или партнера(ши) связывают желание отложить рождение ребенка 37,1 %; 56,5 % опрошенных хотят какое-то время пожить для себя, материальные возможности на сегодняшний день не позволяют иметь ребенка 50,5 % опрошенных.

Разделились мнения новосибирцев и красноярцев в вопросе о желании воспользоваться современными репродуктивными технологиями: при необходимости готовы сделать - 41,4 %, не хотят прибегать - 39,5 %, без необходимости готовы пойти на такой шаг 6,8 %.

Молодежь крупных сибирских городов имеет следующее мнение о влиянии государственной поддержки на желание завести детей: с государственной поддержкой семей с детьми не связывают свое желание планировать ребенка 56,5 % опрошенных, сильно повлияла эта поддержка на желание 4,5 %, немного – на желание 10,2 %.

Значимой возможностью получения федерального или регионального «материнского (семейного) капитала» является для 64,5 % респондентов. Для оставшихся 35,5 % опрошенных эта поддержка не значима по следующим причинам: 40,2 % считают не значимым то, на что можно использовать эту поддержку; 47,1 % считает размер «материнского капитала» недостаточным.

Вышеперечисленные результаты исследования позволяют делать вывод о том, что репродуктивные планы молодежи являются следствием сложившихся социально-экономических условий, нежели мировоззрения.

### **Список цитированных источников**

1. Об утверждении Основ государственной молодежной политики Российской Федерации на период до 2025 года: Распоряжение Правительства РФ от 29.11.2014 № 2403-р.

2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] . – Режим доступа : <http://www.gks.ru>

3. Официальный сайт города Новосибирска [Электронный ресурс] . – Режим доступа : <https://www.novo-sibirsk.ru>

4. Валентей, Д. И. Демографический энциклопедический словарь / Д. И. Валентей. – М.: Сов. энцикл., 1985. — 608 с.

5. Думцова, Э. М. Факторы-детерминанты репродуктивных установок молодежи (на примере г. Новосибирска) [Текст] / Э. М. Думцова // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2009. -№ 9. – С. 116-119.

## ПОВЫШЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА ПРИ УПОТРЕБЛЕНИИ ЙОГУРТОВ

**Сиридина А. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени  
А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, nkolbas@gmail.com  
Научный руководитель – Колбас Н.Ю., к.б.н., доцент

*Data on an antioxidant activity of yogurt with such additives as blueberry, raspberry, sour cherry, sweet cherry, wild berries, gooseberry, and strawberry are presented in this article. The data are analyzed with the use of ABTS method. It shows that antioxidant activity of yogurt ranges from 0.626 to 1.23 mmol trolox equivalent per liter.*

В живом организме постоянно образуются свободные радикалы, что предполагает наличие естественных механизмов антиоксидантной защиты, являющихся одним из важнейших компонентов иммунитета в целом. Важно дополнять свой пищевой рацион природными веществами – антиоксидантами, которые усиливают защиту от свободных радикалов, повышают тем самым антиоксидантный статус, устойчивость организма к воздействию неблагоприятных внешних факторов, замедляют процессы старения [1]. Антиоксидант соединяется со свободным радикалом и ставит заслон разрушительному действию лишнего электрона. С помощью ферментной защитной системы организм преобразует клеточный оксидант в воду и нерадикальный кислород [2].

Антиоксидантная активность (АОА) в настоящее время является одной из важнейших характеристик продуктов, используемых в пищевой, фармакологической и косметической промышленности.

Целью нашего исследования являлось изучение антиоксидантной активности йогуртов с наполнителем.

Объектами данного исследования были подобраны партии йогуртов одного производителя. Йогурты отбирались трех различных серий (О, Т, 2) с различными видами наполнителя (черника (Ч), малина (М), вишня (В), вишня-черешня (ВЧ), лесные ягоды (ЛЯ), крыжовник (КРЖ), клубника (К)).

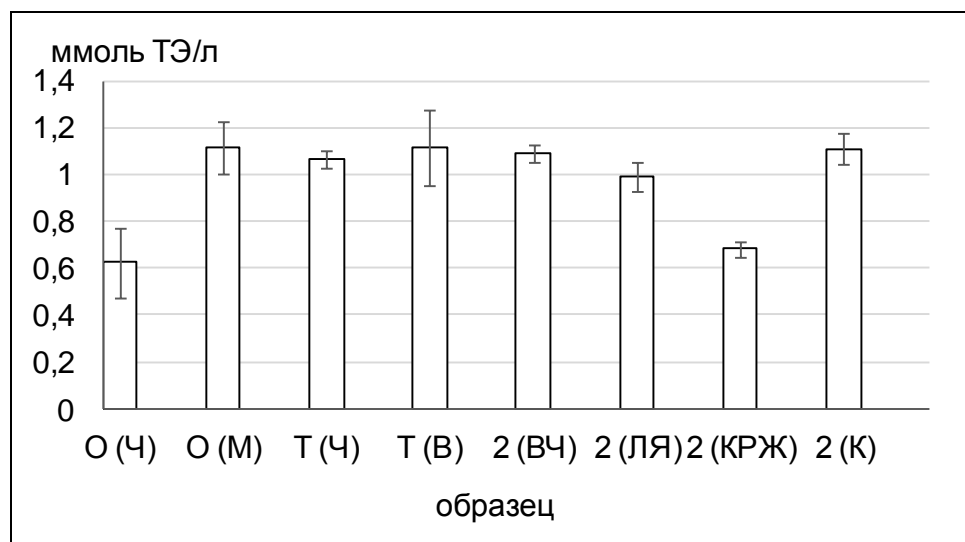
АОА определяли методом ABTS, который основан на блокировке долгоживущего катион-радикала 2,2'-азинобис[3-этил-2,3-дигидро-6-бензотиазолсульфо кислоты]. Раствор ABTS<sup>•+</sup> готовили по методике, описанной [3]. Рабочий раствор катион-радикала готовили непосредственно перед испытанием из исходного раствора ABTS<sup>•+</sup>, который диспергировали до значения абсорбции  $0,70 \pm 0,05$  при  $\lambda = 734$  нм. Изменение оптической плотности рабочего раствора ABTS<sup>•+</sup> при добавлении образца регистрировали после 10-минутного инкубирования при  $\lambda = 734$  нм и длине пути светового монохромного луча в 1 см с использованием спектрофотометра Proscan MC 122 (РБ). При расчетах учитывали собственную оптическую абсорбцию образцов йогуртов без добавления ABTS<sup>•+</sup>. В качестве стандарта использовали водорастворимый аналог витамина Е – тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота) [3]. АОА выражали в ммоль тролокс-эквивалента на литр йогурта (ммоль ТЭ/л).

Все опыты были выполнены в трехкратной повторности. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета программы Microsoft Office Excel.

Полученные нами результаты представлены на рисунке. В целом для большинства йогуртов АОА различается незначительно. Относительно низким показателем обладают образец серии 2(КРЖ), однако самый низкий результат – 0,626 ммоль ТЭ/л показал образец йогурта серии О(Ч). В целом у остальных образцов АОА варьирует от 0,99 до 1,23 ммоль ТЭ/л.

Таким образом, все исследуемые образцы можно расположить в порядке уменьшения АОА следующим образом:

$T(B) > O(M) > 2(K) > 2(BЧ) > T(Ч) > 2(ЛЯ) > 2(КРЖ) > O(Ч)$ .



**Рисунок – Антиоксидантная активность йогуртов с различными наполнителями: ТЭ – тролокс эквивалент; О, Т, 2 – серии йогуртов; Ч – наполнитель черника, М – малина, В – вишня, ВЧ – вишня и черешня, ЛЯ – лесные ягоды, КРЖ – крыжовник, К – клубника**

В целом, полученные нами результаты согласуются с литературными данными [4]. В то же время, АОА йогуртов уступает аналогичному показателю для соков, который варьирует в широких пределах от 2,7 до 41,6 ммольТЭ/л [5].

В ходе оценки АОА йогуртов с наполнителем, установлено, что они могут служить пищевым источником антиоксидантов и, тем самым, повышать антиоксидантный статус организмов. Однако необходимо учитывать, что АОА многих продуктов питания меняется в результате хранения. Эта особенность является предпосылкой для дальнейшего изучения динамики АОА йогуртов при их хранении.

#### **Список цитированных источников**

1. Владимиров, Ю. А. Свободные радикалы в живых системах. Биофизика. Итоги науки и техники / Ю. А. Владимиров [и др.] – М.: ВИНТИ АН СССР, 1991. – 252 с.
2. Абдулин, И. Ф. Органические антиоксиданты как объекты анализа / И. Ф. Абдулин, Е. Н. Турова, Г. К. Будников // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2001. – Т. 167, № 6. – 3-13 с.
3. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay / R. Re [et al.] // Free Radical Biology and Medicine. – 1999. – Vol. 26, № 9/10. – P. 1231–1237.
4. Relevance of the Mention of Antioxidant Properties in Yogurt Labels: In Vitro Evaluation and Chromatographic Analysis / E. Pereira [et al.] // Antioxidants. – 2013. – Vol. 2. – P. 62–76.
5. Comparison of Antioxidant Potency of Commonly Consumed Polyphenol-Rich Beverages in the United States / N.P. Seeram [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2008. – Vol. 56, №4. – P. 1415–1422.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ И РОССИИ

**Толстоногова А. К.**

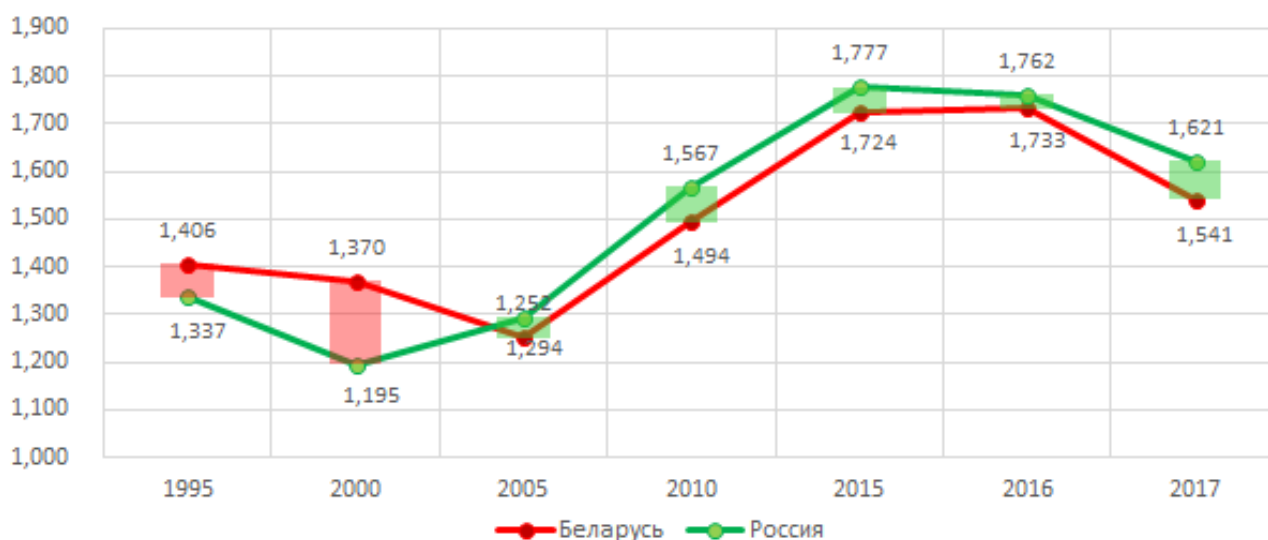
Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, [alsokol@tut.by](mailto:alsokol@tut.by)  
Научный руководитель – Соколов А. С., ст. преподаватель

*The article analyzes changes in vital statistics of Belarus and Russia over the period of 1995–2017. It is revealed that in Russia the improvement of demographic indicators is generally more noticeable than in Belarus.*

Целью работы является сравнение ряда показателей естественного движения населения Беларуси и России с 1995 по 2017 год, выявление основных тенденций, сходства и различия в динамике указанных показателей.

Основным источником информации стал статистический сборник «Беларусь и Россия 2018» [1].

Показатели естественного движения населения как для Беларуси, так и для России с 1995 года претерпели существенные изменения. Так, важнейший показатель, характеризующий рождаемость – суммарный коэффициент рождаемости – в целом с 1995 года увеличился на 0,135 для Беларуси и 0,285 для России (рисунок 1). Его устойчивый рост наблюдался с начала 2000-х годов для России и середины 2000-х годов для Беларуси (с этого же времени суммарный коэффициент в России устойчиво превышал белорусский показатель). Однако в 2016 году он претерпел незначительные колебания по сравнению с предыдущим годом, а в 2017 заметно снизился, причём в Беларуси снижение выражено более ярко: если в 2016 году значение показателя для России было на 0,029 больше, чем для Беларуси, то в 2017 эта разница составила уже 0,080.



**Рисунок 1 – Динамика суммарного коэффициента рождаемости Беларуси и России за 1995–2017 годы**

**Таблица 1 – Разность между показателями смертности от внешних причин в трудоспособном возрасте (число умерших на 100000 населения) Беларуси и России**

Показатель	Разность показателей Беларуси и России			Отношение 1995 к 2017 году	
	1995	2005	2017	Беларусь	Россия
Всего умерших от внешних причин	-120,4	-58,6	-27,7	2,02	2,54
От несчастных случаев, связанных с транспортными средствами	-5,5	-7,1	-7,1	2,65	1,92
От случайных отравлений алкоголем	-11,4	+7,2	+9,8	1,51	4,00
От случайных утоплений	+1,1	+4,3	+1,4	2,69	3,31
От самоубийств	-13,7	-1,3	+7,6	1,70	3,19
От убийств	-28,6	-21,5	-4,4	3,66	5,08

В 1995 году общий коэффициент смертности в России превышал белорусский показатель на 1,9. С тех пор его значение снизилось как для Беларуси (на 0,5), так и для России (на 2,6) и в 2017 этот коэффициент для России впервые стал ниже, чем для Беларуси (на 0,2). Такая же динамика характерна и для коэффициента естественной убыли населения: в 1995 году в России на 2,5 превышал белорусский показатель, а в 2017 стал на 0,9 ниже.

Существенно изменилась и структура смертности по причинам. Лидерами по причинам смертности в обеих странах стала смертность от болезней системы кровообращения, однако, если для Беларуси данный показатель увеличился в 2017 по сравнению с 1995 на 50,8 случая смерти на 100000 человек, то для России он снизился на 203,1 случая и с 2015 года стал меньше, чем в Беларуси.

Произошло заметное снижение смертности от внешних причин (в Беларуси в 1,77 раза, в России в 2,28 раза). Однако всё равно для России данный показатель на 20,3 случая на 100000 населения превышает белорусский показатель, хотя этот разрыв и сократился в 2017 году на 68,7 случая. Примерно на прежнем уровне осталась смертность от злокачественных новообразований.

В 3,3 раза для Беларуси сократилась смертность от болезней органов дыхания, для России – 1,8 раза (в 1995 году это число для России было выше на 7,4, а в 2017 уже на 22,3). Как для России, так и для Беларуси зафиксировано повышение смертности от болезней органов пищеварения. Различная динамика в смертности наблюдается для смертности от некоторых паразитарных и инфекционных болезней – для Беларуси зафиксировано её снижение, для России – небольшой рост.

Если проанализировать смертность в трудоспособном возрасте от внешних причин (таблица 1), то также можно заметить разницу в тенденциях изменения некоторых показателей. Так, если в 1995 году смертность от случайных отравлений алкоголем и от самоубийств в России превышала аналогичные показатели, для Беларуси, то к 2017 году ситуация изменилась на противоположную, и показатели смертности от данных причин стали преобладать уже в Беларуси. Смертность от убийств, хоть и продолжает преобладать в России, однако разница между показателем для Беларуси и для России уменьшилась в 6,5 раза.

В целом смертность от внешних причин в трудоспособном возрасте для обеих стран устойчиво снижается.

Результаты исследования позволяют сформулировать следующие выводы.

1. Для России улучшение демографических показателей (суммарный коэффициент рождаемости, общий коэффициент смертности, общий коэффициент естественной убыли) происходит более выражено, чем для Беларуси.

2. Для России существенно улучшилась ситуация со смертностью в трудоспособном возрасте от случайных отравлений алкоголем и от самоубийств, эти показатели стали ниже, чем в Беларуси уже с середины-конца 2000-х годов.

3. В Беларуси по-прежнему лучше ситуация со смертностью от убийств и от несчастных случаев, связанных с транспортными средствами, а также от болезней органов дыхания. В то же время в Беларуси ухудшилась ситуация со смертностью от болезней органов системы кровообращения.

#### **Список цитированных источников**

1. Беларусь и Россия 2018: стат. сборник / Федер. служба гос. стат.; Нац. стат. ком. РБ. – М.: Росстат, 2018. – 212 с.

УДК 334.711:004.9

## **ГИС-АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА БРЕСТА**

**Чмель Е. И.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [katacmel507@gmail.com](mailto:katacmel507@gmail.com)  
Научный руководитель – Токарчук С. М., к.г.н., доцент

*The article presents the results of creating an interactive map of industrial enterprises of Brest with an analysis of the emissions produced by these enterprises.*

**Введение.** Производственное предприятие – это обособленная специализированная единица, основанием которой является профессионально организованный трудовой коллектив, способный изготовить нужную потребителем продукцию (выполнять работы, оказывать услуги) соответствующего назначения, профиля и ассортимента. К ним относятся: заводы, фабрики, комбинаты и др. [4]. Промышленные предприятия являются значимым компонентом современного города. В одной стороны, они формируют экономический потенциал города, обеспечивают городское население рабочими местами, но с другой – являются одним из основных факторов загрязнения окружающей среды. Таким образом, большую актуальность приобретают исследования, направленные на изучение особенностей размещения промышленных предприятий в условиях городской среды, а также их воздействия на компоненты природной среды в городе.

Существуют правила размещения промышленных предприятий на территории города, к которым относятся: (1) необходимость наиболее полного и целесообразного использования городской территории и отдельных промышленных площадок для нужд производства; (2) удобное размещение сети железнодорожных подъездных путей, автомобильных дорог, (3) увязка выбора промплощадок с окружающей застройкой, зелеными насаждениями и релье-

фом местности и др. В то же время, данные правила часто нарушаются вследствие различных причин (в том числе и объективных), что ведет к неравномерному размещению предприятий на территории города и большему загрязнению окружающей среды в отдельных микрорайонах.

Практически все предприятия загрязняют окружающую среду различными поллютантами, но в большей или меньшей степени. Установлено, что наибольший вклад в загрязнение, например, атмосферы вносят автотранспорт и энергетика, особенно топливная. Велика роль в этом процессе строительной индустрии и химической промышленности.

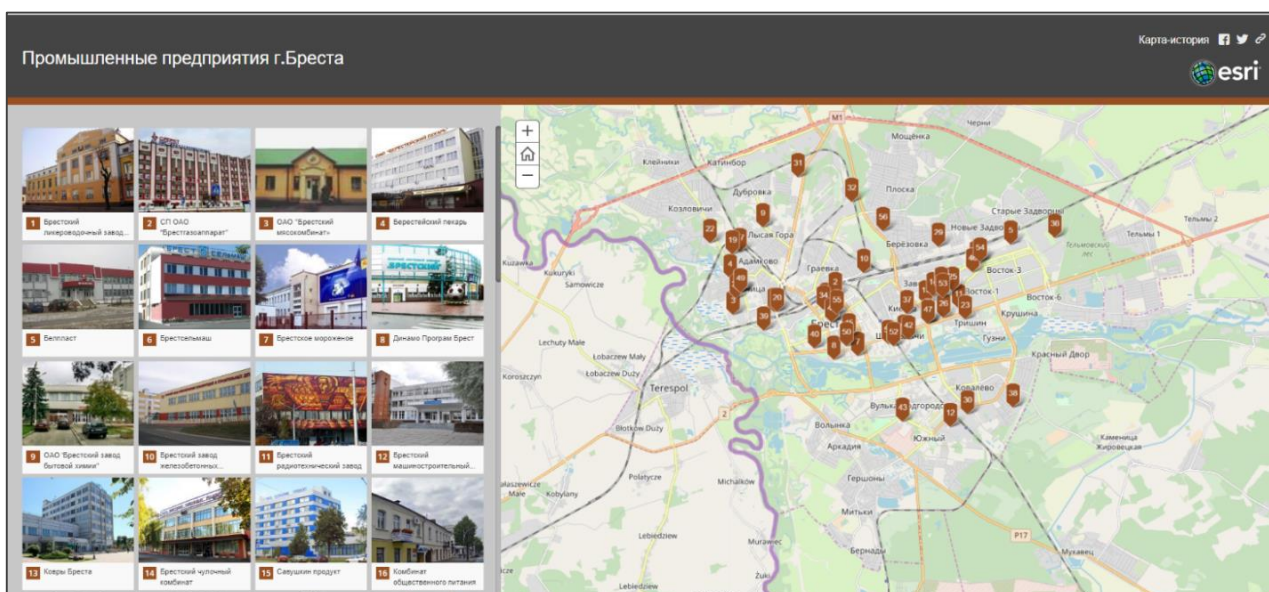
**Материал и методика исследования.** Целью исследования является изучение особенностей распространения в пределах города Бреста и его микрорайонов промышленных предприятий.

В процессе проведения исследования решались следующие задачи:

- 1) рассмотреть особенности промышленности города Бреста;
- 2) реализовать интерактивную карту промышленных предприятий на основании данных Брестского областного исполнительного комитета [1];
- 3) выполнить анализ пространственного распространения промышленных предприятий в черте города Бреста с использованием ГИС-технологий.

**Результаты и их обсуждение.** Город Брест имеет развитую промышленность. В 2008 году на территории города действовали 87 крупных и более 700 промышленных предприятий малого бизнеса, 96 строительных организаций, 75 предприятий оптовой и розничной торговли, общественного питания, 42 – транспорта, 3 – связи. Ведущая отрасль промышленности в городе – пищевая. Крупнейшие предприятия: СП ООО «Санта Бремор», «ИНКО-ФУД», ООО «Брестский ликёро-водочный завод «Белалко», «Брестский мясокомбинат», СП ООО «Брестгазоаппарат» и другие [3].

Для составления интерактивной карты промышленных предприятий использовались данные Брестского областного исполнительного комитета. Карта была выполнена как интерактивное веб-приложение [2] (выполненное средствами облачной платформы картографирования ArcGIS Online), которое содержит местоположение предприятия, его фотографию и краткое описание (рисунок 1).



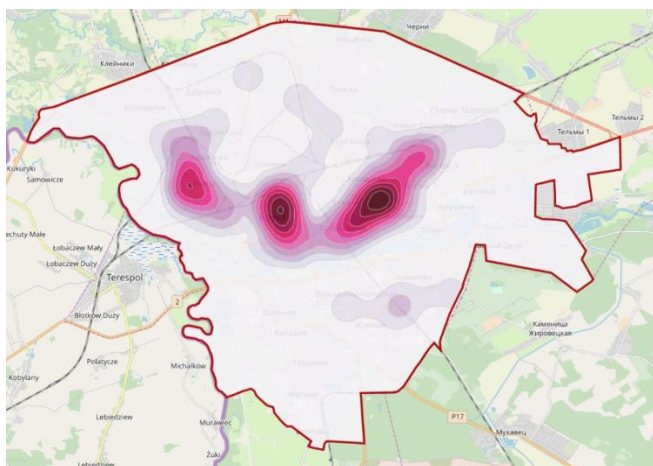
**Рисунок 1 – Интерактивная карта «Промышленные предприятия Бреста»**



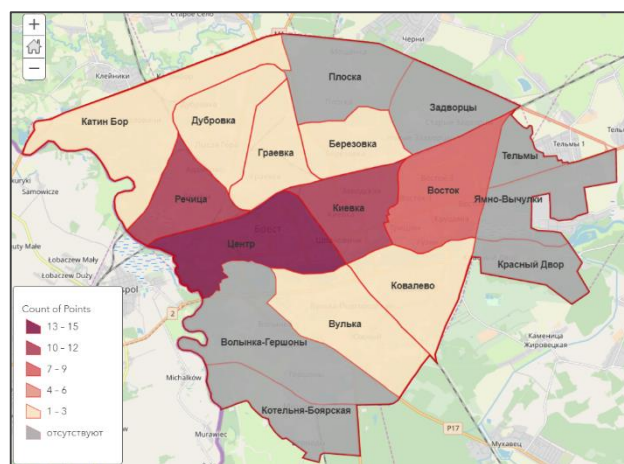
Применение методов ГИС-анализа для дальнейшего изучения карты местоположений предприятий позволило построить ряд аналитических и оценочных картосхем: карты типов предприятий, картосхемы доступности, плотности (рисунок 2), количества предприятий по сетке квадратов, шестиугольников и микрорайонам (рисунок 3) и др. Анализ данных картосхем позволяет сделать определённые выводы по особенностям размещения предприятий, а также потенциальному загрязнению окружающей среды.

Анализ карты плотности (см. рисунок 2) показал, что в пределах города просматриваются три четких ареала наибольшей концентрации промышленных предприятий, которые находятся в средней части города:

- 1) ограничен улицами Московская, Пионерская, Советской Конституции и Янки Купалы (здесь расположено более 15 предприятий);
- 2) ограничен улицами Орджоникидзе, Ленина, бульваром Космонавтов и проспектом Машерова (расположено более 10 предприятий);
- 3) расположен вдоль улицы Писателя Смирнова (расположено 9 предприятий).



**Рисунок 2 – Плотность размещения предприятий в городе**



**Рисунок 3 – Количество предприятий по микрорайонам**

Анализ построенных картосхем показывает, что промышленные предприятия города размещены неравномерно (см. рисунок 3). Большое количество и плотность предприятий у микрорайонов Центр (13) и Киевка (11). В микрорайонах Речица и Восток по 8 предприятий. В микрорайонах Вулька, Ковалево, Березовка, Граевка, Дубровка по 2 предприятия. А в таких микрорайонах как Котельня-Боярская, Волынка-Гершоны, Красный двор, Тельмы и Плоска промышленные предприятия вовсе отсутствуют.

Таким образом, с применением методов ГИС-анализа на основе базовой карты предприятий города возможно проведение серии аналитических работ, отображающих особенности распространения предприятий в черте города. Результаты данных работ можно применять в различных типах прикладных исследований, в частности, при изучении особенностей загрязнения природных компонентов, в первую очередь, атмосферы.

### **Список цитированных источников**

1. Брестский областной исполнительный комитет [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.brest-region.gov.by>. – Дата доступа: 11.03.2019.
2. Промышленные предприятия г. Бреста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcs.is/1489TL>. – Дата доступа: 28.03.2019.
3. Регионы Беларуси : энциклопедия. В 7 т. часть / редкол. : Т.В. Белова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. Энцикл. им. П. Бровки, 2009. Т.1, кн. 1: Брестская об. – 520 с.
4. Экология города : учебное пособие для вузов / В. В. Денисов [и др.]. - М. ; Ростов н/Д : МарТ, 2011. – 832 с.

**Секция 6. Проблемы сохранения биоразнообразия,  
развития систем ООПТ**

УДК 582.916.31:630.26.003.12

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ВИДОВ РОДА *CATALPA* SCOP., ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ  
В УСЛОВИЯХ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Голуб С. Н., Голуб В. А.**

Учреждение образования «Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки», кафедра лесного и садово-паркового хозяйства, г. Луцк, Украина, [sgolub10@gmail.com](mailto:sgolub10@gmail.com)

*In this article results of long-term supervision over 3 species of *Catalpa* grown in the conditions of the Volyn region. Data on morphology of separate individuals, phenology and winter hardiness of all species of *Catalpa* are provided, the success rates for the introduction of the genus *Catalpa* Scop are quite high, and the species are promising for use in landscaping the study area.*

С целью расширения ассортимента растений, которые используются в городском озеленении, а также для повышения декоративной ценности насаждений в уличных композициях чаще используют интродуценты, среди которых значительное место занимают представители рода катальпа, устойчивые к неблагоприятным условиям, владеющие высокими декоративными свойствами, особенно во время цветения. Вопрос изучения рода *Catalpa* неоднократно поднимался в течение последнего века, в частности, в литературных источниках даны результаты исследований о ритме развития растений катальпы в разнообразных условиях их роста: Санкт-Петербурга (Коновалов И. В., 1953), Москвы (Петрова И. П., 1961), Сочи (Закржевская А. Т., 1964), Ялты (Анисимова А. И., 1957), Бреста (Федорук А. Т., 1972), Львова (Горб Л. К., 1975) и Киева (Кухарская М. О., 2011) [1,2].

Несмотря на высокую декоративность, виды рода *Catalpa* в озеленении Украины используются ограниченно, а предложенный рассадниками ассортимент представленный несколькими видами катальпы. Однако исследованием особенностей интродукции рода *Catalpa* Scop. в условиях Волынской области не занимались. Поэтому детальное исследование биологических и экологических особенностей катальп в насаждениях общего пользования и специального назначения позволит сделать выводы о перспективности и целесообразности использования этих растений в озеленении Волынского Полесья. Интродукция видов рода *Catalpa* семейства Бигнониевые и широкое внедрение их в зеленое строительство тесно связано с возможностью их семенного размножения, которое увеличивает стойкость следующих поколений к неблагоприятным факторам среды и играет значительную роль в акклиматизации. Исследование и усовершенствование семенного размножения видов рода *Catalpa* Scop. является достаточно актуальным.

Цель исследования – изучение биологических и экологических особенностей роста и развития интродуцированных видов рода *Catalpa* Scop., а также

разработка эффективных методов выращивания посадочного материала исследуемых видов.

В Волынской области из шести интродуцированных в Украине видов катальпы нами изучены три вида: *Catalpa bignonioides* Walt., *Catalpa speciosa* Warder ex Engelm., *Catalpa hybrida* Spaeth., которые произрастают в городских уличных, парковых и других искусственных насаждениях г. Луцка, а также на территории Волынского Полесья (база практик ВНУ имени Леси Украинки, дендропарк Шацкого лесного колледжа). Доминирующая часть деревьев исследуемого рода – молодые растения восьми- десятилетнего возраста и их состояние в насаждениях можно охарактеризовать как удовлетворительное.

На протяжении 2016–2018 годов нами проведены фенологические наблюдения за представителями исследуемого рода, установлены определенные закономерности в ритме развития трех видов (*C. speciosa* Ward., *C. bignonioides* Walt., но *C. hybrida* Spaeth.), а также зависимость фенологических фаз не только от видовых особенностей, но и метеорологических показателей. Результаты наблюдений свидетельствуют, что вегетация видов рода *Catalpa* начинается при условии, когда максимальная среднемесячная температура воздуха достигает показателя +17 С, во второй декаде мая начинался линейный рост побегов, который у видов *C. bignonioides* и *C. hybrida* значительно длиннее – 140-142 дня по сравнению с катальпой прекрасной – 89 дней. У первых двух видов древесина не успевает полностью созреть и, как следствие, поражается раннеосенними заморозками и морозами (насаждения *C. bignonioides* на улице Винниченка г. Луцка). В целом, рост побегов был более длительным в 2018 году, что, по нашему мнению, предопределенно более благоприятными погодно-климатическими условиями в сравнении с достаточно засушливым 2017 годом.

Всем исследуемым видам рода катальпа свойственны высокие показатели декоративности, особенно в период цветения. Его начало у исследуемых видов в условиях Волынской области приходится на вторую – третью декады июня. Длится цветение от 10 до 18 суток в зависимости от температуры и влажности воздуха и почвы. За результатами наблюдений установлено, что первой в фазу цветения входит *C. speciosa* ( в нашем случае парк Леси Украинки), за ней – *C. hybrida*, которая очень хорошо адаптировалась на базе практик в селе Свитязь Шацкого района, потом начинает цветение *C. bignonioides*.

При оценке функционального состояния листьев исследуемых видов рода *Catalpa* использовали морфометрический метод, который является самым доступным для оценки состояния растений и возможности их адаптации к неблагоприятным условиям роста, в частности с разной степенью загрязнения выбросами автомобильного транспорта. У *C. speciosa* в условиях ул. Винниченко с интенсивным движением транспорта площадь ассимиляционной поверхности листа уменьшилась соответственно на 64% относительно контрольных значений (парк имени Леси Украинки), а в *C. bignonioides* – наоборот, выросла вдвое в сравнении с контролем (явление гигантизма). По нашему мнению, такие большие размеры листьев сформировались из-за сильного повреждения побегов *C. bignonioides* морозами, что привело к подсыханию апикальных почек, но интенсивного отрастания ветвей второго порядка с аномально большими листьями, что сделало невозможными процессы цветения и образования семян. При определении фотосинтетических пигментов в листь-

ях исследуемых деревьев нами установлено, что при условии техногенного загрязнения в хлоропластах листьев *C. speciosa* преобладает более активный хлорофилл, а его содержание составляет 96 мг/л, что указывает на высокую стойкость данного вида к антропогенному загрязнению, тогда как в листьях *C. bignonioides* подавлена потенциальная способность к фотосинтезу. Загрязнения окружающей среды не изменяет тип устьичного аппарата, но вредные выбросы приводят к появлению большего числа устьиц на единицу площади. В листьях *Catalpa speciosa* на улицах г. Луцка количество замыкающих клеток на 1 квадратный миллиметр повысилась на 18,68 % в сравнении с контролем (парк Леси Украинки), устьичный индекс (УИ) по шкале Б. Р. Васильева превышал контроль на 8,4 %, что вызывает анатомические изменения в структуре листка в сторону ксероморфности.

Стационарные исследования относительно изучения семенного способа размножения видов рода *Catalpa* проводились в 2016-2017 годах, которые начинали из заготовки семян в разные сроки. Показатель прорастания семян осеннего срока заготовки в лабораторных условиях является наивысшим для всех исследуемых видов и составляет более 95%. Однако даже при ранневесенней заготовке семян процент лабораторной всхожести остается достаточно высоким, что определенным образом свидетельствует об успешности интродукции исследуемых видов катальпы местной репродукции. Перезимовля однолетних саженцев в 2017-2018 годах привела к большему подмерзанию побегов в *C. bignonioides* (63%) по сравнению с растениями *C. speciosa* (31%). На протяжении вегетационного периода в 2018 году наибольшие приросты побегов наблюдали у двухгодичных саженцев *C. speciosa* – 97 см, у саженцев *C. bignonioides* – на 16 см меньше. В целом двугодки достигли 1,5 – 1,3 м в зависимости от вида. В результате проведенных исследований установлено, что грунтовая всхожесть, выход стандартных сеянцев и показатели роста и развития саженцев из трех исследуемых видов лучше в *C. speciosa*. При оценке успешности интродукции видов рода катальпа по методике С. Сидневой и П. Лапина [3] установлено, что почвенно-климатические условия Волынской области в целом являются пригодными для более широкого культивирования видов рода *Catalpa* Scop., показатели успешности интродукции являются достаточно высокими, а виды – перспективными для использования в озеленении района исследований.

#### **Список цитированных источников**

1. Дудін, Р. Б. Інтродуценти у насадженнях старовинних парків Львова / Р. Б. Дудін // Наук. вісник Українського державного лісотехнічного університету. – Львів, 2005. – Вип. 15.1 – С. 34–35.
2. Кухарська, М. О. Представники роду *Catalpa* Scop. у зелених насадженнях міста Києва / М. О. Кухарська // Наук. вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 147. – С. 34–41.
3. Лапин, П.И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М.: Изд- во Главн. ботан. сада АН СССР, 1973. – С. 7-67.

## **ОСОБЕННОСТИ, СПЕЦИФИКА И ПРАКТИКА РАБОТЫ МАУ «ПАРК «РОЕВ РУЧЕЙ» В ОБЛАСТИ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ**

**Горбань А. В., Чипура С. В., Должникова Я. С.**

Муниципальное автономное учреждение «Красноярский парк флоры и фауны «Роев ручей», г. Красноярск, Россия, office@roev.ru

*One of the main activity direction of Krasnoyarsk park of flora and fauna "Roeveruchey" is biodiversity conservation. It includes breeding species, rescue injured animals or cubs, cooperation with PAs and research institutes, participation in breeding programs and collection information for maintaining studbooks.*

Сохранение биологического разнообразия – глобальная причина и цель существования и создания зоопарков. МАУ Парк «Роев ручей» ведет активную работу в данном направлении, являясь резерватом генофонда редких и исчезающих видов животных.

По количеству экземпляров и по видовому составу зоологической коллекции Парк входит в пятерку лучших зоологических парков России. На 1 января 2019 года в Парке содержатся 740 видов животных и разводятся 1223 сорта растений.

Основным государственным документом, функции которого - выявление и сохранение редких и исчезающих видов на территории России, является Красная книга Российской Федерации. По данным на 01.01.2019 г., в Парке «Роев ручей» содержатся 34 вида животных, занесенных в Красную книгу РФ. Некоторые из них появились в коллекции в связи с травмами, не совместимыми с жизнью в дикой природе, например: розовый фламинго, сапсан, балобан, филин, черный аист, орлан-белохвост. Совместно с Росприроднадзором Парк предпринимал действия по изъятию из природы и лечению таких животных.

Отдельное значимое и перспективное направление в работе Парка «Роев ручей» - научно-исследовательские экспедиции, где особое место занимает природоохранная деятельность по спасению животных арктических и субарктических территорий. Успешная практика таких экспедиций наглядна на примере спасения белых медвежат, оставшихся без матери и не умеющих добывать пищу самостоятельно. Таким образом, в МАУ «Парк «Роев ручей» содержатся уже 3 белых медведя из природы, размножение которых не только обновит генофонд популяции данного вида в зоопарках России, но и поспособствует поддержанию общей численности белых медведей и сохранению вида в целом.

Одним из показателей качества и уровня содержания животных в зоопарках служит размножение животных. В Парке достигнуты значительные успехи, признанные международным сообществом зоопарков, в размножении жирафов, зебр, ориксов, голубых гну, очковых пингвинов, гладколобых кайманов, коlobусов, гималайских медведей, пум, рысей, винторогого и сибирского горного козлов, а также животных, относящихся к видам, занесенным в Красную книгу России: даурский и японский журавли, зубры, пятнистые уссурийские олени, стерхи, белоплечие орланы, орланы-белохвосты, красные волки.

Важный аспект содержания животных в зоопарке – физиологическое и психологическое благополучие животных. За счет реконструкции вольер и

внутренних помещений, совершенствования рационов питания, обогащения среды успешно обеспечивается благополучие животных.

В Парке ведется активная работа по реконструкции вольеров для создания условий, максимально приближенных к естественной среде обитания вида - воссоздаются рельеф, микроклимат и растительность, максимально приближенные к естественным условиям вида.

Не менее важно следить за психическим состоянием животного. Для поддержания здоровья и благополучия питомцев в парке разработана целевая комплексная программа по обогащению среды обитания. В рамках этой программы сотрудники разрабатывают для животных комплексные игровые конструкции и отдельные предметы для обогащения среды, используя при этом современные технологии и оборудование. Это стимулирует животных к проявлению естественного поведения, активизирует инстинкты, а самое главное – снижает стресс. Животное, не испытывающее стресс и психические нарушения, не травмирует себя и «соседей» по вольеру, остается здоровым и способным к размножению.

Следуя концептуальной цели развития Парка (\*создание современного парка европейского уровня, представляющего единую экосистему ландшафта и коллекции животных), «Роев ручей» успешно сотрудничает с зоопарками и мира и сам выступает как опорная площадка по обмену опытом. Парк принимает активное участие в международных программах по сохранению и размножению дальневосточных леопардов и амурских тигров, являясь резерватом генофонда этих редких и исчезающих видов животных.

В целях создания и поддержания искусственных популяций видов, часть которых находятся под угрозой исчезновения, Парк ежегодно пополняет данные международных и европейских племенных книг о содержащихся в зоопарке животных, таких как белый медведь, зубр, снежный барс, японский и даурский журавли, россомаха, белоплечий орлан, стерх и другие.

Научная работа в Парке создает фундамент для решения глобальных задач и реализации конкретных программ в рамках устойчивого развития. Парк «Роев ручей», несомненно, обладает колоссальным научным потенциалом, значение которого может еще возрасти при должной его реализации

Парк активно сотрудничает с ООПТ России для сохранения и размножения редких видов. Например, первые зубры поступили в «Роев ручей» из Приокско-Тerrasного заповедника в 2002 году, а японские журавли – из Окского в 2009 году.

Одним из современных направлений совместной научной работы зоопарков, ООПТ и исследовательских институтов является проведение генетического анализа образцов тканей животных, содержащихся в стационарных условиях. Так, МАУ «Парк «Роев ручей» принял участие в генетическом исследовании долголетия европейского зубра программы чешского зоопарка ZOOTabor по реинтродукции зубров.

В рамках соглашения о сотрудничестве с заповедником «Столбы» были собраны образцы генетического материала россомахи для реализации совместного проекта ООПТ России и Университета Оулу (University of Oulu, Финляндия) по изучению популяционной генетики евразийской россомахи.

Таким образом, Парк «Роев ручей» представляет собой многофункциональное учреждение, осуществляющее в сфере сохранения биоразнообразия различные виды деятельности: размножение животных, спасение раненых животных и брошенных детенышей, резервация ценных генов и участие в

программах размножения, а также ведение научной деятельности и сотрудничество с ООПТ и исследовательскими институтами.

В наши дни особую актуальность приобретает учение В. И. Вернадского о переходе биосферы в ноосферу. Красноярский край, на долю которого приходится значительная часть ненарушенных экосистем, будет играть в этом процессе одну из ключевых ролей, а Парк флоры и фауны «Роев ручей» в настоящее время уже является знаковым природоохранным и просветительным учреждением, работающим на основе сбалансированного функционирования ключевых компонентов: сохранение видов – экологическое просвещение и воспитание – научные исследования – рекреация и хозяйственная деятельность.

УДК 911.2:502.7

## **СОВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА РЕДКИХ И НАХОДЯЩИХСЯ ПОД УГРОЗОЙ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ**

**Денисюк О. А.**

Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина,  
224016, г. Брест, бульвар Космонавтов, 21, e-mail: box@brsu.brest.by  
Научный руководитель – Абрамова И. В., к. б. н., доцент

*This article is devoted to the lists of rare and endangered species of wild animals and plants included in the Red Book of the Republic of Belarus. The author mentions the species that are on the IUCN Red List.*

Красная книга Республики Беларусь ведется с 1981 г. Ее четвертое издание было подготовлено в 2014 г. В него включены 505 видов редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных и дикорастущих растений.

Категории природоохранной значимости охраняемых видов базируется на количественных показателях риска исчезновения либо вымирания вида. К ним относятся малочисленность, редкость, локальность распространения, стабильное снижение численности, а также связь популяций с биотопами, подверженными антропогенному воздействию. В Красную книгу (2015) включено 303 вида растений и грибов, в т. ч. 188 видов сосудистых растений, 34 вида мохообразных, 21 вид водорослей, 25 видов лишайников и 34 вида грибов. Список видов дикорастущих растений был дополнен 18 видами, из них 13 – сосудистые растения, 3 вида мохообразных и 2 вида лишайников [1, 2].

Места произрастания значительной части редких и находящихся под угрозой исчезновения видов на территории Беларуси относятся к лесным экосистемам. В лесах отмечено 99 видов сосудистых растений, 14 – мхов, 22 – лишайников и 29 видов грибов, включенных в Красную книгу. Среди них каждый второй охраняемый вид приурочен к опушкам, полянкам или прогалинкам, а основным лимитирующим фактором здесь является вырубка деревьев, поэтому лесные виды растений более устойчивы к антропогенному воздействию.

Довольно многочисленной является охраняемых видов, местообитание которых – луговые и болотные экосистемы. Здесь произрастают 67 видов сосу-



дистых растений, 12 видов – мхов, 3 – лишайников, 1 – грибов и 1 вид водорослей. Болотные и водно-болотные виды растений наиболее уязвимы. Наибольшей угрозой для этих видов является осушительная мелиорация водно-болотных угодий.

Местами произрастания 20 видов сосудистых растений и 20 видов водорослей, включенных в Красную книгу, являются водные экосистемы – озера, водохранилища, пруды, реки. Растительность водоемов состоит из сообществ и популяций видов гидрофитов (настоящих водных растений, постоянно растущих в воде) и гигрофитов (околоводных наземных растений влажных, переувлажненных и периодически затопляемых местообитаний). В целом в состав современной аквафлоры Беларуси выявлено 183 вида высших (сосудистых) растений, в числе которых 114 гидрофитов и 69 гигрофитов [3].

Состояние популяций охраняемых видов дикорастущих растений оценивается на основании мониторинга, проводимого в рамках государственной программы «Национальная система мониторинга окружающей среды». В 2017 г. сеть мониторинга включает 269 пунктов, на основе которых проведена оценка жизненности 122 видов охраняемых растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь: 110 охраняемых видов сосудистых растений, 3 вида мохообразных, 7 видов лишайников и 2 гриба. Пункты наблюдений заложены в Витебской – 81, Брестской – 66 ППН, Гродненской – 53, Гомельской – 34, Минской – 26 и Могилевской областях – 9.

Как правило, это виды, относящиеся к I и II категории уязвимости, когда известно одно или несколько мест произрастания на территории Беларуси. Конечно, в случае выявления новых местонахождений данных видов сеть необходимо расширять [4].

Основными причинами ухудшения их жизненности, которое выражается в сокращении площади, численности, снижении мощности генеративных особей, являются: природные сукцессии (зарастание экотопов древесно-кустарниковой растительностью и плотнодерновинными злаками); особенности метеоусловий текущего года [4].

Из общего числа видов растений и грибов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, 83 вида соответствуют I категории (чрезвычайно высокий риск исчезновения вида), 102 вида – II (высокий риск исчезновения вида), 82 вида – III (уязвимый) и 35 видов – IV категории охраны. Высокую международную природоохранную значимость (Красный список МСОП) имеют бровник одноклубневый (*Herminium monorchis*) – категория CR (в критической опасности), альдрованда пузырчатая (*Aldrovanda vesiculosa*) – категория EN (в опасности), звездчатка толстолистная (*Stellaria crassifolia*) – категория VU (в уязвимом положении).

22 вида растений, охраняемых в нашей стране, имеют благоприятный охранный статус Красного списка МСОП – LC (находящиеся под наименьшей угрозой), из них 16 видам присвоены I или II категория национальной природоохранной значимости: пихта белая (*Abies alba*), чистоуст величавый (*Osmunda regalis*), береза карликовая (*Betula nana*), камнеломка болотная (*Saxifraga hirculus*), морощка приземистая (*Rubus chamaemorus*), горошек гороховидный (*Vicia pisiformis*), щитолистник обыкновенный (*Hydrocotyle vulgaris*) и др.

В Красную книгу (2015) включено 202 вида животных, в т. ч. 20 видов млекопитающих, 70 видов птиц, по 2 вида амфибий и рептилий, 1 вид миногов, 9 видов лучеперых рыб, 87 видов насекомых, 1 вид пиявок, 6 видов ракообраз-

ных, 1 вид паукообразных, 1 вид двупарноногих многоножек, 2 вида двустворчатых моллюсков. Из общего числа видов животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, 28 видов соответствуют I категории, 40 видов – II, 88 видов – III и 46 видов – IV категории охраны.

3 вида охраняемых в Беларуси животных имеют наиболее неблагоприятный статус Красного списка МСОП – CR (в критической опасности): европейская норка (*Mustela lutreola*), четырехбороздчатый слизнеед (*Chlaenius quadrisulcatus*), перламутровка альпийская (*Clossiana thore*). 5 видов животных, населяющих нашу страну, имеют статус EN (в опасности) Красного списка МСОП, из них 3 видам присвоена II категория национальной природоохранной значимости: слизнеед бороздчатый (*Chlaenius sulcicollis*), булавобрюх кольчатый (*Cordulegaster boltonii*), многоглазка голубоватая (*Lycaena helle*). Охранный статус VU (в уязвимом положении) установлен для 27 видов, обитающих на территории Беларуси, из них 5 видам присвоена I или II категория национальной природоохранной значимости: вертлявая камышевка (*Acrocephalus paludicola*), большой подорлик (*Aquila clanga*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*), слизнеед ребристый (*Chlaenius costulatus*), беззубка узкая (*Pseudanodonta complanata*). 29 видов животных имеют в Красном списке МСОП статус NT (близки к уязвимому положению), из них 8 видам присвоена I или II категория национальной природоохранной значимости: прудовая ночница (*Myotis dasycneme*), европейская широкоушка (*Barbastella barbastellus*) и др.

Для большинства видов животных, зарегистрированных в Беларуси, в Красном списке МСОП установлен статус LC (находящиеся под наименьшей угрозой), среди них 28 видов включены в Красную книгу Республики Беларусь с присвоением I или II категории: европейская рысь (*Lynx lynx*), бурый медведь (*Ursus arctos*), барсук (*Meles meles*), горноста́й (*Mustela erminea*), малая выпь (*Ixobrychus minutus*).

Таким образом, в Красную книгу Республики Беларусь 2015 г. включены виды, степень риска исчезновения которых определяется категориями национальной природоохранной значимости, а также Международным союзом охраны природы (МСОП).

### Список цитированных источников

1. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М.Е. Никифороф, В.И. парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.

2. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 448 с.

3. Биологическое разнообразие Беларуси / А.В. Козулин, И.Э. Самусенко, О.С. Бебяцкая, И.Ю. Гигиняк / – Минск: Киви, 2015. – 100 с.

4. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2017 год / Под общей редакцией Е.П. Богодаж – Минск: Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – 2018. – 450 с.

5. The IUCN Red List [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.iucnredlist.org>. – Дата доступа 20.03.2019.

## АРБУСКУЛЯРНЫЕ МИКОРИЗНЫЕ ГРИБЫ НА КОРНЯХ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО (*CHAMERION AGUSTIFOLIUM* (L.) HOLUB)

**Кекшук Е. В.**

Учреждение образования Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно, Республика Беларусь, liza.kekshuk.98@mail.ru  
Научный руководитель – Жебрак И. С., ст. преподаватель

*The aim of this work was to study frequency and intensity of mycorrhization of arbuscular mycorrhizal fungi in narrow-leaved Cypress (*Chamerion agustifolium* (L.) Nlub) and to determine their dependence on physical and chemical parameters of soils.*

Микориза представляет собой важнейший из симбиозов, в который вовлечены растения и грибы. Более 80% наземных растений образует микоризы различных типов. Микоризы встречаются практически во всех растительных ассоциациях и оказывают значительное влияние как на растения-фитобионты, так и на весь биогеоценоз в целом. Термин «микориза» традиционно используется в двух значениях: с одной стороны, для обозначения структуры – модифицированной части корня растения-хозяина, заселенной грибом, т. е. микоризного окончания, и с другой – для определения типа трофических взаимоотношений между корневой системой растения и микобионтом, т. е. в случае, когда более корректным представляется употребление термина «микотрофия». Микобионт образует несептированный многоядерный гетерокариотический мицелий, который присутствует в межклетниках растения-хозяина, образуя внутриклеточные структуры – арбускулы и везикулы, по названиям которых этот тип микориз ранее называли «везикулярно-арбускулярным». Известно, что споры АМ грибов многоядерны, но генетика АМ грибов пока остается малоизученной [1].

**Методы исследований.** Нами исследовался Кипрей узколистый (*Chamerion agustifolium* (L.) Holub). Растения вместе с корнями и почвой были выкопаны из пяти мест (Гродненская область, Новогрудский район, окрестности оз. Свитязь; окрестности г. Гродно, в районе КСМ; окрестности г. Гродно, в районе областной больницы; Гродненский район, окрестности посёлка Погараны; Гродненский район, посёлок Заболоть) по пять учетных площадок, в июле 2018 г. Корни растений фиксировали в 50 % спирту. Затем их промывали и проводили их мацерацию в 10 % растворе КОН в течение 24 часов. После чего корни опять промывали под бегущей водой и помещали в 5% молочную кислоту в течение 24 часов, промокали на фильтровальной бумаге и на сутки помещали в раствор анилинового синего. После промокания корней от красителя материал помещали в раствор 80% молочной кислоты.

Готовили по одному препарату из каждого образца растений. На предметное стекло помещали пятнадцать фрагментов корней по 1 см и покрывали покровными стеклами. Препараты рассматривали под световым микроскопом. Методом Травло [3] рассчитывали встречаемость арбускулярных микоризных грибов (F, %), интенсивность микоризации (M, %) и обилие арбускул (A, %). Также нашими коллегами из Аграрного университета был проведён физико-химический анализ почв.

В результате проведённых исследований были выявлены арбускулярные микоризные грибы (АМГ) у Иван-чая узколистного во всех образцах на всех учётных площадках. Нами наблюдались все структуры АМГ: арбускулы, везикулы, наружные, межклеточные и внутриклеточные гифы. Достаточно часто встречались корни с густо расположенными крупными везикулами, которые хорошо просматривались под микроскопом (рисунок).



**Рисунок – Везикулы на корнях Иван-чая**

В таблице приведены данные учёта АМГ (частота встречаемости; интенсивность микоризации и обилие арбускул). Наибольшую частоту встречаемости отмечали АМГ у растений на ПП №2, а наименьшую – в образцах, собранных на ПП №3. В таблице также приведены данные о химическом составе почв пробных площадок, на которых были собраны образцы. Наиболее кислыми являются почвы ПП №1 и №4 (рН 4,31 и 4,89), а почвы ПП №2 и №3 приближаются к нейтральным (рН 6,03 и 6,95). Содержание гумуса в почвах невелико, самое высокое на ПП №3 (4,21%), самое низкое ПП №4 (1,10%). Относительно высокое содержание фосфора отмечали на ПП №5 (187 мг/кг), а самое низкое – на ПП №1 (53 мг/кг). В то же время, в почве, взятой с ПП №5, было много калия, в 2 раза больше чем почве ПП №1 и в 5-7 раз – по сравнению с другими участками.

Проведенный нами корреляционный анализ показал, что между микотрофностью растений и физико-химическими показателями почвы достоверной зависимости нет. Частота встречаемости и интенсивность микоризации *Chamerion agustifolium* существенно отличались в почвах с одинаковой кислотностью (рН 6,95 и 6,03; в ПП №2 и №3 соответственно). В то же время в кислой почве (рН 4,31; ПП №4) отмечали относительно высокие показатели частоты встречаемости и интенсивности микоризации растений. По-видимому, интенсивность микоризации АМГ Иван-чая не связана с кислотностью почв.

В почве с высоким содержанием гумуса (4,21%) было выявлено относительно низкая частота встречаемости и интенсивность микоризации АМГ на растениях. При низком содержании гумуса степень микоризации Иван-чая увеличивалась. Частота встречаемости АМГ в почве с низким содержанием фосфора (53мг/кг; ПП№1) была относительно невысокой по сравнению с остальными пробными площадями. При более высоком содержании калия в почве отмечали снижение интенсивности микоризации и обилия арбускул (ПП№1 и №5).

**Таблица – Микотрофность корней Иван-чая и физико-химические показатели почв**

ПП (пробные площадки)	F% (частота встречаемости)	M% (интенсивность микоризации)	A% (обилие арбускул)	Кислотность	Гумус %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (фосфор) мг/кг	K <sub>2</sub> O (калий) мг/кг
ПП №1: Свитязь	64,8	29,9	3,9	4,89	1,52	53	158
ПП №2: КСМ	80,8	44,7	15,7	6,95	2,61	85	85
ПП №3: Областная больница	56,8	24,5	7,2	6,03	4,21	63	76
ПП №4: Погараны	76,3	41,6	15,8	4,31	1,10	99	57
ПП №5: Заболоть	75,0	28,4	12,7	5,37	2,87	187	422

Таким образом, частота встречаемости арбускулярных микоризных грибов у *Chamerion agustifolium* варьировала 56,8-80,8%, интенсивность микоризации – 28,4-44,7%, обилие арбускул 3,9-15,7% в зависимости от места сбора растений. Наблюдаемые нами арбускулярные микоризные грибы содержали арбускулы, везикулы и гифами. Нами не установлена корреляционная зависимость между степенью микотрофности *Chamerion agustifolium* и физико-химическими показателями почвы, в которой растение произрастало.

#### **Список цитированных источников**

1. Воронина, Е.Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов / Е.Ю. Воронин // Микология сегодня: в 1 т / Под редакцией Ю.Т. Дьяжкова и Ю.В. Сергеева. – Москва: Национальная академия микологии. – 2007. – Т.1: – С. 142-234.
2. Смит, С.Э. Микоризный симбиоз / С.Э. Смит, Д. Дж. – М: Товарищество научных изданий, 2012. – 776.
3. Trouvelot, A. Mesure du taux de mycorhization VA d, un systeme radicaire. Recherche de methods d, estimation ayant une signification fonctionnelle / A. Trouvelot, J.L. Kough, V. Gianinazzi-Pearson // Physiological and genetical aspects of mycorrhizae. – Paris, 1986. – P. 217-221.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ В МАЛОРИТСКОМ РАЙОНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

**Масюк Е. В\***

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест Республика Беларусь, lena.masiuk.93@mail.ru  
Научный руководитель – Колбас А. П., кандидат биологических наук, доцент

*The article provides an assessment of the ecological status of rare plant populations in Malorita district, listed in the Red Book of Belarus. The results are intended for modern technologies of identification, systematic and reliable using GIS mapping.*

Биологическое разнообразие живых организмов – это важнейший фактор для функционирования экосистем. Активное влияние человека на окружающую природу (осушение болот, создание искусственных водоемов, расширение сельскохозяйственных территорий, вырубка лесов, строительство дорог и жилых зданий и т. д.) и наблюдающееся в последние десятилетия изменение климата ухудшают условия существования видов и приводят к сокращению их численности и даже к исчезновению. Редкие и исчезающие виды растений характеризуются низкой адаптационной способностью к указанным выше факторам, что приводит к потере ценных генотипов и снижению биоразнообразия в целом. Своевременное принятие соответствующих мер позволит сохранить биологическое разнообразие флоры и функционирование экосистем в регионе.

Усиливающийся антропогенный прессинг требует постоянного мониторинга современного состояния популяций редких и охраняемых растений специалистами. Для результативного решения этой задачи необходим комплексный подход по сбору как ботанических и экологических характеристик, так и информации о точных координатах местонахождения растений и топографических особенностях местности. Также весьма актуальным для длительного рутинного мониторинга остается вопрос визуализации собранной информации с использованием web-приложений.

**Материалы и методы.** Для современного выявления, систематизированного и достоверного учета редких растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь, была использована адаптированная методика мониторинга популяций редких растений в Малоритском районе, разработанная на кафедре ботаники и экологии БрГУ имени А. С. Пушкина в 2017-2018 годах.

Проведение оценки экологического состояния популяций некоторых видов редких растений Малоритского района заключалось в том, что были исследованы местообитания 13 видов редких растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь: Венерин башмачок настоящий (*Cypripedium calceolus* L.), Лилия кудреватая (*Lilium mariagon* L.), Тайник яйцевидный (*Listera ovata* L.), Многоножка обыкновенная (*Polypodium vulgare* L.), Плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.), Баранец обыкновенный (*Huperzia selago* L.), Лук медвежий (*Allium ursinum* L.), Зубянка клубненосная (*Dentaria bulbifera* L.), Овсяница высокая (*Festuca altissima* All.), Кадило сарматское (*Melittis sarmatica* Klok.), Осока теневая (*Carex umbrosa* Host.), Многорядник шиповатый (*Polystichum aculeatum* L.), Равноплодник василистниковый (*Isopyrum thalictroides* L.). Также дано ботаническое описание по плану с указанием охранного статуса растений, с морфологическим

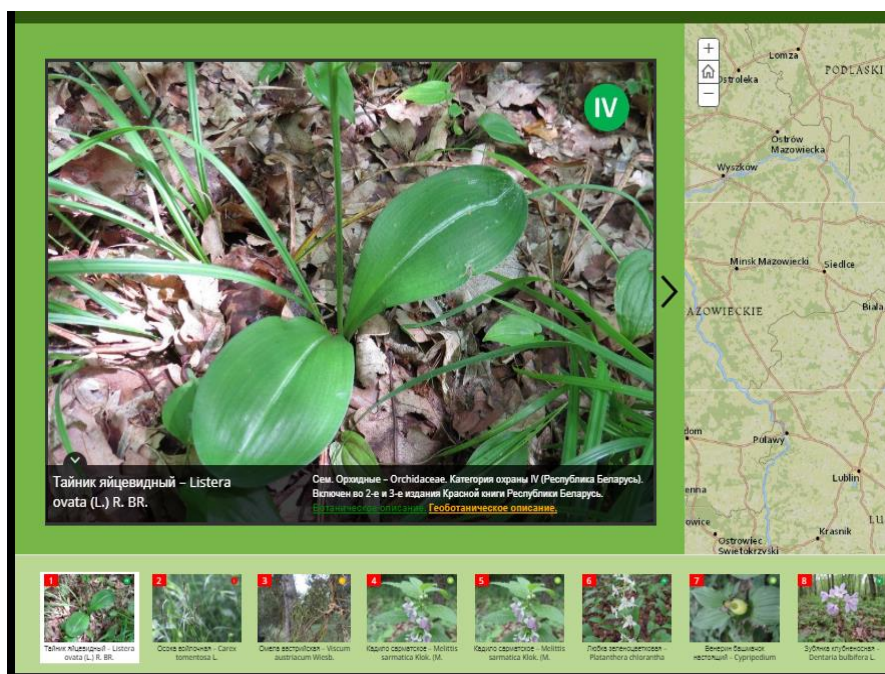
описанием вегетативных и генеративных органов, ареалов, мест произрастания, тенденций изменения численности и геоботаническое описание местообитаний редких видов растений. Для каждого редкого вида растений были определены следующие параметры: число особей в обнаруженной популяции, плотность популяции, средняя высота растения, фенофаза, сопутствующие виды, тип растительности, в отдельных случаях тип ассоциации [1,2].

Полевые топографические исследования проводились на территории Малоритского района Брестской области в разные сезоны года, с конкретным указанием географических координат растений с помощью GPS-навигатора (Garmin eTrex 10/20/30), точки привязки, площади популяции и расстояние от точки до маркера (с использованием тахеометра электронный тахеометр CST/berger Electronic Total Station CST305R), с последующим проведением картографирования расположения обнаруженных популяций редких растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь [3,4].

**Выводы.** Проведено картографирование расположения обнаруженных популяций охраняемых растений (с использованием GPS-методик); применены разработанные картографические web-приложения для отображения результатов мониторинга редких видов растений в Малоритском районе.

При web-картографировании популяций редких растений использовались шаблоны карт историй «Storymaptour» облачной платформы картографирования ArcGISOnline. Особенностью данного приложения является использование сочетания интерактивной карты с информационной панелью, включающей фотографический материал, название и описание точки на карте. Кроме того, в данном типе шаблона все точки истории (в данном случае места произрастания редких видов) находятся на одной вкладке, в одном поле видимости.

Таким образом, с использованием данного шаблона было создано картографическое web-приложение, которое включает 13 видов растений, 14 мест произрастаний (рисунки 1).



**Рисунок 1 – Внешний вид картографического web-приложения**

Выполненное web-приложение можно описать следующим образом:

1) базовой картой для создания приложений была выбрана карта Nation Geographic;

2) на верхней панели приложения вставлено не только название карты, но и указана тема НИР, а также две гиперссылки, позволяющие осуществить переход на страницы участников НИР на сайте университета;

3) все охраняемые виды нанесены красным цветом;

4) при показе каждой отдельной точки приложения применялась возможность масштабирования, таким образом, чтобы при изучении отдельных мест произрастания растений происходило приближение к рассматриваемой территории;

5) точки местопроизрастаний редких видов растений наносились на основании их GPS координат, с учетом округления до четырех знаков после запятой;

6) каждая точка приложения имеет характеристику, которая включает фотографию (в правом верхнем углу которой нанесены данные о категории его охраны), название (включает русское и латинское название вида) и краткое описание точки (содержит сведения о семействе, категории охраны в Республике Беларусь, а также гиперссылки на ботаническое и геоботаническое описание видов, которое загружается в виде отдельных файлов).

В результате проведенной работы в 2018 году были уточнены конкретные местонахождения 13 редких видов растений и проведен мониторинг состояния их местообитаний.

#### **Список цитированных источников**

1. Красная книга Республики Беларусь: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. / И. М. Качановский [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларуская энцыклапедыя імя Петруся Броўкі, 2015. – 448 с.

2. Михальчук, Н.В. Особо охраняемые природные территории Брестской области/Н.В. Михальчук, В.Т. Демянчик, А.В. Грибко.– Брест: облтипография, 1997. - 164 с.

3. Бурдин, А. Г. Особенности хорологии и охраны флоры Бугско-Полесского региона: сб. науч. тр. ф-та естествознания / А. Г. Бурдин, М. П. Жигар. – Брест, 1993. – С. 81–85.

4. Демянчик, В. Т. Биосферный резерват «Прибужское Полесье» / В. Т. Демянчик. – Брест: Академия, 2005. – 20 с.

УДК 582.28

## **КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *LENTINUS EDODES* НА ПРИРОДНЫХ СУБСТРАТАХ**

**Пушкарская О. В.**

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, г. Гродно, Республика Беларусь, [valereva1997@inbox.ru](mailto:valereva1997@inbox.ru)

Научный руководитель – Жебрак И. С., к.б.н., старший преподаватель

*This article presents the results of cultivation of *Lentinus edodes*, where fruit bodies were sown on ten natural substrates. Optimal substrates for the growth of fruit bodies were determined.*

*Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (шиитаке) – съедобные грибы, которые относятся к отделу базидиомицеты, классу агарикомицеты, порядку агариковые, семейству негниючниковые. Гриб шиитаке известен уже более тысячи лет, и в

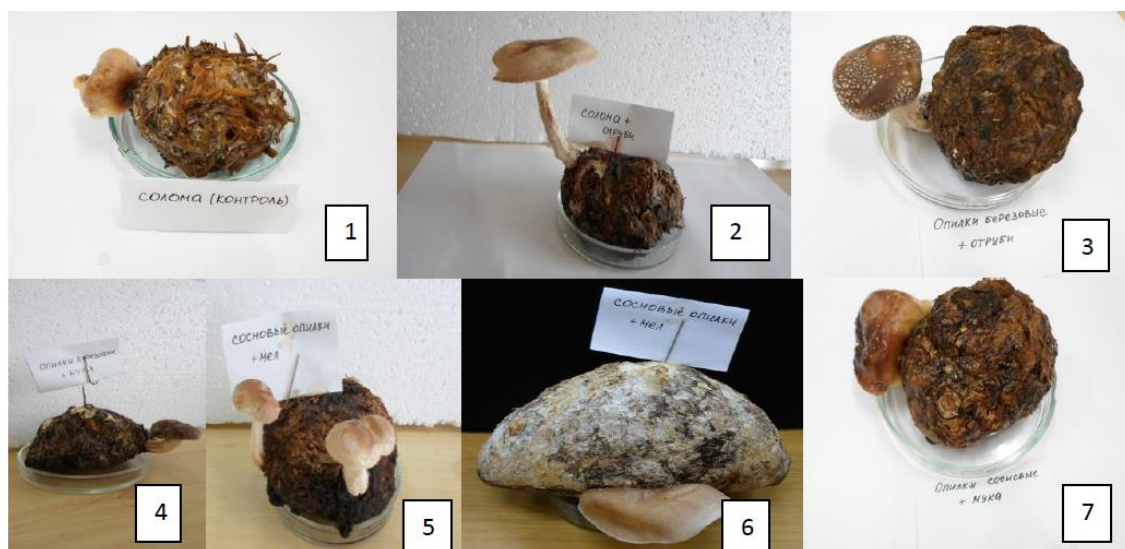


прошлом блюда из этих грибов были неотъемлемой частью меню императоров Японии и Китая. Сегодня эти грибы широко используются в кулинарии, косметологии и медицине. В дословном переводе с японского языка название «шиитаке» означает “гриб, растущий на дереве шии” (каштане). Наряду с традиционной технологией выращивания на древесных обрубках экстенсивный способ все большее распространение получает интенсивная технология культивирования на древесных опилках, обогащенных питательными добавками [1; 2].

**Цель работы** – освоить методику культивирования грибов *Lentinus edodes* и подобрать природные субстраты для их оптимального роста.

Посев мицелия проводили в одна и трех литровые стеклянные банки с соломой пшеничной, крупными и мелкими сосновыми опилками, крупными березовыми опилками. Использовали варианты опыта без внесения и с внесением дополнительных компонентов: 1) контроль (без внесения); 2)  $\text{CaCO}_3$  (5%); 3)  $\text{CaCO}_3$  (5%) + отруби (5%); 4)  $\text{CaCO}_3$  (5%) + мука гречневая (5%). Субстраты увлажняли до 60%. Мицелий в природных субстратах культивировали в темноте при комнатной температуре. Через месяц заросшие мицелием субстраты переносили в полиэтиленовые мешки и культивировали в течение месяца до формирования блоков. Затем доставали из полиэтиленовых мешков и размещали в поддоны с водой. Поддоны ставили во Флоры на свету при комнатной температуре.

При культивировании *Lentinus edodes* в девяти вариантах опыта субстраты заросли микроскопическими грибами либо на них не образовались плодовые тела (таблица). Контаминанты могли попасть вместе с инструментами при недостаточной их стерилизации или из воздуха. Плодовые тела не выросли во всех вариантах с мелкими сосновыми опилками и на опилках во всех контрольных вариантах без мела и органических добавок. В остальных вариантах опыта на блоках в разное время (в течение двух месяцев) появились плодовые тела *Lentinus edodes*. Ниже на рисунке показаны плодовые тела шиитаке на разных природных субстратах, которые морфологически и по размерам отличались друг от друга. Выросшие плодовые тела подсчитывали, сушили и взвешивали. По массе исходного субстрата и массе сухих плодовых тел подсчитывали процентное соотношение массы плодового тела к массе субстрата (таблица) [2].



1 – солома – контроль; 2 – солома+отруби+ $\text{CaCO}_3$ ; 3 – крупные опилки березовые + 5% отруби +  $\text{CaCO}_3$ ; 4 – крупные опилки березовые + 5% мука гречневая +  $\text{CaCO}_3$ ; 5, 6 – опилки сосновые крупные +  $\text{CaCO}_3$ ; 7 – опилки сосновые крупные +  $\text{CaCO}_3$  + мука гречневая

**Рисунок – Плодовые тела *Lentinus edodes* на разных субстратах**

Максимальное количество плодовых тел (4 шт.) было получено в двух вариантах опыта (крупные опилки березовые+отруби+CaCO<sub>3</sub> и солома+отруби+CaCO<sub>3</sub>). Зато на крупных березовых опилках с добавлением муки и мела плодовые тела имели наибольшую массу по сравнению с другими вариантами (1,92 г). На крупных сосновых опилках с добавлением муки и отрубей и на соломе без добавок (контроль) выросло по одному плодovому телу маленьких размеров. Их средняя масса составляла 0,33-0,68 г. В варианте с соломой+отруби+CaCO<sub>3</sub> отмечали самый высокий показатель процентного соотношения массы плодового тела к массе субстрата (11%) (таблица).

Таким образом, для выращивания шиитаке можно рекомендовать солому и крупные опилки. На сосновых опилках шиитаке растут хуже, чем на березовых. Мелкие опилки в качестве субстрата для выращивания шиитаке использовать не желательно. Наиболее плодovыми субстратами оказались солома и опилки березовые крупные с добавлением отрубей и мела. На рост шиитаке благоприятное влияние оказывали органические добавки (отруби и мука гречневая) и мел.

**Таблица – Результаты культивирования *L. edodes***

Название субстрата	Масса сухого гриба, г	Масса субстрата, г	% соотношение массы плодового тела к массе субстрата	Количество плодовых тел, шт.	Средняя масса плодового тела, г
Солома - контроль	0,33	60	0,55	1	0,33
Солома+CaCO <sub>3</sub>	–	–	–	–	–
Солома+отруби+CaCO <sub>3</sub>	6,61	60	11,02	4	1,65
Солома+мука гречневая+ CaCO <sub>3</sub>	–	60	–	–	–
Крупные опилки березовые (контроль)	–	300	–	–	–
Крупные опилки березовые+CaCO <sub>3</sub>	–	890	–	–	–
Крупные опилки березовые+отруби+CaCO <sub>3</sub>	6,24	300	2,08	4	1,56
Крупные опилки березовые + мука гречневая+CaCO <sub>3</sub>	3,85	300	1,28	2	1,92
Крупные опилки сосновые (контроль)	–	100	–	–	–
Крупные опилки сосновые+CaCO <sub>3</sub>	3,11	300	1,03	2	1,55
Крупные опилки сосновые +отруби+CaCO <sub>3</sub>	0,62	100	0,62	1	0,62
Крупные опилки сосновые +мука гречневая+CaCO <sub>3</sub>	0,68	100	0,68	1	0,68
Опилки сосновые мелкие (контроль)	–	200	–	–	–
Мелкие опилки сосновые +CaCO <sub>3</sub>	–	500	–	–	–
Мелкие опилки сосновые +отруби+CaCO <sub>3</sub>	–	200	–	–	–
Мелкие опилки сосновые + мука гречневая+CaCO <sub>3</sub>	–	200	–	–	–

Тире – не появились плодовые тела или заражены микромицетами

#### **Список цитированных источников**

1. Федоров, В.Ф. Грибы / Ф.В Федоров. – Издание третье, переработанное и дополненное. – Москва – 367 с.

2. Ветчинкина, Е.П. Морфологические особенности роста мицелия и плодоношения некоторых штаммов съедобного ксилотрофного базидиомицета *Lentinus edodes* / Е.П. Ветчинкина, В.Е. Никитина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Т.9.– №4. – 2007. – С. 1085-1090.

## ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЭКСПОЗИЦИЙ ЦЕНТРА ЭКОЛОГИИ БРГУ ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА

**Сельвисюк М. А.**

Учреждение образования «Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, rita.selvisyuk@mail.ru  
Научный руководитель: Колбас А. П., начальник Центра экологии, кандидат биологических наук, доцент

*The article is about the inventory and the creation of cartographic web-applications for displaying the botanical expositions of the Ecology Center of the BrSU named after A.S. Pushkin. The created geoservice will allow for the continuous accumulation of photographic and descriptive material about plant species of landscape expositions of the BrSU named after A.S. Pushkin with reference to the cartographic basis for different education and ecological services.*

Материально-техническая база Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина создавалась на протяжении 40 лет. В результате многолетних творческих стараний большого коллектива людей в университете созданы ботанические коллекции, необходимые для подготовки квалифицированных специалистов. На данный момент Центр экологии объединяет три все ботанические коллекции университета и состоит из двух отделов: «Ботанические экспозиции» и «Агробиология».

Флористический состав отдела «Агробиология» насчитывает 788 видов, из которых 443 адвентивных и 345 аборигенных видов, из них 18 относятся к охраняемым видам [1]. Преобладающей жизненной формой являются травянистые растения (533 вида), древесные растения представлены 255 видами.

Ботанические коллекции открытого грунта отдела «Ботанические экспозиции» («Сад непрерывного цветения», территории, прилегающие к учебным корпусам) насчитывают несколько тысяч экземпляров взрослых древесных растений, относящихся к 350 видам и декоративным формам, а также 200 видов и декоративных форм травянистых растений различного географического происхождения [2].

Экспозиционная часть растений закрытого грунта (оранжерея «Зимний сад») занимает площадь в 600 м<sup>2</sup> и представлена тремя блоками: экосистемы влажных тропических лесов, субтропических лесов и пустынь. Растения в оранжерее расположены композиционно с учетом биогеографической и систематической принадлежности. Всего в ней произрастает свыше 1800 экземпляров экзотических растений, представляющих более 550 видов и декоративных форм, относящихся к 98 семействам [3].

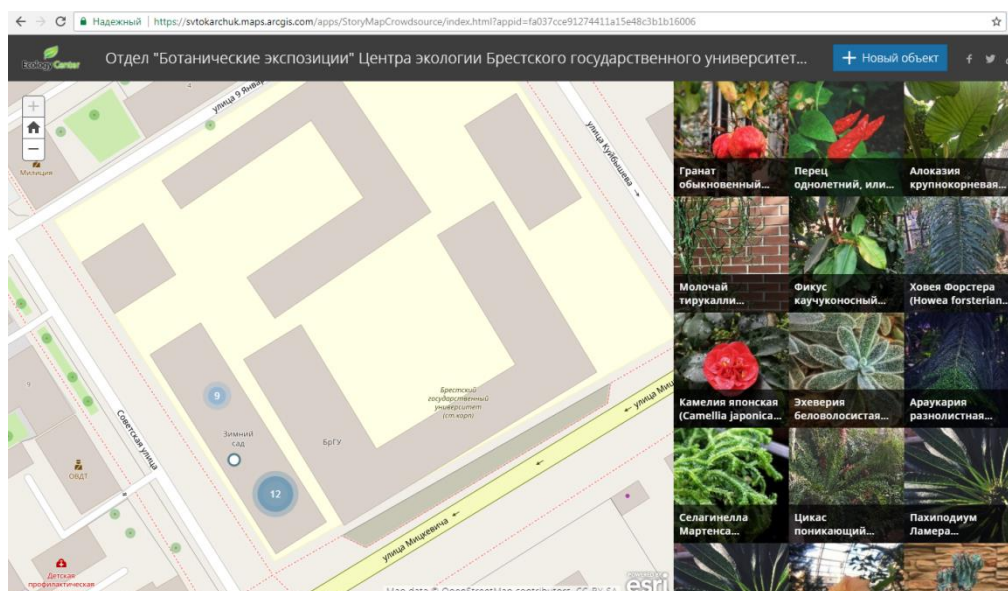
С 2018 года на территории Центра реализуется проект по электронной инвентаризации растений. Созданные в результате выполнения проекта картографические web-приложения будут служить средством популяризации ландшафтных экспозиций БрГУ имени А.С. Пушкина, проведению виртуальных экскурсий для людей с ограниченными возможностями, позволят студентам университета и школьникам предварительно ознакомиться с экспозициями Центра экологии.

**Цель** – Проведение инвентаризации и создание картографических web-приложений для отображения экспозиций Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина

**Материалы и методы.** Нами были разработана атрибутивная база данных; дана эколого-биологическая характеристика основных декоративных видов растений; заложена фотографическая база видов растений; персональные учетные записи ArcGISOnline; усовершенствованы адаптированные методики создания картографических web-приложений для отображения ландшафтных экспозиций БрГУ имени А. С. Пушкина.

Выполненные приложения будут находиться в открытом доступе в сети Интернет, а также выложены в виде ссылок либо отдельных элементов на сайте Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина [4].

**Выводы.** Созданный геосервис позволяет проводить постоянное накопление фотографического и описательного материала о видах растений ландшафтных экспозиций БрГУ имени А. С. Пушкина с привязкой к картографической основе (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Внешний вид картографического web-приложения**

Созданные web-приложения позволяют:

1) увеличить информированность как студентов университета, так и жителей Бреста об особенностях ландшафтных экспозиций БрГУ имени А. С. Пушкина;

2) дать возможность увидеть на карте города местоположения ландшафтных экспозиций БрГУ имени А. С. Пушкина;

3) получить характеристики основных видов декоративных растений, произрастающих в пределах ландшафтных экспозиций БрГУ имени А. С. Пушкина, для контроля и сохранения биоразнообразия.

Перспективами проекта являются:

1) так как приложения выполнены с использованием современных информационных технологий – они будут постоянно обновляться при изменении или уточнении данных;

2) инвентаризационные базы данных, а также разработанная методика будет использована в дальнейшем для создания электронного каталога видов растений ландшафтных экспозиций БрГУ имени А. С. Пушкина;

3) на основании разработанной методики можно будет выполнять другие научные исследования как для целей экологического образования и воспитания, так и для научных и производственных целей.

Созданные web-приложения используются при различных формах учебного процесса на факультетах естественно-научного профиля по курсам «Биогеография», «Основы экологии», «Геоэкология», «Анатомия и морфология растений», «Систематика растений», «Геоботаника», «Дендрология» «Цветоводство», «Методика преподавания биологии», «Методика преподавания географии» и другие; выполненные приложения будут размещены в сети Интернет, ссылки на них – выложены на сайте «Центра экологии»; методика создания web-приложений будет использоваться при выполнении лабораторных работ по курсам междисциплинарной направленности «Геоинформатика», «ГИС-технологии», «Фитоиндикация»; выполненные приложения будут использоваться при разработке как учебных экскурсий для проведения полевых практик, так и познавательных экскурсий при реализации платных услуг, а также последующее внедрение полученных результатов в учебный процесс по дисциплинам естественно-научного цикла.

#### **Список цитированных источников**

1. Вахний А.А. Таксономический анализ сосудистых растений агробиологического центра УО "Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина" / А.А. Вахний, Ю. А. Демчук, А. А. Каминская // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Серыя 5. Хімія, біялогія, навукі аб зямлі. - 2012. - N 1. - С. 10-14

2. Веремчук, О.Н. История и современное состояние ландшафтного озеленения в Брестском государственном университете имени А.С. Пушкина / О.Н. Веремчук, Н. К.Якимович // Веснік Брэсцкага ун-та. - 2007. - №1. - С. 74-86.

3. Колбас, А.П. Таксономический состав коллекций экспозиции «Зимний сад» Центра экологии / А.П. Колбас, Н.В. Шималова, И.Н. Яковук // Ученые записки БрГУ, 2016. – С. 53-68.

4. Приложения Центра экологии [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа : <http://www.brsu.by/ecology/prilozheniya> – Дата доступа: 21.02.2019.

УДК 581.143.6:577.175.12:635.92

### **РАЗРАБОТКА ЭТАПА МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ В ИНТРОДУКЦИИ СМОРОДИНЫ КРОВАВО-КРАСНОЙ**

**Сидоревич М. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [sidorevich.margo@mail.ru](mailto:sidorevich.margo@mail.ru)  
Научный руководитель – Ленивко С. М., к.б.н., доцент

*Of particular relevance are studies on the development of in vitro breeding methods for the mass reproduction of introduced plant species. The optimal ratio of phytohormones introduced into the nutrient medium was established at the stage of microclonal propagation of Ribes sanguineum itself in in vitro conditions.*

В настоящее время особую актуальность приобретают исследования, направленные на разработку методов сохранения уникальных форм, сортов и

генотипов растений, расширяющих и улучшающих сортимент возделываемых растений. Это способствует устойчивому и эффективному использованию биологических ресурсов. Применение методов размножения *in vitro* является оптимальным решением задачи как для размножения растений с нарушенным процессом воспроизводства, так и для массового размножения ценных генотипов растений [1], в том числе интродуцированных видов. В последнее время в декоративном садоводстве начинают активно использовать *Ribes sanguineum* Pursh. (родина Северная Америка) из семейства Крыжовниковые – новый вид для интродукции в условиях Республики Беларусь. Внедрение данного вида в практику декоративного озеленения обусловлено благоприятным умеренно континентальным климатом Беларуси. Разработка техники культивирования смородины кроваво-красной в условиях *in vitro* позволит получать от единичных эксплантов, изолированных от материнских растений, необходимое количество качественного посадочного материала в необходимом количестве. Поэтому возникает необходимость проведения исследований по разработке этапа микроклонального размножения смородины кроваво-красной.

Цель – установить оптимальное соотношение фитогормонов, вносимых в питательную среду, для стимуляции побегообразования на этапе собственно микроразмножения смородины кроваво-красной в условиях *in vitro*.

В качестве объекта исследования использовали микрочеренки смородины кроваво-красной из коллекции пробирочных растений кафедры зоологии и генетики БрГУ имени А. С. Пушкина, которые ранее были введены в культуру *in vitro*.

При проведении эксперимента микрочеренки смородины кроваво-красной отделяли от материнского клона в стерильных условиях ламинарного бокса и рассаживали в сосуды на пять вариантов агаризованной питательной среды с различным сочетанием фитогормонов [2]. Исследования по установлению оптимального гормонального состава питательной среды для размножения микроклонов смородины кроваво-красной проходили в 4 этапа.

На первом этапе наших исследований была оценена активность природного (индолилуксусная кислота, ИУК) и синтетического (индолил-3-масляная кислота, ИМК) ауксинов в присутствии 1 мг/л цитокинина – 6-бензиламинопурина (БАП) на эффективность морфогенеза пробирочных растений смородины кроваво-красной. Установлено, что прирост листьев у микроклонов смородины кроваво-красной на питательной среде, содержащей 0,1 мг/л ИУК на 23% выше, чем на питательной среде, содержащей 0,1 мг/л ИМК. Таким образом, на этапе формирования побегов добавление в питательную среду природного ауксина ИУК в концентрации 0,1 мг/л является более предпочтительным.

На втором этапе исследования нами изучена активность гибберелина (ГБ) в составе питательной среды на фоне установленного оптимального сочетания ауксина и цитокинина на морфогенез микрочеренков смородины кроваво-красной. Анализ полученных данных показал, что добавление в питательную среду ГБ в концентрации 1 мг/л снижало прирост листьев у культивируемых микрочеренков на 8–13%, но не оказывало влияния на интенсивность формирования побегов.

На третьем этапе проведен сравнительный анализ влияния увеличения в 2 раза концентраций ауксина и цитокинина на листо- и побегообразование у микроклонов смородины кроваво-красной. Из полученных данных следует, что

удвоение концентраций гормонов ауксина и цитокинина не оказывает влияния на рост и развитие пробирочных растений смородины кроваво-красной.

На четвертом этапе проводимых нами исследований выявлено, что коэффициент размножения микроклонов смородины кроваво-красной может быть незначительно повышен при введении в питательную среду пропорционально увеличенного в 2 раза количества ауксинов и цитокининов (0,2 мг/л ИУК и 2 мг/л БАП) на фоне 1 мг/л ГБ. При этом данный тип питательной среды не оказывает влияния на формирование листьев у микроклонов смородины кроваво-красной.

Таким образом, анализ полученных данных при разработке подхода микроклонального размножения в интродукции смородины кроваво-красной позволил сделать вывод, что для культивирования микрочеренков оптимальной питательной средой является среда, составленная по прописи Мурасиге и Скуга и дополненная цитокинином и ауксином в концентрациях 1 мг/л БАП и 0,1 мг/л ИУК.

#### **Список цитированных источников**

1. Кухарчик, Н.В. Применение культуры *in vitro* в работе с плодовыми и ягодными растениями / Н.В. Кухарчик // Размножение плодовых растений в культуре *in vitro* / Н.В. Кухарчик [и др.]; под общ. ред. Н.В. Кухарчик. – Минск : Беларуская навука, 2016. – Гл. 1. – С. 5–10.

2. Медведев, С.С. Начала биологии развития растений. Фитогормоны / С.С. Медведев, Е.И. Шарова // Биология развития растений: учебник в 2-х тт. – Санкт-Петербург, 2011. – Т.1. – С. 198–235.

УДК 630\*181

### **ДУБОВЫЕ ЛЕСА В ГЛХУ «КОРЕНЕВСКАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛЕСНАЯ БАЗА ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ»**

**Сковпнева Т. А.**

Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, [lesggu@yandex.ru](mailto:lesggu@yandex.ru)  
Научный руководитель – Климович Л. К., ст. преподаватель

*There were reviewed structure of Quercetum aegopodiosum in genetic reserve of Quercus robur. Marked features of natural renewal of oak and its satellites. There proposed forestry measures for supporting satisfactory sanitary condition of plantings.*

Дубовые леса в Республике Беларусь занимают 3,4 % от всей площади и расположены неравномерно, в основном, в южной ее части (около 60 %). Они предпочитают богатые условия местопроизрастания (С<sub>2-4</sub> – Д<sub>2-4</sub>) [1].

Для сохранения ценного генофонда, повышения продуктивности лесов будущего, поддержания и сохранения высококачественного материала создаются генетические резерваты. В республике выделено 17 лесных генетических резерватов сосны, ели, дуба и ясеня общей площадью 5413 га [2].

*Лесной генетический резерват (ЛГР)* – участок леса, типичный по своим фитоценотическим, лесоводственным и лесорастительным показателям для

данного природно-климатического региона, выделяемый в целях сохранения генофонда конкретного вида.

На территории Ченковского лесничества ГЛХУ «Корневская ЭЛБ Института леса НАН Беларуси» расположен генетический резерват дуба черешчатого в четырех кварталах: 220, 221, 236, 237 (рисунок 1,2).



**Рисунок 1 – Местонахождение объекта на планшете (фрагмент)**



**Рисунок 2 – Опытно-производственный объект**

Опытно-производственный объект предназначен для получения семенного материала дуба, обладающего лучшими качествами и свойствами. Его площадь составляет 132 га. Наиболее встречаемые типы леса дубрав в резервате: кисличная, снытевая, орляковая.

Объект исследования – дубрава снытевая в квартале 220, выд. 6. Площадь участка 15,5 га (рисунок 3). Дубрава входит в опытнo-производственный объект «Лесной генетический резерват дуба черешчатого».



**Рисунок 3 – Дубрава снытевая (кв. 220, выд.6 Ченковского лесничества ГЛХУ «Корневская ЭЛБ Института леса НАН Беларуси»)**



Дубрава снытевая расположена в понижениях, непосредственно примыкает к дубраве кисличной с незаметным переходом, рельеф ровный.

На основе глазомерной таксации, камеральной обработки собранного экспериментального материала на заложенной пробной площади определены компоненты и лесоводственно-таксационные признаки насаждения.

Данное насаждение является смешанным по составу и сложным по форме, выделено 2 яруса. Состав I яруса насаждения: 8Д2С+Кл+Б+Г (возраст 140 лет), полнота яруса составляет 0,6; состав II яруса: 7Г3Кл (возраст 50 лет), полнота яруса составляет 0,4. Насаждение высокопродуктивное (класс бонитета II).

Древесный ярус представлен дубом черешчатым, кленом остролистным, сосной обыкновенной, грабом обыкновенным, березой повислой. Главной породой является дуб. Средняя высота равна 28 м, средний диаметр – 52 см.

Подрост средней густоты и представлен дубом черешчатым, кленом остролистным, грабом обыкновенным. Формула состава подроста имеет вид 4КЛ3Г3Д. Средний возраст составляет 20 лет, средняя высота 4,0 м. Состояние подроста – благонадежный. Следует отметить, что возобновление дуба и его спутников успешнее на более открытых местах (тропинках, полянах). У клена и граба периодичность плодоношения и величина урожая, дальность расселения больше из-за значительной легкости семян.

В качестве подлеска выступают лещина обыкновенная, рябина обыкновенная, крушина ломкая, бересклет бородавчатый.

Живой напочвенный покров разнообразный: сныть обыкновенная, кислица прямостоячая, вероника дубравная, купена лекарственная, копытень европейский, зеленчук желтый, вороний глаз, осоки, ландыш майский, майник двулистный. Основным индикатором является сныть обыкновенная (рисунок 4), которая создает общий фон покрова.



**Рисунок 4 – Сныть обыкновенная**

Важнейшими ассоциациями являются: по составу – дубрава кленово-снытевая, дубрава грабово-снытевая; по наличию подлеска – дубрава лещиново-снытевая; по особенностям живого напочвенного покрова – дубрава кислично-снытевая.

Лесная подстилка состоит из опада листьев дуба черешчатого, клена остролистного, лещины обыкновенной, граба обыкновенного, хвои сосны. Подстилка типа мулль, достаточно рыхлая, толщиной 3-5 см.

Почвы дерново-подзолистые, временно избыточно увлажняемые на дву-членных породах (супесь-суглинок). Они довольно богаты гумусом.

Для поддержания удовлетворительного санитарного состояния в насаждении проводится уборка захламленности, выборочные санитарные рубки.

#### **Список цитированных источников**

1. Юркевич, И. Д. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии / И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман – Минск: Навука і тэхніка, 1965. – 288 с.

2. Падутов, В. Е. Генетические ресурсы сосны и ели в Беларуси / В. Е. Падутов. – Гомель: ИЛ НАН Б, 2001. – 144 с.

УДК 630\*1; 528.88

## **МЕТОДОЛОГИЯ ИЗУЧЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС.**

**Степанов К. А.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия, kirill-stepanov-90@mail.ru

Научный руководитель – Им С. Т., к.т.н., доцент

*Research objective: GIS analysis of the northern treeline of Russia. According to inaccessibility of the investigated region and harsh climate the forest research is difficult to conduct. Due to this fact we propose using GIS technologies and remote sensing data in the research.*

Трансформационные процессы в экологических системах происходят постоянно, их наличие и динамику иногда довольно проблематично зафиксировать, в силу длительного, по времени, генезиса. Ярким примером таких изменений служат леса северной части России, на границе тайга-тундра, исследование которых усложняется суровыми климатическими условиями и труднодоступностью территории.

Наиболее оптимальным решением в данном случае будет использование геоинформационных технологий и систем для сбора, систематизации и обработки информации о конкретном лесном массиве, либо участке земли. С их помощью достигается ощутимое повышение эффективности производственной деятельности в таких областях, как общегеографическое и тематическое картографирование, землеустройство и землепользование, контроль источников загрязнения окружающей среды и наблюдение за экологической обстановкой в целом, гидротехника и мелиорация, лесное хозяйство и т. д.

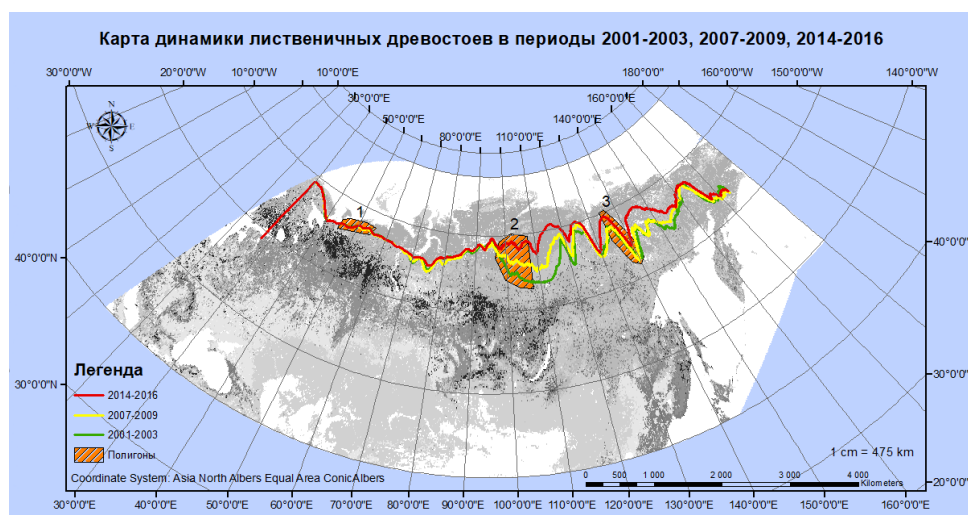
В нашем исследовании изучается динамика северной границы лиственных лесов – экотон лесотундры. Экотон – это переходная область между двумя биомами. Именно там встречаются и интегрируются два или более сообществ [1].

**Объектом исследования** являлись северные леса с сомкнутостью 30-60% и высотой более 2 м, для севера Сибири этот класс соответствует лиственнице. Лиственница (с латинского *Larix*) – род древесных растений из се-

мейства Сосновых, хвоя которых опадает каждую зиму. Это самая распространённая порода деревьев в мире и в России, произрастающая преимущественно в умеренных и субарктических поясах. Лиственница светолюбивое растение, при недостаточной освещённости не возобновляется и не растёт, но при благоприятных условиях растёт очень быстро, до 20 лет ежегодно может прибавлять от 50 до 100 см. При малейших изменениях температурного режима, к примеру увеличении длительности теплого периода, лиственница будет расти дольше и быстрее, а при сокращении теплового периода медленнее или вовсе не произрастать [2].

**Материалы и методы.** В исследовании использовался набор данных MODIS Land Cover Type (MCD12Q1), покрывающий земную поверхность с пространственным расширением 500 метров, и представленный шестью картами растительного покрова за 2001-2016 гг. Наряду с этим анализировались климатические данные (температуры, осадки) из базы данных CRU TS v4.01 [3;4]

Граница лесов анализировалась по временной серии карт IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) из продукта MCD12Q1. Обработка данных производилась в программе ArcGIS 10.6. Граница леса выделялась по методике, разработанной в лаборатории мониторинга леса Института леса СО РАН. Для генерации границы леса применялась ГИС-модель, использующая слои классификации IGBP. Для уменьшения ошибок, связанных с нестабильной принадлежностью пикселей к классам наземной поверхности из-за ошибок классификации, необходимо использование трех классификаций IGBP соседних по времени (2001-2002-2003 гг.). Исходя из этого, граница леса рассчитывалась для 2001-2003, 2007-2009, 2014-2016 гг. Далее были выбраны 3 участка, в разных физико-географических районах, но в одном климатическом поясе, и с преобладанием одного типа рельефа в этих участках (рисунок 1).

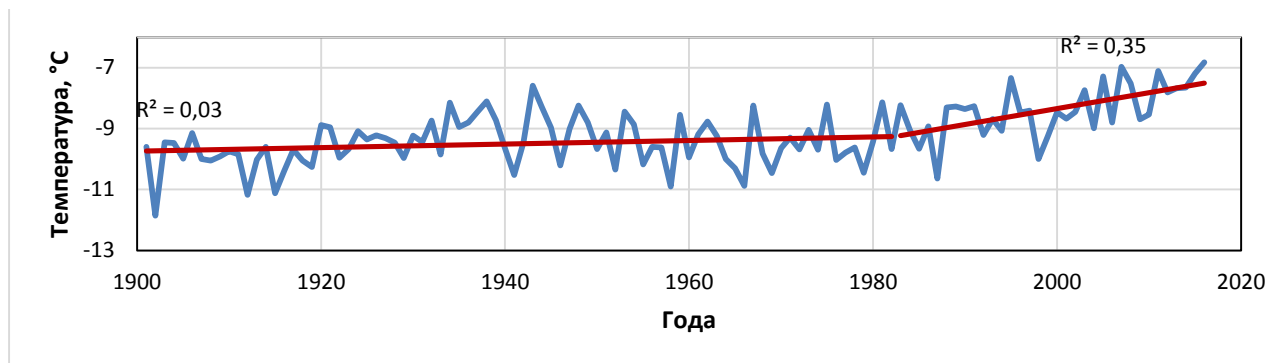


**Рисунок 1 – Карта динамики лиственничных древостоев в периоды 2001-2003, 2007-2009, 2014-2016. Полигонами 1-3 показаны участки сопоставления динамики смещения границы леса с климатическими переменными.**

**Результаты.** Участок №1 расположен на территории Малоземельской тундры. Участок №2 расположен в северо-восточной части среднесибирского плоскогорья на Анабарском и Вилюйском плато. Третий участок расположен в пределах хребта Черского. На участке №1 наблюдается незначительное смещение границы леса, на втором и третьем участке отчетливо видно про-

движение границы на север. На участке №2 смещение границы составляет 600-800 км, а на участке №3 100-400 км с 2001 г. по 2016 г. включительно. Стоит отметить для понимания, что это не появление деревьев в тундре, а возрастание сомкнутости уже существующих редколесий до сомкнутости 30-60%.

Динамика климата является одной из вероятных причин смещения границы леса. Установлено, что для трех участков характерно повышение среднегодовых температур в последние ~ 36 лет (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Средние годовые температуры для всего севера России. Красным цветом показаны линии тренда. (до 1982 года тренд не значим, тренд 1983-2016 гг. значим при  $p < 0.01$ )**

**Заключение.** В целом, в начале 21 века наблюдается неоднородное смещение северной границы сомкнутых лиственных древостоев на север (до 800 км). Это связано с возрастанием сомкнутости в существующих редколесьях в связи с повышением температур воздуха, начиная с 1980-х годов. Повышение температур способствовало более быстрому и эффективному росту лиственницы на севере. Ранее другими исследователями отмечалось продвижение лиственницы на север в зону тундры на локальных участках [5].

#### Список цитированных источников

1. Зибзеев, Е.Г. Структура экотона между лесным и высокогорным поясами гор Южной Сибири // Растительный мир Азиатской России. – 2010. – № 2(6) – с. 46–49.
2. Биоразнообразие лиственниц России [Текст] / Л. И. Милютин. - Электрон. текстовые дан. (117,15 Кб.). - Красноярск : Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2003. - 4 с.
3. Crudata. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://crudata.uea.ac.uk>. – Сайт содержит информацию о продукции Cru TS (Дата обращения: 14.11.2018)
4. Earthdata. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://earthdata.nasa.gov>. – Сайт содержит информацию о продукции MCD12Q1 (Дата обращения: 14.06.2018).
5. Mamet, S.D. Shifting global Larix distributions: Northern expansion and southern retraction as species respond to changing climate / S.D. Mamet, C.D. Brown, A.J. Trant, C.P. Laroque [Электронный ресурс]. Journal of Biogeography. – 2018. – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbi.13465>.

## СЕКЦИЯ 7. ТУРИЗМ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ

УДК 379.83+911(476)

### РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА В БЕЛАРУСИ (НА ПРИМЕРЕ ДЕРЕВНИ БУЙНИЧИ МОГИЛЕВСКОГО РАЙОНА)

**Баранова А. В., Давыдик Ю. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, baranova.sashulya@mail.ru, yura.davydik.00@mail.ru

Научный руководитель – Сидорович А. А., к.г.н., доцент

*The article provides an investigation of structural and regional peculiarities in the development of cultural tourism in the Republic of Belarus (Buynichi village in Mogilev region as an example). The article also describes the history of the village from its foundation to present day.*

Деревня Буйничи находится в 3 км от города Могилева. Впервые Буйничи упоминаются в XV веке как центр крупного владения, которое принадлежало князьям Фёдору и Льву Толочковичам-Буйничским. В начале XVI века имение находилось во владении Киево-Печерского монастыря. В XVII–XVIII веках Буйничи были частновладельческим местечком в Оршанском повете, которое принадлежало Соломерецким, Статкевичам, князю и старосте жемайтскому А. Г. Палубинскому, князьям Сапегам. Далее в результате первого раздела Речи Посполитой (1772) Буйничи оказались в составе Российской империи. В марте 1918 года деревня Буйничи вошла в состав Белорусской Народной Республики, а уже 1 января 1919 года согласно постановлению I съезда КП(б) Белоруссии деревня стала частью Белорусской ССР. Однако 16 января деревня вместе с другими территориями современной Могилевской области была включена в состав РСФСР, и только в 1924 году Буйничи были снова включены в состав БССР.

Вблизи деревни находится один из самых известных мемориальных комплексов, посвященных событиям Великой Отечественной войны – «Буйничское поле». В 1941 году в этом месте проходила линия советской обороны, и шла ожесточенная борьба за Могилев. Бои за начались 10 июля. Немецкие войска рассчитывали с ходу занять областной центр и, наступая, направили на Буйничское поле 70 танков. Основной бой длился 14 часов. Советским солдатам удалось сжечь 39 танков и отбить несколько атак. Оборона Могилева продолжалась до 22 июля.

Немецкие командиры не решились сообщить Гитлеру о неудачах на подходе к Могилеву и доложили, что наступление прошло успешно. В связи с этим случилась история о том, как один из гитлеровских офицеров отправился изучать могилевские рестораны, думая, что город давно взят, и был захвачен советскими солдатами.

«Буйничское поле» стало символом отваги советских солдат. Мемориальный комплекс появился на месте сражения в 1995 году. Он включает в себя 27-метровую часовню, арку, аллею с центральной композицией. Также немалый интерес у туристов вызывают образцы боевого вооружения периода Второй мировой, горельефные доски, а также памятный камень Константину Симонову.

Так же неотъемлемым туристическим объектом деревни Буйничи является «белорусская этнографическая деревня XIX века», которая была открыта в 2006 году. Этнографическая деревня – это комплекс, который знакомит посетителей с традициями белорусского народа, обрядами, ритуалами, белорусской народной культурой, ремесленными промыслами и с особенностями белорусской деревни XIX века. На территории этнографического комплекса создан город мастеров (домики мастеровых, занимающихся тем или иным ремеслом).

Также для отдыха гостей в деревне есть корчма, стилизованная в тематике белорусской деревни XIX века, и гостиница, задуманная как дом помещика. Белорусскую этнографическую деревню нельзя назвать в полной мере этнографическим музеем, так как при ее создании не были задействованы старинные материалы. Но вместе с тем на примере деревни можно ознакомиться с культурой, бытом, традициями, обрядами, ритуалами и ремесленными промыслами жителей Приднепровья. Сама этнографическая деревня расположена на территории с тематическим дизайном, мощеными дорожками, экзотическими деревьями и цветами. Именно на этой стилизованной территории можно увидеть дом помещика, где находятся харчевня и гостиница, ветряная мельница, а также домики мастеров. Здесь можно будет не только увидеть за работой ткача, кузнеца, гончара и прочих традиционно белорусских ремесленников, но и приобрести изготовленные их руками поделки, а в домике самогонщицы снять пробу с приготовленного там же напитка крепостью 55 градусов. В домике пекаря посетителям демонстрируется, как в старину пекли хлеб, караваи, куличи, а также угоститься свежей выпечкой.

В так называемом городе мастеров можно также познакомиться и с различными техниками плетения из природных материалов: соломы, лозы. Также на территории комплекса организована детская игровая площадка, которая стилизована под крепость. Для детей здесь созданы деревянная избушка «на курьих ножках», множество деревянных фигур – героев любимых сказок, сторожевые башни и многое другое.

Отдохнуть и вкусно пообедать гости деревни могут в ресторане «Корчма», в меню которого представлено широкое разнообразие блюд белорусской кухни, такие как драники, мочанка и т. д. В деревне есть летнее кафе, которое полностью стилизовано под настоящую белорусскую корчму, которую в старину можно было увидеть во многих деревнях.

Таким образом, в Беларуси активно развивается культурно-познавательный туризм, а в местах, имеющих культурно-историческое значение, формируются полноценные туристические дестинации, предлагающие широкий спектр услуг, в том числе проживание и питание. Одной из таких дестинаций является деревня Буйничи Могилевской области, в пределах которой фактически образовался туристический кластер, объединяющий мемориальный комплекс и этнографическую деревню.

## **ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ «ТРОПЫ ИСПЫТАНИЙ» В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ**

**Вокина А. В.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский Федеральный университет», г. Красноярск, Россия, shura-151098@mail.ru  
Научный руководитель – Ямских Г. Ю., д.г.н., профессор

*Ecological tourism is important instrument of sustainable development. It is priority tourism's kind for Baikal area. Arrangement of «Тропа испытаний» consists of security protection and lessening of environmental impact.*

На экологический туризм в последние годы обращается внимания больше, чем на другие разновидности видов туризма. Это связано с тем, что: во-первых, экологический туризм – это путешествия и посещения сравнительно хорошо сохранившихся природных территорий, представленных разными типами ООПТ; во-вторых, экотуризм должен подразумевать наличие жестких правил поведения, соблюдение которых является главным условием для посещения территорий; в-третьих, экологический туризм отличается слабым влиянием на природную среду. Кроме этого, экотуризм предполагает, что местные жители должны не только работать в качестве обслуживающего персонала, но и продолжать поддерживать и обеспечивать щадящий режим природопользования. Все эти особенности экотуризма взаимосвязаны и их нужно рассматривать вместе. Таким образом, под экологическими турами имеются в виду пешие, водные или конные маршруты по экологическим тропам в сопровождении гидов [1].

Следовательно, экологический туризм – это путешествия с целью познания природы, защиты окружающей среды, при участии местных жителей, способствующем улучшению их благосостояния, на основе внедрения экологических технологий во все компоненты тура туристического маршрута.

Туризм оказывает огромное влияние на окружающую среду. Он использует природные, культурные и исторические ресурсы, нуждается в собственности на землю, производит отходы, загрязняет воду, воздух и почвы, оказывает огромное антропогенное воздействие на природу. Но экологический туризм стремится свести эти признаки влияния к минимуму [2].

Байкальский регион предоставляет уникальные возможности для развития экотуризма. Забайкальский национальный парк (рис. 1) по своим природным параметрам является одним из немногих в России, который полностью соответствует критериям ЮНЭСКО. Он располагает разнообразными сохранившимися природными ландшафтами и экосистемами, что и является основой для развития экологического туризма [3].

Маршрут экологическая «Тропа испытаний» является одним из привлекательных туристических маршрутов на территории Забайкальского национального парка. Название тропы отражает реальное испытание физических возможностей человека. Маршрут «Тропа испытаний» начинается на побережье Баргузинского залива в местности Глинка, с подъемом на обзорное плато полуострова Святой Нос (рис. 2) [4].



**Рисунок 1 – Местоположение Забайкальского национального парка**

Наиболее популярным участком является отрезок пути Глинка – Крест – плато Святого носа. Протяженность составляет около 7 километров. Посещение тропы возможно только в летний период с мая по сентябрь, а количество туристов достигает 50 человек в день. Это влечет большую антропогенную нагрузку на полотно тропы.

Данная тропа характеризуется высокой в эрозии участков в местах крутых склонов, а также на плато, где горно-тундровая растительность легко подвергается вытаптыванию. В 2011 и в 2015 годах в районе тропы, вероятнее всего по вине человека, произошел катастрофический пожар, выгорело около 1,5 тысячи гектаров лесной растительности. Медведи были вынуждены мигрировать, а некоторые выходили в поисках пищи к людям.

С 2015 года Забайкальским национальным парком был разработан проект, целью его было строительство нового полотна тропы серпантином от начала крутого склонового участка, на котором угол полотна тропы местами превышает  $54^\circ$ , до местности Крест. Таким образом, данный участок предоставит возможность восхождения до Креста с меньшими физическими затратами посетителям с различными физическими данными и разной возрастной категории. Старую тропу необходимо закрыть для восстановления естественной растительности. К сентябрю 2019 года данный участок станет наиболее посещаемым, на нем будет представлена информация об историко-культурных ценностях местности.





**Рисунок 2 – Экологическая тропа «Тропа испытаний»**

Реализации проектов создания экологических маршрутов с учетом ландшафтных особенностей позволяет повысить уровень экологического образования посетителей, предотвратить рекреационную дигрессию, которую испытывает природа в окрестностях троп [5].

За все время реализации проекта на данном маршруте работало более 150 волонтеров. ФГБУ «Заповедное Подлеморье» сотрудничает с Молодежным клубом РГО, Межрегиональной общественной организацией «Большая Байкальская Тропа», с Экологическим объединением «Лаборатория активного туризма» и другими.

### **Список цитированных источников**

1. Экологический туризм. Влияние туризма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://bstudy.net/682690/turizm/ekologicheskiy\\_turizm](https://bstudy.net/682690/turizm/ekologicheskiy_turizm)
2. Особенности Российской практики организации экологических и экологокультурных туров: межвузовский сборник научных трудов. 2005 г. – Саратов: СГСЭУ. – С.7-19
3. Воробьевская, Е.Л. Перспективы развития экологического туризма в Забайкальском национальном парке / Е.Л. Воробьевская, Н. И. Тульская, Н. А. Сенина // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2017. - №11. – С. 92-102.
4. Горбатовский В. В. Забайкальский национальный парк : Путевод. / В. В. Горбатовский, О. А. Скосырская, Л. П. Шрагер. – М.: Минприроды России. 2013. – 208.
5. Экологический туризм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studbooks.net/658671/turizm/>

## АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ УСТОЙЧИВОГО ТУРИЗМА В ГОРОДЕ КОБРИНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

**Голикова М. С.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, masha.golikoba1998@mail.ru  
Научный руководитель – С. М. Токарчук, к.г.н., доцент

*This article contains ideas about developing tourism sustainably, differences between sustainable tourism and mass tourism, and the use of GIS-technologies for more effective management of tourist activities and for tourists' convenience.*

На настоящем этапе развития общества огромными темпами развивается туризм. В то же время это приводит к тому, что в местах массово посещаемых туристами, появились серьезные проблемы в области состояния окружающей среды, культурного и социального развития. Это приводит к необходимости проявлять заботу о сохранении природных, исторических и культурных ценностей. Принципы охраны окружающей среды в глобальном масштабе были закреплены в 1992 г. на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро, где была принята «Декларация по окружающей среде и развитию», а также «Повестка дня на XXI век». Принятие этих документов стало началом внедрения принципов устойчивого развития во все сферы жизнедеятельности человека, в том числе и в туризм. Таким образом, Всемирной туристической организацией (ЮНВТО) были предложены принципы устойчивого развития туризма [1], а также 2017 год был объявлен Всемирным годом устойчивого туризма.

Основные отличия устойчивого туризма от традиционного:

1) объемы предоставления туристских услуг согласуются с социально-экономическими и экологическими возможностями территории, которые в свою очередь определяют характер туристской деятельности;

2) посетители во время своего пребывания следуют определенной модели поведения в соответствии с культурными и иными особенностями посещаемой территории; поведение посетителей не наносит ущерба окружающей среде, традициям и обычаям местного населения;

3) для посетителей большое значение имеет сама ценность существования природных объектов, а не их потребительская ценность.

Рекомендации по развитию устойчивого туризма и практика управления устойчивым развитием применимы ко всем формам туризма во всех типах туристских дестинаций, включая различные сегменты туризма, в том числе массовый. Принципы устойчивости относятся к экологическим, экономическим и социокультурным аспектам развития туризма [2].

Большое значение для развития устойчивого туризма имеют действия на государственном уровне. Например, правительство Республики Беларусь приняло решение (№ 573 от 30 мая 2005 г.) о создании на территории страны 27 туристских зон, формировании в них благоприятных условий для экономического развития и привлечения отечественных и иностранных инвестиций в индустрию туризма при сохранении и рациональном использовании природного потенциала и историко-культурного наследия.

В то же время существенную роль в развитии всех отраслей туризма играет применение современных информационных технологий, в том числе геоинфор-

мационных. Данное утверждение подчеркивается на высоком уровне. В частности, в 2018 году Всемирный день туризма был объявлен под девизом «Туризм и его трансформация в цифровом пространстве», т. к. современные цифровые технологии обладают большим потенциальным вкладом в устойчивое развитие туризма, обеспечивая при этом платформу для инвестиций, партнерства и сотрудничества.

Геоинформационная система представляет собой информационную систему, обеспечивающую «сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных (пространственных данных)». ГИС содержит данные о пространственных объектах в форме их цифровых представлений» [3].

В общем случае, геоинформационные системы позволяют решать целый комплекс задач в туризме, в частности:

получить различную информацию по местоположению туробъектов;

найти все объекты на данной территории, обладающие указанной характеристикой или критерием;

показать изменение характеристик объекта в пространстве и времени;

показать взаимосвязи и пространственные соотношения между объектами на интересующей территории;

смоделировать изменения, которые могут произойти при различных трансформациях среды, что особенно важно для городских структур и др. [4]

С точки зрения туристов, геоинформационные системы выполняют две основные прикладные функции: позволяют ориентироваться на местности, а также увидеть туристскую инфраструктуру и ее месторасположение еще до прибытия потенциального туриста в дестинацию.

В то же время значительную актуальность для развития устойчивого туризма, в том числе в городской среде, играют веб-технологии, в частности облачные платформы картографирования. Их применение помогает ориентироваться в пространстве, находить нужные места, планировать и осуществлять путешествие с комфортом и уверенностью, т. е., облегчают сам процесс организации путешествий и, тем самым, способствуют популяризации туризма и расширению потока туристов. Таким образом, создание геоинформационных систем на базе облачных платформ картографирования размещенных в свободном доступе в сети Интернет становится важной задачей туристских дестинаций, т. к., с одной стороны, позволяет сделать управление туристской сферой более эффективным, а с другой – наглядно отображать как текущую ситуацию, так и предполагаемую после принятия тех или иных решений [5].

Таким образом, в настоящей работе представлен опыт применения облачной платформы картографирования ArcGIS Online для целей развития устойчивого туризма в условиях городской среды (на примере города Кобрин).

Кобрин – город в Брестской области, административный центр Кобринского района. Он расположен на западе Полесской физико-географической провинции на берегах реки Мухавец в месте её соединения с Днепровско-Бугским каналом, в 41 км к востоку от Бреста. Площадь территории города составляет 31,6 км<sup>2</sup>. Кобрин характеризуется достаточно компактным расположением, его протяжённость с севера на юг и с запада на восток составляет около восьми километров [6].

В настоящее время для территории Кобрин разработана серия картографических веб-приложений, отображающих туристический потенциал города (таблица 1), а также значительное количество инвентаризационных, оценочных, аналитических и синтетических веб-карт, показывающих особенности размещения разных типов туристических объектов в городе (таблица 2).

**Таблица 1 – Туристические картографические веб-приложения**

Название	Режим доступа
Историко-культурные ценности города Кобрина	<a href="https://arcg.is/1nzeH4">https://arcg.is/1nzeH4</a>
Культовые объекты города Кобрина	<a href="https://arcg.is/uzurX">https://arcg.is/uzurX</a>
Зеленые территории Кобрина	<a href="https://arcg.is/DXyjQ">https://arcg.is/DXyjQ</a>
Ландшафтно-рекреационные территории города Кобрина	<a href="https://arcg.is/b0vnz">https://arcg.is/b0vnz</a>
Парк имени А. В. Суворова	<a href="https://arcg.is/0TjmCT">https://arcg.is/0TjmCT</a>

**Таблица 2 – Туристические веб-карты**

Название	Режим доступа
Историко-культурные ценности Кобрина (карта плотности)	<a href="https://arcg.is/18H95m0">https://arcg.is/18H95m0</a>
Историко-культурные ценности Кобрина (карта типов)	<a href="https://arcg.is/0vTi5O">https://arcg.is/0vTi5O</a>
Культовые объекты Кобрина	<a href="https://arcg.is/1bymCP">https://arcg.is/1bymCP</a>
Достопримечательности парка А. В. Суворова	<a href="http://arcg.is/0S9vWv">http://arcg.is/0S9vWv</a>

Созданные веб-продукты позволяют способствовать развитию туристического потенциала города, упростить доступ населения к туристической информации, увеличить информированность населения и других заинтересованных лиц о городе и его туристических объектах, дать возможность увидеть на карте города Кобрина местоположения основных достопримечательностей.

#### **Список цитированных источников**

1. Новиков, В.С. Инновации в туризме / В.С. Новиков. — Москва: Академия, 2007. — 208 с.
2. Сесёлкин, А.И. Устойчивое развитие туризма как приоритетное направление деятельности всемирной туристской организации: постановка проблемы исследования / А.И. Сесёлкин // Вестник РМАТ. — № 1(10). — 2014. — С. 9–14.
3. Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gisa.ru/13058.html>. — Дата доступа: 20.03.2019.
4. Создание и трансфер технологий // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.cttgroup.ru/solutions/geoinformst/>. — Дата доступа: 21.03.2019.
5. Хуснутдинова, С.Р. Актуальные аспекты устойчивого развития города: туризм и гистехнологии / С.Р. Хуснутдинова // Экологический консалтинг. — № 3 (55). — 2014. — С. 7-10.
6. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кобрин>. — Дата доступа: 22.03.2019.

УДК 379.83+911(476)

## **АГРОТУРИСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «КОРОБЧИЦЫ» КАК ОБЪЕКТ СЕЛЬСКОГО ТУРИЗМА**

**Давыдик Ю. А., Баранова А. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [baranova.sashulya@mail.ru](mailto:baranova.sashulya@mail.ru),  
[yura.davydik.00@mail.ru](mailto:yura.davydik.00@mail.ru)

Научный руководитель – Сидорович А. А., к.г.н., доцент

*The article provides an investigation of regional peculiarities of cultural tourism development in the Republic of Belarus (Korobchicy village in Grodno region as an example). The article also describes the history of the village from its foundation to present day.*

На окраине одной из белорусских деревень размещается уникальный туристический комплекс, который очень любят иностранные туристы. Это место смело можно сравнить с самыми популярными зарубежными агроусадьбами. Среди живописного природного ландшафта, совсем нетронутого глобализацией и городскими типовыми застройками, на берегу реки размещается дом-музей быта и культуры белорусского народа XIX–XX веках.

Поселок Коробчицы известен еще с XVI века как небольшая деревня под названием Роставляны, которая относилась к Любенскому двору Гродненского воеводства при ВКЛ. Тогда это было небольшое поместье, размещавшееся на 44 десятинах земли. В конце XVIII века название Роставляны меняется на современное – Коробчицы. В середине XIX века деревню выкупил известный помещик и дворянин Свержбинский, который начинает активно развивать свои владения. К 1847 году уже насчитывалось около 16 дворов с числом жителей более 100 человек. К началу XX столетия число жителей увеличилось почти вдвое, как, собственно, и число дворов. В 1915 году во время Первой мировой войны деревня жила в оккупационном режиме, а в 1919 году эта часть Гродненской области стала частью Польши. Затем во время Второй мировой войны немецко-фашистские захватчики нанесли непоправимый вред всей деревне. Были сильно повреждены деревянные дома.

С целью использования туристического потенциала города Гродно в 2001 году Гродненским мясокомбинатом было начато строительство в 12 км от города агротуристического комплекса «Гарадзенскі маэнтак «Каробчыцы» [1]. Данный комплекс – это не просто развлекательный комплекс, но и красивый, яркий пример белорусского зодчества. Здесь можно ощутить атмосферу народного быта. Это место для полноценного отдыха. На территории 16 гектаров с живописным природным ландшафтом, большим и малыми прудами расположены лесные уголья с дикими животными.

Центральным местом Коробчиц является усадьба, в которой размещается ресторан «Замок Зеваны», названный в честь славянской богини охоты. Здесь можно отведать множество блюд белорусской кухни в антураже охотничьего домика. Еще одной примечательной частью Коробчиц являются мастерские гончаров, кузнецов и резчиков по дереву. Можно понаблюдать за процессом создания предметов быта, а также лично поучаствовать в их создании. На территории Коробчиц находится пять водоемов. Везде оборудованы мостики, беседки, клумбы для удобства отдыхающих и для приятного времяпрепровождения. Здесь же рядом с водоемами находятся просторные вольеры с представителями фауны: гуси, утки, цесарки с экзотическими страусами, фазанами и павлинами. Рядом с ними пасутся дикие животные: олени, кабаны, козы.

Гордостью Коробчиц является конюшня, являющаяся частью конноспортивного комплекса «Амадеус». Здесь можно полюбоваться ее обитателями и даже покормить с рук.

Сразу же за усадьбой начинается уголок сказки для детей. Причем он удачно разделен тематически: с одной стороны находятся всевозможные аттракционы, горки и лавки со сладостями, а с другой – густые дебри, в котором запрятаны дом на курьих ножках, владения Бабы-Яги, персонажи Лукоморья и другие известные герои сказок.

По территории парка на обзорную поездку можно проехать на дилижансе с экскурсоводом, который расскажет о богатой флоре и фауне «Гарадзенскага маэнтка «Каробчыцы». Новобрачные могут заказать свадебный кортеж для прогулки. Для концертов и праздничных мероприятий подготовлена сцена и 150 мест для зрителей.

Таким образом, сельский туризм в Беларуси развивается не только в рамках функционирования субъектов агроэкотуризма, осуществляющих деятельность в условиях упрощенного режима с ограниченным спектром предоставляемых услуг, но и в рамках крупных инвестиционных проектов. Примером такого комплексного культурно-досугового объекта выступает агротуристический комплекс «Гарадзенскі маёнтак «Каробчыцы».

### **Список цитированных источников**

1. «Коробчыцы» – агротуристический комплекс [Электронный ресурс] // АТК «Гарадзенскі маёнтак «Каробчыцы». – Гродно, 2019. – Режим доступа: maentak.grodnomk.by. – Дата доступа: 26.03.2019.

УДК 379.83

## **РАЗВИТИЕ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ТУРИЗМА В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ**

**Кирильчук С. И.**

Учреждения образования «Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, sveta.kirilchuk.99@gmail.com  
Научный руководитель – Сидорович А. А., к.г.н., доцент

*This article considers the topic of the emergence of health tourism, as well as its development in different regions of the world, the main types of resorts and their functional profile.*

Путешествия в целях лечения и оздоровления имеют давнюю историю. Точное время зарождения этого вида туризма неизвестно из-за отсутствия письменных свидетельств. На сегодняшний день сохранились только материальные доказательства того, что люди использовали минеральные воды еще с древних времен – это руины на источниках углекислых вод в пределах современного курорта Санкт-Мориц (Швейцария). Подобные развалины сохранились также в таких современных курортах, как Висбаден (Германия), Экслебен (Франция) и на побережье о. Балатон (Венгрия) [1].

Людей, желающих поправить свое здоровье в курортной местности, как и раньше, привлекают целебные свойства природных факторов, поэтому с каждым годом их потоки стремительно возрастают.

Профиль любого курорта зависит от наличия природных факторов, используемых для лечения, а также с целью профилактики, терапии и медицинской реабилитации больных. К таким факторам относятся: минеральные воды, ландшафтно-климатические условия и лечебные грязи. В зависимости от преобладания и соотношения между данными факторами выделяют следующие типы курортов: климатические, бальнеологические, грязевые и переходные.

В соответствии с физико-географическим положением климатические курорты подразделяются на горные, приморские и равнинные. Приморские широко распространены и обладают большей популярностью, в отличие от горных и равнинных. Они занимают 60,3% в общей структуре климатических курортов мира (горные – 24,2%, равнинные – 11,3%, климатокумысолечебные – 4,2%) [1]. Морской климат благоприятно воздействует на здоровье людей, поэтому большая часть из них предпочитают сочетать отдых на море с лечением.

На бальнеологическом курорте в качестве главного лечебного ресурса выступают минеральные воды, которые используются как для наружного применения, так и для приема внутрь. Грязевые курорты располагаются у месторождений пелоидов (лечебной грязи).

Одновременно с тремя основными типами курортов – бальнеологическими, грязевыми и климатическими – выделяются переходные типы. Такой тип курортов широко представлен в странах Европы. Они сочетают в себе не один, а несколько природных лечебных факторов, например, минеральные воды и климат или грязи и минеральные воды [2].

В списке европейских стран, лидирующих по туристическим прибытиям в лечебно-оздоровительных целях, на первом месте находится Чехия. Самым популярным курортом является курорт Карловы Вары, который был создан в XIV в. Свою известность он приобрел благодаря наличию горячих источников минеральной воды (их тут 12), которые обладают целебными свойствами. Первый в мире радоновый санаторный курорт Яхимов и один из самых старых курортов Европы – Теплице, также были созданы на территории данной страны [3].

Следующую позицию занимает Венгрия, ключевыми направлениями которой являются курортная зона озера Балатон и бальнеологический курорт Хевиз. Свою популярность курорт Хевиз приобрел благодаря самому большому термальному озеру Европы. Зимой температура озера не опускается ниже +25 °С.

На европейском рынке лечебно-оздоровительного туризма выделяется и Польша. К наиболее известным приморским курортам относятся Свиноуйсьце, Камень-Поморски, Колобжег, которые находятся на побережье Балтийского моря. Горно-климатические курорты страны располагаются в горах Судеты и Карпаты.

В целом, туризм успешно развивается в странах, которые имеют выход к теплым морям. Там чаще всего сосредоточены курорты приморского климатического типа, которые предлагают гостям различные оздоровительные программы. Это, например, такие страны, как Болгария, Румыния, Черногория, Испания, Португалия, Греция. Большое разнообразие лечебных курортов мирового значения в Западной Европе. Они в основном двух типов: бальнеологические и климатические. Наибольшую известность получили такие курорты, как Баден-Баден и Висбаден в Германии, Виши во Франции и Спа в Бельгии. Австрия и Швейцария заслуженно гордятся своими многофункциональными курортами. Самый известный курорт Австрии – Бад-Гаштайн. Это весьма дорогой курорт, который находится в долине реки Гастайн на высоте 1600 м. Его главная особенность — возможность сочетать катание с оздоровлением в термальных источниках. Заслуженной славой пользуются бальнеологические здравницы Швейцарии (Баден, Бад-Рагарц), а также горно-климатические курорты (Ароза, Давос, Санкт-Мориц, Церматт и др.).

В странах Северной Европы туризм с целью лечения и оздоровления развит слабо. Лечебные курорты Дании, Норвегии, Финляндии, Швеции главным образом обладают внутренним значением.

Среди стран американского континента позицию лидера на рынке лечебно-оздоровительного туризма занимает США. Но оздоровительные услуги в США стоят очень дорого, поэтому иностранные туристы в основном приезжают в страну для лечения серьезных заболеваний в клиниках, а не оздоровления на курортах. Среди финансово обеспеченных туристов популярностью пользуются такие курорты, как Лонг-Бич (Нью Йорк), Хаттерас (Северная Каролина), Майами-Бич (Флорида).

В странах Азии лечебно-оздоровительный туризм практически не развивается. Здесь преобладает нетрадиционная медицина (фитотерапия, иглоукалывание и т. д.), которая не получила широкого распространения среди туристов [4].

Австралия также располагает всеми необходимыми ресурсами для развития данного вида туризма. Такие крупные курорты, как Деилсфорд, Морк, Спрингвуд, Кернс обладают благоприятными условиями для отдыха и лечения. Но увеличению въездных туристических потоков препятствует географическое положение Австралии, в частности ее отдаленность от Европы и Америки – основных регионов, которые являются поставщиками туристов.

В Африке лечебно-оздоровительный туризм только начинает развиваться. Наиболее известными являются приморские климатические курорты на северном побережье Африки (Тунис, Египет и др.). В Марокко небольшой популярностью пользуются курорты Агадир, Танжер и Мохаммедия. В Египете наиболее посещаемы такие туристические центры, как Хургада, Шарм-эль-Шэйх, а также Духаб и Нувейба [1].

Таким образом, лечебно-оздоровительный туризм представлен во всех туристических регионах мира и характеризуется динамичным развитием, позволяя задействовать не только весь комплекс рекреационных ресурсов, но и социально-культурный потенциал региона, сохраняя при этом экологические и культурные особенности данной местности.

#### **Список цитированных источников**

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://tourlib.net/books\\_tourism/babkin07.htm](http://tourlib.net/books_tourism/babkin07.htm) – Дата доступа: 25.03.2019.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-lechebno-ozdorovitel'nogo-turizma-v-sovremennyh-usloviyah> – Дата доступа: 25.03.2019.
3. Воскресенский, В. Ю. Международный туризм / В. Ю. Воскресенский. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – С. 109–111.
4. Фёдорова, И.Л. География международного туризма / И.Л. Фёдорова – Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина, 2014. – С. 26–29.

УДК 338.486 (476)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАРАВАНИНГА КАК ВИДА ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Кондратюк А. И.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С.Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [anna.kondratyuk.2018@mail.ru](mailto:anna.kondratyuk.2018@mail.ru)  
Научный руководитель – Заруцкий С. А., к.г.н, доцент

*The article discusses current issues of caravanning both in the world and the Republic of Belarus. It is an analysis of modern caravanning infrastructure as a type of tourism and its prospects for development.*

В настоящее время в индустрии туризма существуют множество видов и направлений туризма. К относительно молодым и специализированным видам туризма относится караванинг.



Караванинг (от англ. «caravan» – фургон, вагончик) – это вид автомобильного туризма, который предусматривает путешествие на специально оборудованном транспортном средстве, представляющем собой дом на колесах [1]. Такой способ организации жизни придумали американские переселенцы в 1930-х гг. Постепенно стали появляться специальные оборудованные кемпинги для караванеров. Наибольшую популярность такой вид туризма приобрел во второй половине XX в., когда автомобильные компании стали массово выпускать специальные автомобили для длительных путешествий. Для караванинга используются автоустройства двух основных типов: «кемпер» – это дом на колесах, и «караван» – прицеп-дом, который транспортируется с помощью автомобиля. Основное преимущество прицепа-дома в том, что, приехав к месту отдыха, можно отцепить прицеп и на автомобиле отправиться в любое место [2].

В настоящее время наибольшую популярность караванинг приобрёл в США. Жители этой страны используют дома на колесах не только как средство передвижения, но и как место постоянного жительства, а кемпинги для караванеров зачастую представляют целые города с развитой инфраструктурой и районами для развлечений. Кемпинг-индустрия США имеет устойчивый рост от года к году, показывая пример развития другим странам.

В настоящее время США является мировым лидером по производству домов на колесах. Ежегодно около 30 миллионов американцев отправляются в путешествия в доме на колесах, 10,4 миллиона американских семей имеют собственный автодом. За последние 30 лет количество семей, которые приобрели новый дом на колесах, выросло на 78 %. Согласно социологическим исследованиям, проведенным университетом Мичигана, выяснилось, что 7 из 10 нынешних владельцев намерены приобрести еще один дом на колесах. Оказалось, что, используя прицеп-дачу или автодом, возможно сэкономить до 45 %, по сравнению с отдыхом в отеле с перелетом на самолете, арендой машин и питанием в ресторане. Этот факт является движущей силой развития кемпинг-индустрии в США и Западной Европе [3].

В Республике Беларусь данное направление туризма находится на стадии становления. По состоянию на 2017 г. в стране зарегистрировано около 2000 автодомов. Функционирует 21 стоянка для кемперов (в 2013 г. всего 9), в том числе 3 в Брестской области, 2 в Гродненской области, 8 в Витебской области, 4 в Гомельской области и 7 в Минской области. Большинство оборудованных кемпингов и обустроенных стоянок для караванеров располагается вблизи крупных городов, национальных парков и известных историко-культурных центров. В Беларуси также получило развитие производство оборудования для караванинга. Так, производством прицепов-дач, автодомов и другого оборудования занимается завод автомобильных прицепов и кузовов «МАЗ-Купава», ООО «Руммспецмаш», ООО «Кемпинг 1».

В феврале 2014 г. было создано Республиканское общественное объединение «Белорусский клуб караванеров и автотуристов», объединяющий более 60 членов [4]. На базе культурно-туристического комплекса «Дудutki» в 2014 г. состоялся II Международный фестиваль караванеров «Нескучное лето 2014», в котором приняло участие более 30 экипажей из Беларуси, Украины, России, Литвы, Латвии, Польши и Германии.

Результаты социологических исследований с целью выявления привлекательности караванинга как вида туризма для жителей Республики Беларусь показали, что 80 % респондентов знакомы с данным видом туризма, 60 % всех опрошиваемых хотели бы совершить туристическую поездку с проживанием в автодоме вместе с хорошей компанией.

Перспективы развития караванинга в Республике Беларусь видятся по следующим направлениям:

– увеличение численности автодомов и автоприцепов для путешествий, а также количества организаций, которые будут заниматься прокатом автодомов и оборудования для караванинга;

– увеличение количества автостоянок и специально оборудованных кемпингов для караванеров вдоль основных транспортных коридоров, вблизи живописных водных объектов и объектов повышенного туристического интереса (города Минск, Брест, Гродно, Гомель, Витебск, Могилев, Несвиж, Мир, Полоцк, национальные парки Беларуси и др.);

– регулярное проведение на территории Беларуси событийных мероприятий для караванеров с целью привлечения внимания к данному виду туризма.

Таким образом, караванинг – это универсальный вид туризма. С отраслевой точки зрения, караванинг он представляет собой целую индустрию, включающую производителей домов на колесах, прокатные компании, сервисные станции, кемпинги и туристические фирмы. С туристической точки зрения караванинг – это форма неорганизованного, индивидуального туризма. Как форма организации отдыха он самодостаточен, ведь в доме на колесах объединены средство передвижения и место проживания, что само по себе способствует свободе в путешествии.

#### **Список цитированных источников**

1. Караванинг — новое направление в туризме [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://turako.ru/karavaning-novoe-napravlenie-v-turizme>. – Дата доступа: 30.03.2019.

2. Автотуризм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://net.knigi-x.ru>. Дата доступа: 30.03.2019.

3. Международный опыт организации караванинга: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://poisk-ru.ru/s40393t4.html>. – Дата доступа: 30.03.2019.

4. Белорусский клуб караванеров и автотуристов: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://caravaning.by>. – Дата доступа: 30.03.2019.

УДК 678.4.

## **НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ АГРОТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Кудласевич В. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» г. Брест, Республика Беларусь

[kudlasevicvita814@gmail.com](mailto:kudlasevicvita814@gmail.com)

Научный руководитель –Панько А. Д., к.и.н., доцент

*This article considers the most important regulation aspects of organizing agrotourism activities and general development of this type of tourism.*

Туристическая отрасль стала одной из самых динамичных отраслей в Республике Беларусь. Развитие этого вида деятельности признано одним из самых перспективных направлений социально-экономического развития страны. Сле-

дует отметить, что туристической отрасли со стороны государства всегда уделялось повышенное внимание. На сегодняшний момент в Беларуси реализуется ряд государственных программ, которые представляют собой мероприятия, направленные на улучшение качества предоставляемых услуг в сфере туризма, а также создание современной инфраструктуры в различных регионах страны. Тем не менее, государственное участие в развитии туристической отрасли невозможно без нормативно-правового регулирования этой деятельности [3].

Как отдельный вид туризма, агроэкотуризм не остается без внимания со стороны государства и регулируется на государственном уровне. Президентом Республики Беларусь был принят указ от 2 июня 2006 года № 372 «О мерах по развитию агроэкотуризма в Республике Беларусь». В соответствии со ст. 3 Закона Республики Беларусь «О туризме» агроэкотуризм был выделен как самостоятельный вид туризма.

Согласно этому указу физические лица, которые постоянно проживают в сельской местности, малых городских поселениях и ведут свое личное хозяйство, а также аграрные организации могут осуществлять деятельность в сфере агроэкотуризма. Их деятельность по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма не является предпринимательской.

Данное в документе определение термина «агроэкотуризм» разделяет такие понятия как отдых в сельской местности и любую деятельность, приносящую доход или прибыль. В соответствии с указом Президента «агроэкотуризм – это временное пребывание граждан нашей страны, иностранных граждан и лиц без гражданства (далее – агроэкотуристы) в сельской местности, малых городских поселениях для отдыха, оздоровления, ознакомления с природным потенциалом республики, национальными культурными традициями без занятия трудовой, предпринимательской, иной деятельностью, оплачиваемой и (или) приносящей прибыль из источника в месте пребывания» [2].

Исходя из данного определения сельской местностью будут считаться территории, относящиеся к пространственным пределам сельсоветов, за исключением территорий поселков городского типа и городов районного подчинения, курортных зон. Малые городские поселения – это поселки городского типа, города районного подчинения с численностью населения до 20 тыс. человек [1].

Так как деятельность по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма не является предпринимательской, то и осуществляется физическими лицами без государственной регистрации в качестве индивидуальных предпринимателей. Занятие деятельностью в сфере агроэкотуризма сельскохозяйственными организациями будет считаться предпринимательской на условиях разделения учета доходов, получаемых конкретно от агроэкотуристической деятельности, и доходов, получаемых от реализации произведенной и переработанной сельскохозяйственной продукции, других видов хозяйственной деятельности, не запрещенных законодательством [2].

Осуществление деятельности по оказанию услуг в сфере агроэкотуризма требует определенных условий. Субъекты агроэкотуризма могут осуществлять такого вида деятельность при наличии в целом следующих условий:

- жилого дома (квартиры в жилом доме) или нескольких жилых домов (квартир в жилых домах), расположенных в сельской местности, малых городских поселениях, принадлежащих на праве собственности физическому лицу – субъекту агроэкотуризма и (или) члену его семьи либо сельскохозяйственной организации, отвечающих установленным санитарным и техническим требованиям и благоустроенных применительно к условиям данного населенного пункта;



### Список цитированных источников

1. studwood.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fstudwood.ru%2F1182235%2Fturizm%2Fpravovoe\\_regulirovanie\\_turisticheskoy\\_deyatelnosti\\_sfere\\_agroturizma&cc\\_key](https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fstudwood.ru%2F1182235%2Fturizm%2Fpravovoe_regulirovanie_turisticheskoy_deyatelnosti_sfere_agroturizma&cc_key) – Дата доступа: 17.03.2019
2. kodeksy-by.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://kodeksy-by.com/norm\\_akt/source-%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%20%D0%A0%D0%91/type-%D0%A3%D0%BA%D0%B0%D0%B7/365-09.10.2017.htm](http://kodeksy-by.com/norm_akt/source-%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%82%20%D0%A0%D0%91/type-%D0%A3%D0%BA%D0%B0%D0%B7/365-09.10.2017.htm) – Дата доступа: 17.03.2-19
3. Новиков, В.Н. Правовое регулирование туристической деятельности / В.Н. Новиков, Д.Н. Киселёв ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2016. – 246 с.

УДК 504.5

## КЛАССИФИКАЦИЯ, ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА В ПРОБАХ ВОДЫ

Куцко К. Э., Жук А. Л.

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, mihnyuk1996@mail.ru  
Научный руководитель – Толкач Г. В., старший преподаватель

*The article is supposed to define microplastic particles, consider all possible sources of microplastic particles and their characteristics according to various criteria, since the properties of microplastic particles determine their environmental impact.*

На сегодняшний день наша планета испытывает серьезное антропогенное воздействие, в т. ч. накопление отходов в окружающей среде. Микропластик относится к разновидности химического загрязнения. Микропластик – это твердые частицы синтетических полимеров, размером менее 5 мм (от 100 нм до 5 мм)[1].

**Источники и виды микропластика.** Микропластики, обнаруженные в окружающей среде, представляют собой очень разнородную группу частиц, различающихся по размеру, форме, химическому составу и удельной плотности, которые происходят из множества различных источников. Первичные микропластики поступают в окружающую среду из следующих источников: специальные средства личной гигиены, содержащие микропластики в качестве эксфолиантов (или абразивов); особые медицинские применения (например, полировка зубов у стоматолога); буровые растворы для разведки нефти и газа; промышленные абразивы; предварительное производство пластмасс, производственный лом, пластиковый регранулят: случайные потери, сток с перерабатывающих предприятий. Вторичные микропластики поступают из следующих источников: общий мусор, сброс пластиковых отходов; потери отходов при сборе отходов со свалок и объектов переработки; пластиковое мульчирование; частицы синтетического полимера, используемые для улучшения качества почвы и в качестве компостирующей добавки; высвобождение волокон из синтетического текстиля (при стирке); освобождение волокон от средств гигиены; от автомобильных шин; краски на основе синтетических полимеров (корабельные краски, другие защитные краски, краски для дома, дорожные краски): истирание во время использования и удаление краски, разливы, незаконный сброс; истирание от других пластиковых ма-

териалов (например, бытовой пластмассы); пластиковые изделия в органических отходах; бумага с пластиковым покрытием или ламинированная бумага: потери на предприятиях по переработке бумаги; материал, утерянный или выброшенный с торговых судов, прогулочных катеров, нефтяных и газовых платформ [3,5,6].

При анализе проб из окружающей среды некоторые природные материалы могут быть ошибочно определены как пластик. Таким материалом могут быть части травы, сосновые иголки, водоросли и кристаллы соли. Для исключения таких частиц рекомендуется сдавить подозрительную частицу. Если частица рассыпается или распадется на части, то это не пластик. Если частица сохраняет форму, то это пластик [7,8]. Чтобы отличить микропластики, были рассмотрены несколько критериев: отсутствие видимых клеточных структур, четкий, однородный цвет, одинаковая толщина, не сужение к концам и трехмерные изгибающиеся волокна [9].

При исследовании частиц пластика были проведены морфологические описания микрочастиц пластика: размер, тип и форма, цвет.

Профессор Плимутского университета (Великобритания), Ричард Томпсон классифицировал пластик на 4 группы **по размеру частиц**:

- 1) мелкий микропластик – размером от 0,33 до 1 мм.,
- 2) крупный микропластик – размером от 1,01 до 4,75 мм.,
- 3) мезопластик – размером от 4,76 до 200 мм.,
- 4) макропластик – более 200 мм [5]

**Типы микропластика.** Частицы микропластика сортируют по типу формы визуально (для гранул: цилиндрические, диски, плоские, яйцевидные, сфероиды; для фрагментов: округлые, подпочвенные, прямоугольные, угловатые; пленки: тонкие, гибкие; волокна: толстые, тонкие) [5]). Потенциальные микропластики отсортировывают на фрагменты и волокна и другие типы форм. Неестественные цвета и / или блеск используют в качестве индикаторов потенциальных микропластиков [7]. По форме выделяют: шарики, волокна, фрагменты, пленки и гранулы. Все идентифицированные частицы собирают и хранят в чистых центрифужных пробирках для дальнейшего использования. [4] Частицы, которые не обладали однородной окраской, были матовыми или имеют потенциально клеточные или органические структуры, были отклонены [7]. Частицы микропластика долго не подвергаются естественному разложению (иногда до сотен лет). Разрушение и эрозия поверхности частиц вызваны биологическим разрушением, химическим выветриванием или физическими воздействиями (волновое воздействие, ветер, течение, приливы и воздействие ультрафиолетового излучения)[2].

**Цвет микропластика.** Цвета микропластика характеризуется широким спектром цветов. Наиболее распространенные найденные цвета были белыми или родственными (обесцвеченный желтый, прозрачный бело-кремовый), бесцветные с включенными пузырьками воздуха. Цвет может облегчить обнаружение микропластика, когда микропластик теряется среди большого количества другого мусора. Также были обнаружены частицы пластика черного, синего, желтого, красного, коричневого, розового, фиолетового и зеленого цветов. Частицы с яркими цветами имеют высокую вероятность быть изолированными для последующей идентификации в качестве микропластика, в то время как частицы с тусклыми цветами – незаметны. Цвет используется для предварительной идентификации химического состава наиболее распространенных гранул. Чистые и прозрачные пластиковые шарики обычно относят к полипропилену, а белые пластиковые шарики – полиэтилену, но для окончательной идентификации необходимы дальнейшие анализы [3].

Пластиковые отходы, включая микропластик, представляют собой существенную угрозу водным экосистемам. И это без учета такого эффекта, как физическое накопление пластиковых частиц в телах водных объектов, которое приводит к нарушению пищеварительного процесса и последующей их гибели. Во многих странах уже действуют запреты по использованию микропластика при производстве косметических средств и средств бытовой химии, использования одноразовых изделий из пластика (США, Нидерланды и Швеция).

#### **Список цитированных источников**

1. Информационный бюллетень международного проекта «Plastic Free Baltic»/ Д. Мытарева, В. Яровая Микропластик невидимая проблема // Coalition Clean Baltic 2017.
2. Patricia, L. Corcoran Plastics and beaches: A degrading relationship / Patricia L. Corcoran, Mark C. Biesinger, Meriem Grifi / Mar. Pollut. Bull. – 2009. – V.58. – P. 80–84. (doi:10.1016/j.marpolbul.2008.08.022)
3. Ahmad, H. Abu-Hilal, Tariq H. Al-Najjar Plastic pellets on the beaches of the northern Gulf of Aqaba, Red Sea, Aquatic Ecosystem Health & Management // 2009. – V 12(4). – P. 461-470. – DOI:10.1080/14634980903361200
4. Long, Z. Microplastic Abundance, Characteristics, and Removal in Wastewater Treatment Plants in a Coastal City of China / Z. Long, Z. Pan, W. Wang, J. Ren, X. Yu, L. Lin, H. Lin, H. Chen, X. Jin / *Water Research*, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.028>.
5. Duis, K. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects // K. Duis // *Sci. Eur.* – 2016 – 28 (1):2. – DOI 10.1186/s12302-015-0069-y
7. Martin, J. The Deposition and Accumulation of Microplastics in Marine Sediments and Bottom Water from the Irish Continental Shelf / Martin J. // *Scientific Reports* | 7: 10772 | DOI:10.1038/s41598-017-11079-2
8. Зобков, М.Б. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов / М. Б. Зобков, Е. Е. Есюкова // *Океанология*. – 2017. – Т. 58. – № 1. – С. 149-157. – DOI: 10.7868/S0030157418010148
9. Graca, B. Sources and fate of microplastics in marine and beach sediments of the Southern Baltic Sea—a preliminary study / B. Graca // *Environ Sci Pollut Res* – 2017 – DOI: 10.1007/s11356-017-8419-5

УДК 338.48

### **ЭКСКУРСИЯ ПО ЦЕРКВЯМ ЖАБИНКОВСКОГО РАЙОНА**

**Лукашевич О. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Шпока И. Н., к.г.н.

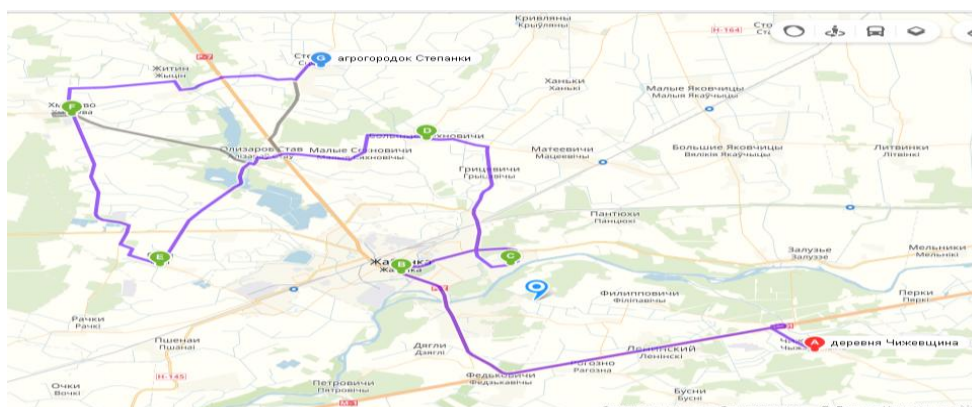
*The article presents a weekend tour around churches in Zhabinkovsky district, Brest region. Zhabinkovsky district can be called a jewel of wooden architecture. There are churches that can be included into the UNESCO World Heritage List.*

В 2018 г. вступил указ «Об установлении безвизового порядка въезда и выезда иностранных граждан», который позволяет гражданам 74 стран мира находиться на территории Беларуси без визы в течение 30 дней. Совершить путешествие можно в том числе и по Жабинковском районе. Таким образом, экологический туризм постепенно начинает занимать свою нишу в индустрии туризма, а туры выходного дня становятся все больше актуальными.

В Брестской области 112 культовых сооружений из дерева, в том числе и в Жабинковском районе, есть объекты, которые являются уникальными. Это объекты деревянного зодчества Полесья, которые могут попасть в Список ЮНЕСКО. В Жабинковском районе есть церкви – уникальные храмы, возведенные зодчими прошлых столетий, некоторые из них могут стать охраняемыми объектами ЮНЕСКО. Уникальность этих церквей в том, что они сохранились до наших дней практически в первозданном виде.

В Жабинковском районе можно провести однодневную экскурсию по духовным святыням Жабинковского района.

В ходе экскурсии можно увидеть «жемчужины» Жабинковского района: церковь Святого Владимира и мемориальная часовня в д. Чижевщина, Покровская церковь в г. Жабинке, Свято-Никитская церковь в д. Здитово, Николаевская церковь в д. Больших Сехновичах, храм-часовня святого пророка Ильи в д. Саки, Спасо-Преображенская церковь д. Хмелево, Михайловская церковь в д. Степанки.



**Рисунок 1 – Маршрут экскурсии «Церкви Жабинковского района»**

Первым объектом по маршруту следования на окраине Чижевщины является **церковь Св. Владимира Крестителя**. Она была построена в деревне в 1894 году в честь победы русских войск в Крупчицкой битве. Первый камень будущей церкви был заложен в 1891 году. Ее строительство было полностью завершено к 1894 году – к столетию со дня Крупчицкого сражения. Крупчицкое сражение – это сражение русского отряда с отрядом польских повстанцев в ходе восстания Т.Костюшко 6 (17) сентября 1794 г. около кармелитского монастыря в местечке Крупчицы (сейчас д. Чижевщина). Отец Миканор Катович предложил создать из построенной церкви храм-памятник воинам, погибшим на Крупчицком поле 17 сентября 1794 года.

Рядом с церковью Св. Владимира Крестителя находится **мемориальная часовня** (каплица). Мемориальная каплица была открыта 23 сентября 2004 года. Она возведена как напоминание о воинах, погибших в деревне Чижевщина в 1794 году во время Крупчицкой битвы – сражения русского отряда с польскими повстанцами в ходе восстания Костюшко.



**Храм Покрова Пресвятой Богородицы в Жабинке** – возведен в 1885 году из дерева, является образцом белорусского зодчества с характерными чертами, присущими такому архитектурному направлению, как эклектика. Однако история церкви начинается с XVI в., в д. Мыщицы (старое название г. Жабинка), родовом имении дворянского рода Непокойчицев. Непокойчицкие постоянно оказывали храму свое внимание и поддержку. К сожалению, время церковь не пощадило, она была практически разрушена. Священниками было принято решение построить новый храм. Для строительства храма было решено в течение четырех лет жертвовать по пять рублей, а еще – «дать черные работы и местный материал». За полтора года храм был построен, а в акте приемки от 14 октября 1885 г. было написано, что «церковь устроена прочно, из хороших материалов». Ежегодно 14 октября – Праздник Покрова Пресвятой Богородицы – престольный праздник храма.

Не менее интересна **Свято-Никитская церковь в деревне Здитово**, не так давно отпраздновавшая своё 500-летие. Этот деревянный храм был построен без единого гвоздя! Церковь традиционного синего цвета. В церкви долгое время хранилась икона XVI в. «Одигитрия Иерусалимская», которая теперь находится в музее при Национальной академии наук Беларуси. С церковью связана жизнь древнего рода Костюшко. Эта церковь может пополнить «копилку» Списка всемирного наследия ЮНЕСКО.

Следующим пунктом экскурсии стала **Николаевская церковь в деревне Большие Сехновичи**. Первое документальное свидетельство относится к 1727 году. Храм неоднократно перестраивался, поэтому в его архитектуре сочетаются традиционные приемы деревянного зодчества XVIII столетия и эклектика XIX и XX столетий. Храм никогда за время своего существования не закрывался. Является памятником архитектуры.

Далее маршрут направит нас к **храму-часовня святого пророка Ильи в д. Саки**. Храм-часовня был построен на месте разрушенного храма в 60-е гг. XX века. 20 октября 2012 г. состоялось освящение новопостроенного храма, которое совершил Епископ Брестский и Кобринский Иоанн (Хома).

В последнее время визитной карточкой Жабинковского района является **Спасо-Преображенский монастырь** д. Хмелево. На месте монастыря стояла древняя церковь XVIII в. (1725 г.), которая никогда не закрывалась. В церкви есть список чудотворной иконы Ченстоховской Божией Матери, также еще очень редкая икона Николая Чудотворца, на которой он изображен в белой ризе, и Покровская икона Божией Матери, обновившаяся в праздник Покрова Пресвятой Богородицы. А недавно храму подарили частичку Животворящего Креста Господнего из Иерусалима. К игумену Серафиму съезжаются паломники не только из Беларуси, но и из-за рубежа. И едут они не только к святыням монастыря, но и к его настоятелю, способному исцелять от болезни и даже, говорят, изгонять демонов.

Также этот монастырь может заинтересовать своими легендами об **иконе Божией Матери**. А вот и одна из них: однажды случился пожар, и часовня сгорела, икона же осталась целой и невредимой. После этого случая помещику было откровение, и он передал эту икону в построенную по решению сельчан Спасо-Преображенскую церковь. Храму пришлось перенести много трудностей, но несмотря на это, он никогда не закрывался. В XX веке икону неоднократно пытались похитить, но всякий раз она снова возвращалась на место. Многие люди получали от иконы исцеление от различных недугов [2].

**Свято-Михайловская церковь** в агрогородке Степанки построена в 1780 г. Является памятником деревянного зодчества и занесена в Список историко-

культурных ценностей Беларуси. На сегодняшний день она является объектом, который может войти в Список всемирного наследия ЮНЕСКО. Как и другие церкви, Полесья имеет синий цвет. В храме можно увидеть старинные иконы XVIII в. Окна украшены витражами.

Таким образом, как видно, в Жабинковском районе достаточно много интересных деревянных сооружений, связанных с нашим прошлым, о котором не должны забывать. Как сказал В. М. Васнецов: «Плох тот народ, который не помнит, не ценит и не любит своей истории».

#### **Список цитированных источников**

1. Пять уникальных церквей Брестчины могут попасть в список ЮНЕСКО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://planetabelarus.by/publications/pyat-unikalnykh-tserkvey-brestchiny-mogut-popast-v-spisok-yunesko/>. – Дата доступа : 25.02.2019.

2. Как белорусский игумен Серафим исцеляет молитвой язвы, пьянство и наркоманию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://borisov-spas.by/pravoslavny-e-novosti/kak-belorusskij-igumen-serafim-iscelyaet-molitvoj-yazvu-ryanstvo-i-narkomaniyu.html>. – Дата доступа : 25.02.2019.

3. Регионы Беларуси : энциклопедия. В 7т. Т. 1, кн. 1-2. Брестская область / редкол. Т.В. Белова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. Энцыкл. Імя П. Боўкі. – 2009.

УДК 338.48

### **НАГРУЗКИ НА СРЕДУ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БИОСФЕРНОМ РЕЗЕРВАТЕ «ЗАПАДНОЕ ПОЛЕСЬЕ» (БЕЛОРУССКИЙ СЕКТОР)**

**Мойсейчук Н. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [nadezhda.mojsejchuk98@mail.ru](mailto:nadezhda.mojsejchuk98@mail.ru)  
Научный руководитель – Абрамова И. В., к.б.н., доцент

*This article analyzes a method of calculating an anthropogenic load. The ecological path "Forest River" in the Biosphere Reserve "Western Polesie" (Belarusian sector) is taken as an example. The observation covers a period from March 1, 2018 to October 31, 2018. This issue is relevant because an increasing number of people are seeking for recreation, consequently "overloading" the environment.*

Непрерывно возрастающий процесс вовлечения все большего числа людей в циклы рекреационных занятий обуславливает постоянное расширение территорий, охваченных в той или иной степени рекреационной деятельностью, повышение уровня воздействия рекреантов на природные комплексы. В этой связи возникла проблема оптимизации рекреационных нагрузок на природные комплексы в целях предотвращения их деградации и сохранения комфортных условий рекреационной деятельности. Сущность этой проблемы сводится к обоснованию экологической нагрузки на природные комплексы путем установления нормативов рекреационного воздействия на них.

Зарождение рекреационного ландшафтоведения произошло в недрах рекреационной географии в середине 1960-х гг. Активное участие в этом приняли уче-

ные географического факультета МГУ (г. Москва, Россия), где появились первые работы по теоретическим и прикладным аспектам взаимодействия общества и природы в процессе отдыха горожан. Солидной сводкой научно-методических основ изучения рекреационных геосистем стала монография коллектива сотрудников Института географии РАН «Теоретические основы рекреационной географии» под ред. В. С. Преображенского.

Среди зарубежных работ в области рекреационной географии, особенно в изучении воздействия рекреации на природу, оценки рекреационных ландшафтов и нормирования антропогенных нагрузок, можно выделить работы Р. Ф. Бурдена и П. Ф. Рандерсона, А. С. Костровицкого, А. А. Марша, Дж. Х. Станки и ряда других исследователей. Теорией и методологией исследования туризма в особо охраняемых природных территориях в настоящее время за рубежом занимаются Пол Ф. Дж. Иггс, Стефан Ф. МакКул, Кристофер Д. Хайнс и др. [1].

Государственное природоохранное учреждение «Республиканский заказник «Прибужское Полесье» создано в целях управления природным комплексом, расположенным в пределах территорий заказника и биосферного резервата, по территории которого проходят 3 велосипедных маршрута, 2 экологические тропы и один туристический водный маршрут. По данным книг учета посетителей и оказания услуг биосферного резервата «Прибужское Полесье», можно отметить особую популярность экологической тропы «Лесная речка», что, на наш взгляд, обусловлено близким расположением к эколого-информационному центру. В данной статье приведены расчеты нагрузки на данную тропу.

За период с 1 марта 2018 года по 31 октября 2018 года экологическую тропу «Лесная речка» посетили 204 человека. Пик пришелся на май, в июне же посетители и вовсе отсутствовали. За эти 8 месяцев экологическую тропу посетили 15 групп. Данные позволяют высчитать среднее количество человек в группе – 14 человек.

В весенние месяцы основными посетителями были индивидуальные туристы, представители ПРООН, представители Совета депутатов и др., в летние же месяцы – школьники, учителя и дети из школьных лагерей.

Рекреационная нагрузка – число одновременных посетителей в среднем по объекту, выражается в чел./га. Фактическую рекреационную нагрузку можно рассчитать по следующей формуле [2]:

$$R = N_i \div S_i,$$

где **R** – фактическая рекреационная нагрузка, чел/га; **N<sub>i</sub>** – количество посетителей объектов рекреации, чел.; **S<sub>i</sub>** – площадь рекреационной территории, га.

**Таблица 1 – Рекреационная нагрузка на экологическую тропу «Лесная речка» в 2018 году**

Месяц	Количество посетителей (N <sub>i</sub> )	Площадь рекреационной территории (га)	Среднемесячная фактическая рекреационная нагрузка (R, чел/га)
Март	2	11,2	0,18
Апрель	30		2,68
Май	108		9,64
Июнь	0		0,00
Июль	10		0,89
Август	6		0,54
Сентябрь	14		1,25
Октябрь	23		2,05

**Таблица 2 – Рекомендуемая предельная рекреационная нагрузка [3]**

Предельная рекреационная нагрузка – число одновременных посетителей в среднем по объекту чел./га	Тип рекреационного объекта
До 5	Лес
До 50	Лесопарк (аналогично туристическому маршруту или объекту с развитой инфраструктурой)

В 2018 году среднемесячная рекреационная нагрузка в мае составляла 9,64 чел/га, что в два раза превышает предельную рекреационную нагрузку на данный тип рекреационного объекта (до 5 чел/га). В остальные месяцы за период с 1 марта по 31 октября 2018 года фактическая рекреационная нагрузка находится в пределах нормы. Средняя месячная рекреационная нагрузка за данный период составляет 2,15 чел/га.

Используя данные по максимальной допустимой предельной рекреационной нагрузке (5 чел/га) и площади рекреационной территории (11,2 га), можно рассчитать предельно допустимое количество посетителей объектов рекреации – 56 чел/день. Оптимальной рекреационной нагрузкой можно считать 4 чел/га.

Так как превышение рекреационной нагрузки не постоянное, а пик приходится лишь на несколько месяцев за туристический сезон, можно смело надеяться, что экосистема успевает восстанавливаться.

#### **Список цитированных источников**

1. Чижова, В. П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха / В. П. Чижова. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 48 с.

2. Якубовский, Н. Г. Расчет рекреационной нагрузки в лесной комплекс, туристические объекты и маршруты ГПУ «НП Беловежская пуца» / Н. Г. Якубовский // Беловежская пуца. Исследования. – 2016. – Выпуск 14. – С. 182-188.

3. Об утверждении методических рекомендаций по разработке норм и правил по благоустройству территории муниципальных образований: приказ Министерства регионального развития Рос. Федерации от 27 дек. 2011 г. – № 613: в ред. Приказа Минстроя России от 17.03.2014 № 100/пр.

УДК 338.48

## **ЭКСКУРСИЯ ПО УСАДЬБАМ КАМЕНЕТЧИНЫ**

### **Новак И. В.**

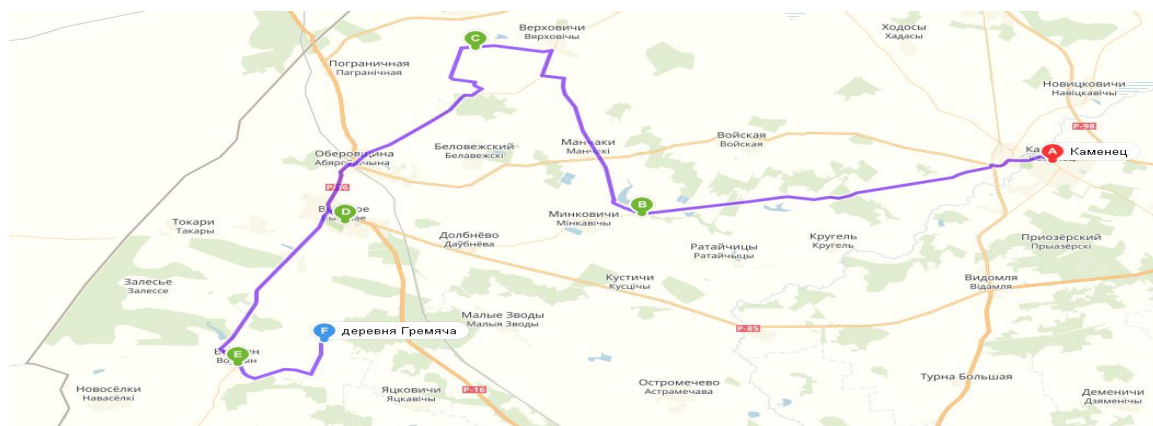
Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь.

Научный руководитель – Шпока И. Н., к.г.н., доцент.

*The article gives characteristics of the estates and their owners which are included in the historic "book" of Kamenetsky. It provides an overview of the Traugutta, Rot, Sapieha-Potocki, Kartavykh-Poniatowski, and Puzanov families' manors with their parks.*

Беларусь открыта для туристов как нашей страны, так и иностранцев. С 27 июля 2018 г. вступил в силу Указ Президента Республики Беларусь «Об установлении безвизового порядка въезда и выезда иностранных граждан». Расширяются территории для временного пребывания иностранных туристов, кроме посетителей Национального парка «Беловежская пуща», безвизовый режим действует на территории туристско-рекреационной зоны «Брест» (г. Брест, Брестский, Жабинковский, Каменецкий и Пружанский районы).

Усадьбы – это блеск светской культуры, среда сочетания культурных, духовных и интеллектуальных ценностей. В связи с этим является актуальной экскурсия по Каменецкому району. Маршрут экскурсии: г. Каменец – д. Шостаково – д. Копылы – г. Высокое – д. Волчин - д. Гремяче.



**Рисунок 1 – Маршрут экскурсии по усадьбам Каменетчины**

Каменец – районный центр. Археологические исследования свидетельствуют о том, что на месте современного Каменца существовало поселение еще в X в. В 1530 г. Каменец получил магдебургское право. На ул. Брестской находится административно-хозяйственный центр, вблизи которого находится памятник оборонительного строительства XIII в. – Семеоновская церковь.

**Имение Шостаково и Памятный знак на бывшей усадьбе Ромуальда Траугутта.** В начале XIX в. имение принадлежало Павлу Гофмейстору. Наследник имения Аполлинаруй Траугутт, будучи студентом Берлинского университета, поддерживал связи с Тарасом Шевченко, являлся одним из руководителей брестского заговора 1846 г. Шостаково – место конспиративных встреч. В 1826 г. в д. Шостаково родился один из руководителей январского восстания 1863–1864 гг. в Польше, Белоруссии и Литве – Ромуальд Траугутт. Усадьба не сохранилась. Место усадьбы выделено поляной, на которой установлен большой валун с мемориальной плитой. Руины усадебного дома и заброшенный парк заслуживают внимания как мемориальный объект, связанный с именами Ромуальда и Аполлинурия Траугуттов.

**Усадебно-парковый комплекс д. Копылы (Усадьба Ротов).** Село Копылы с жеребьем Шушковским стало собственностью дворянина Богдана Алексеевича в 1506 г. по привилею короля Александра. Последним владельцем был инженер Евгений Рот. Строительство новой усадьбы датируется концом XIX - началом XX вв. Усадебный дом представлял собой одноэтажное каменное здание. Усадьба имеет две части: хозяйственную и парковую. 2 хозяйственные постройки – здания старой конюшни, амбара. Парк сохранился частично.

Усадебно-парковый комплекс включен в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь.

**Усадебно-парковый комплекс г. Высокое (Дворец Сапегов-Потоцких)** расположен в юго-западной части, на правом берегу р. Пульва. Формирование

усадьбы началось в 1678-1680 гг., когда ее владельцем был Михаил Сапега. В это время заложен замок и парк с водоемом, окруженные валами и рвами.

Старый замок сгорел в 1784 г. Сохранились подвалы въездные ворота и склады. В 1815 г. Пелагеей Потоцкой неподалеку от него был заложен новый дворец. Парк расширен за пределы вала. В 1895 г. парк перепланирован архитектором В. Кронебергом. Парк сравнительно хорошо сохранился в своих прежних границах, где прослеживаются общие черты композиции. В парке есть катальпы, старейшие в республике, которые засыхают. В имении М. Потоцкой проводились научные исследования по селекции зерновых культур и элитному семеноводству, племенному животноводству, сортовому овощеводству и плодоводству. К. Белявский в конце XIX в. проводил экспериментальные исследования в области селекции зерновых культур. Даже был выведен сорт пшеницы «Высоколитовка». Последний владелец граф Якуб Потоцкий завещал владение учрежденному им фонду по лечению рака и туберкулеза.

С 1 июня 2013 г. был реализован Проект международной технической помощи «Комплексный проект поддержки туристического сектора белорусско-польского пограничья» в рамках Программы трансграничного сотрудничества «Польша-Беларусь-Украина 2007-2013». Основным направлением деятельности проекта являлась реставрация парка дворцово-паркового ансамбля в г. Высокое.

**Дворцово-парковый комплекс в д. Волчин.** Первое упоминание о Волчине 1494 г., первым владельцем был Иван Александрович Солтан – религиозный деятель ВКЛ. В 1720 г. владельцем местечка стал Казимир Чарторыйский и это местечко становится центром культурной и политической деятельности клана Чарторыйских-Понятовских. В Волчине жил Станислав Понятовский, отец будущего короля Речи Посполитой. Михаил Чарторыйский построил дворцово-парковый комплекс из лиственницы на 36 комнат длиной 120 м и двух кирпичных флигелей на 52 комнаты. По парку свободно бегало стадо благородных оленей. Чарторыйский организовал профессиональный театр, первый и последний на Каменетчине. В костеле Святой Троицы в 1938 г. были перезахоронены останки последнего короля Речи Посполитой, после доставки из костела Св. Екатерины в Петербурге, по личному приказу Сталина. После войны они были разграблены.

**Усадебно-парковый ансамбль Гремяче (Усадьба Пузынов).** В Каменецком районе Брестской области есть небольшая деревня Гремяча, которая известна усадьбой Пузынов, последних владельцев. Пузыны – княжеский род, ведущий свою родословную от Рюриковичей, от Василия Глушенка, одной ветвью которого стал род князей Огинских. Усадебно-парковый ансамбль Гремяче расположен на северной окраине села, на холме, в пойме реки Пульва. В усадебный комплекс входят: каменный одноэтажный дворец, пейзажный парк, каменные хозяйственные корпуса. Дворец решен в стиле классицизма в середине XIX века. Парк отличается красочностью окружающих ландшафтов.

В советские времена усадебный дом использовался как детский летний лагерь и благодаря этому сохранился в относительно хорошем состоянии, однако после закрытия лагеря постепенно начал приходить в упадок. В 90-е годы здесь проходили съемки белорусско-польского фильма «Натали» по Ф. М. Достоевскому. В 2011 году усадьба была продана с аукциона.

Усадебно-парковый комплекс включен в Государственный список историко-культурных ценностей Республики Беларусь. Несмотря на это, уже более 30 лет комплекс «Гремяча» разрушается и постепенно приходит в упадок. Старожилы деревни уверены, что причины этого во владельцах: с конца 90-х годов они менялись уже четыре раза. Но средств на реставрацию в итоге ни у кого не находилось.

### **Список цитированных источников**

1. Настало время туристу влюбиться в нашу Каменетчину [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kamenets.by/vremya-nachinat/> – Дата доступа : 31.12.2017.

2. Усадебно-парковый комплекс г. Высокое [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kamenec-tour.by/putevoditel/59-istoriko-kulturnoe-nasledie/-usadebno-parkovye-kompleksy/284-usadebno-parkovyj-ansambl-gremyacha.html> – Дата доступа: 29.04.2017.

3. Усадебно-парковый комплекс д. Капылы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kamenec-tour.by/putevoditel/59-istoriko-kulturnoe-nasledie/-usadebno-parkovye-kompleksy/286-usadebno-parkovyj-kompleks-d-kapyly.html> – Дата доступа: 06.05.2017.

4. Памятный знак на бывшей усадьбе Ромуальда Траугутта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kamenec-tour.by/putevoditel/55-istoriko-kulturnoe-nasledie/pamyatnye-znaki/443-pamyatnyj-znak-na-byvshej-usadbe-romualda-traugutta.html> – Дата доступа: 16.01.2018.

УДК 338.486.23:004.9

## **СОЗДАНИЕ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ ARCGIS ONLINE ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ФИРМЫ**

**Посенюк К. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [krystsina21@yandex.ru](mailto:krystsina21@yandex.ru)  
Научный руководитель – Токарчук С. М., к.г.н., доцент

*The article provides examples of using web-applications in a tourist company's activities. The web-applications are created as an example of developing an internal system of a tourist enterprise and promoting a tourist product.*

На сегодняшний день современные web-технологии могут послужить ключевым направлением в работе с большим потоком информации, которое имеет ряд обусловленных особенностей. Преимущественно такие особенности связаны с сочетанием текстового и иллюстративного представления информации, а также непосредственного отображения изменений, которые вносятся в web-продукт, неограниченным числом потребителей информации при условии, что разработчик данного продукта оставляет за собой право задавать особые условия для доступа к опубликованию того или иного материала. Помимо этого, web-технологии отображают ссылки на сторонние публикации, не заостряя внимания на ограничениях, которые могут возникать в связи с местоположением и источником предоставления материала.

В современных условиях существует множество web-технологий для создания уникальных информационных продуктов, которые не требуют знания в сфере программирования и выполнения сложных процессных операций. Для удобной работы пользователя web-программирование предоставляет возможность в выборе неограниченного числа шаблонов и макетов. Применительно к созданию web-приложений в области картографирования широкое распространение получили программные продукты ESRI, например приложения карт историй (Story Map) облачной платформы картографирования

ArcGIS Online, которые позволяют комбинировать карты, снимки из космоса и сопутствующий информационный текст с различным мультимедийным наполнением – фотографиями и видеофайлами. При создании подобного рода web-приложений используются простые в использовании и доступные шаблоны, которые максимально облегчают работу пользователя.

Для выполнения данного исследования создание web-приложений выполнялось на примере развития внутренней системы туристической фирмы для целей продвижения их туристического продукта, а также оптимизации работы самого предприятия.

Работа выполнялась для нескольких территориальных уровней:

- 1) для территории страны (Египет, Испания, Турция);
- 2) для территории отдельного региона (Синайский полуостров, Анталийское побережье, Барселона);
- 3) для территории отдельного курорта (Дахаб, Сиде, Мальграт-де-Мар);
- 4) для территории отдельных объектов (отели, апартаменты).

Для выполнения данной работы были использованы разные типы источников данных: картографические, статистические, собственные исследования и др.

Сущность идеи создания web-приложений заключается в объединении информации различной направленности, используемой в деятельности туристической фирмы, в единую комплексную систему. Реализация проекта осуществляется средствами облачной инфраструктуры платформы картографирования ArcGIS Online. В частности, используются приложения карт историй (Story map). При создании данных приложений используются простые и доступные шаблоны, которые дают возможность быстро создавать открытые для любого пользователя web-страницы.

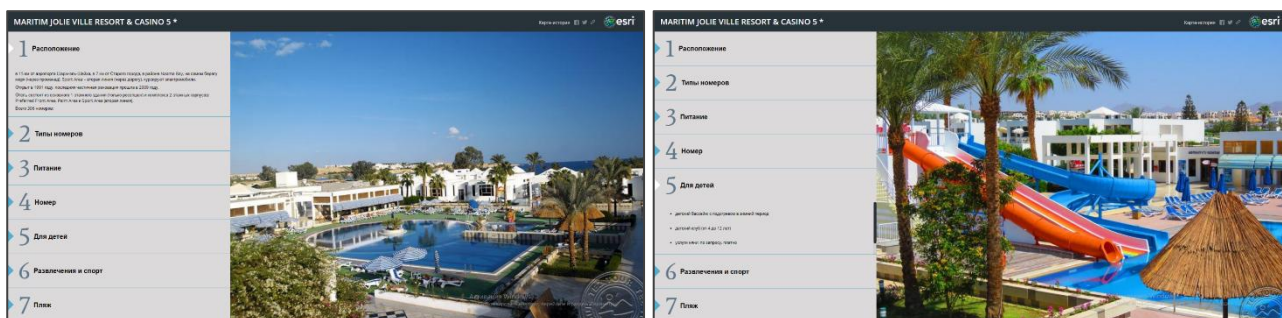
Для выполнения исследования использовались шаблоны «Story map Shortlist», «Story map Series» и «Story map Cascade». Каждый из выбранных шаблонов имеет свои отличительные особенности, выбор типа шаблона был обусловлен основным содержанием web-приложений.

*Шаблон ARCGIS Online «Story map Shortlist».* С использованием данного шаблона было создано приложение «Синайский полуостров». Данный тип шаблона использовался для создания карт с группировкой коллективных средств размещения по отдельным вкладкам. Все объекты при картировании были разделены на группы («Дахаб», «Таба», «Шарм-Эль-Шейх»), каждой из которых соответствует определенная закладка на карте и цвет пунсона-указателя. Каждому объекту, нанесенному на интерактивную карту, соответствует фотография, название и краткое описание. При использовании данного приложения можно получить дополнительные сведения о картируемых объектах либо во вкладках, либо на карте. Кроме того, вкладки автоматически обновляются, когда пользователь перемещается по карте, и отображают нанесенные на карту объекты в текущем экстенде, т. е. во вкладке отображаются только те объекты, которые находятся на выбранном участке карты. Это дает возможность искать средства размещения, например находящиеся в желаемом для отдыха районе.

*Шаблон ARCGIS Online «Story map Series».* С использованием данного шаблона были созданы приложения, которые подробно описывают тот или иной туристический объект. Данный шаблон представляет собой набор страниц с нумерованными кнопками (либо вкладками), что позволяет создавать приложения, содержащие большое количество карт или изображений. В частности, с использованием данного типа шаблона были реализованы своеобразные каталоги (рисунок) для каждого из коллективных средств размещения, представ-



ленных в описанном выше приложении «Синайский полуостров». Созданные web-приложения представляют собой своеобразные каталоги услуг данных объектов и с помощью функции «гиперссылка» привязаны к описанию этих средств размещения в приложении «Синайский полуостров». Все разделы сопровождаются фотографическим материалом и кратким описанием каждой из услуг.

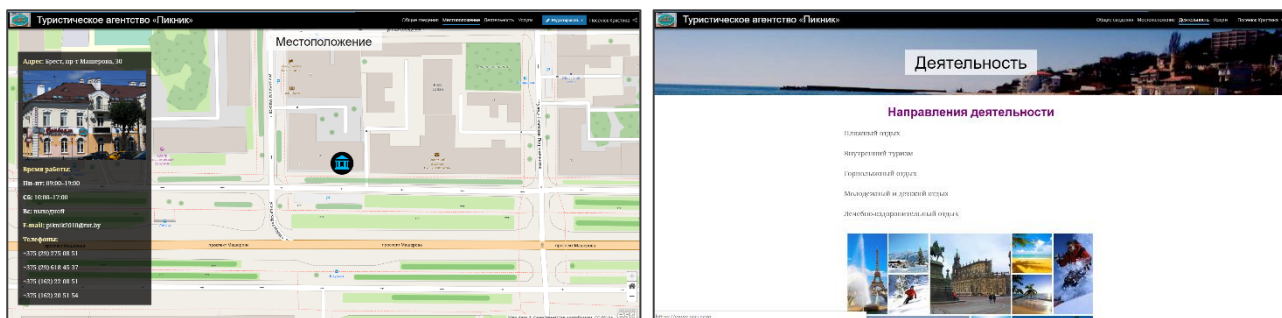


а) вкладка «Расположение»

б) вкладка «Для детей»

**Рисунок 1 – Web-приложение «Maritim Jolie Ville Resort & Casino 5\*»**

Шаблон ARCGIS Online «Story map Cascade». Данный шаблон позволяет комбинировать описательный текст с картами или изображениями. С использованием данного шаблона был создан web-паспорт туристического предприятия. Данное приложение сочетает небольшие текстовые описания с картами, фотографиями и другими web-приложениями. Данное приложение можно пролистывать вниз и изучать как интерактивную презентацию, либо с использованием закладок, расположенных в крайней правой части шаблона – изучать конкретные стороны туристической фирмы. Пролистывая данное приложение, можно более подробно ознакомиться с деятельностью туристического предприятия, а также её работниками (менеджерами).



а) Закладка «Местоположение»

б) закладка «Деятельность»

**Рисунок 2 – Web-паспорт туристического агентства**

Таким образом, созданные web-приложения могут быть использованы:

- 1) сотрудниками туристической фирмы для целей оптимизации деятельности и упрощения работы с клиентами;
- 2) клиентами туристической фирмы для изучения деятельности фирмы и самостоятельного поиска мест отдыха;
- 3) сотрудниками других туристических предприятий для разработки подобных приложений в целях организации деятельности своих фирм;
- 4) в учебном процессе университетов при чтении лекций и выполнении практических работ по курсам «Маркетинг в туризме», «Рекреационная география», «Информационные технологии в туризме» и др.

## КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТА ЦЕНТРА ОТДЫХА И РАЗВЛЕЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЫБОЛОВНОГО И СЕЛЬСКОГО ТУРИЗМА

**Соболь А. А.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина» г. Брест, Республика Беларусь,

kareckaya1997@mail.ru

Научный руководитель – Панько А. Д., к.и.н., доцент

*The article describes the purpose of the project of a new tourist object based on fishing and rural tourism. The method of implementation of this project is described in detail, the entire planned infrastructure is painted, as well as ways to attract customers.*

Повышение уровня жизни населения всегда считалось одной из главных задач государства. Создание благоприятных условий для развития сельского туризма расширяет экономические возможности в сельских территориях Республики Беларусь. И только наложенная и общая работа местных органов власти и управления, некоммерческих организаций и инициатив граждан, а также бизнеса может привести к вовлечению партнеров с целью оказания помощи в постройке нового объекта сельского туризма.

Цель проекта:

Создание уникального центра отдыха и развлечений на основе рыболовного и сельского туризма как высокоэффективного бизнеса с высоким качеством предоставляемых услуг и самодостаточного туристического продукта, способного стать экономически конкурентным в сегменте среднего бизнеса. Постройка нового туристического объекта будет способствовать развитию семейного отдыха и созданию условий для массового отдыха и оздоровления жителей и гостей, основанных на пропаганде здорового образа жизни, создаст дополнительные рабочие места в сфере туризма.

О проекте.

Центр отдыха и развлечений на основе рыболовного и сельского туризма – это интеграционный проект в области туризма с дополненным сегментом хозяйственной деятельности в области сельского хозяйства.

В рамках проекта предлагается создать автономную туристическую территорию с комфортабельной инфраструктурой высокого европейского класса.

Инновацией туристического центра будет ориентация на альтернативную энергетику – ветровые генераторы, солнечные батареи, тепловые отопительные насосы (энергия земли).

Одним из основных принципов при разработке концепции центра является стремление к созданию максимально экологически чистого продукта, который будет наносить минимальный вред человеку и окружающей его среде.

Планируемое место застройки подбиралось с точки зрения респондентов, и более подходящим местом для центра была выбрана территория в окрестностях Брестского района с собственным водоемом (рядом с деревней Омелино Чернавчицкого сельского совета, 20-й км трассы «Брест-Каменец»), кадастровый номер участка: 121200000001003622 [1].

При планировании и строительстве центра основное внимание будет уделяться сочетанию уюта, красоты и практичности. Стремление к жизни в гармо-

нии с природой можно наилучшим образом осуществить, построив туристический центр из дерева. При сохранении неповторимой атмосферы уюта и единения с природой, он будет оснащён всеми бытовыми и техническими устройствами, отвечающими самым современным требованиям комфорта, и иметь все элементы современной архитектуры.

Основными клиентами центра будут граждане Республики Беларусь и стран СНГ, в основном Российской Федерации.

В современных условиях основной ориентацией сегментов рыболовного и сельского туризма Республики Беларусь будет направленность на внутренний туристический рынок, клиентами которого являются жители крупных городов, не имеющие собственных дачных участков и потерявших родственные связи с деревней.

На территории центра для отдыха и оздоровления гостей, а также обеспечения деятельности центра планируется создание следующей комфортабельной инфраструктуры высокого европейского уровня:

- ресторан на 120 мест с живой музыкой и караоке, баром и бильярдом;
- шатер для проведения свадеб и крупных мероприятий;
- летняя площадка для проведения фестивалей и народных праздников;
- летняя терраса и четыре беседки с мангалами;
- детская площадка: лабиринт с горками, батуты, качели и песочница;
- две русские бани;
- песчаный пляж на берегу озера с оборудованной пристанью, прокатом лодок и катамаранов;
- теннисный корт;
- площадки для волейбола, баскетбола, бадминтона и мини-футбола;
- веревочный городок;
- один большой пруд для организации платной рыбалки, обучению и проведению соревнований и мастер-классов по рыбной ловле;
- автостоянка на 40 автомобилей;
- торговая точка для продажи сувениров, продуктов питания, спортивных и рыболовных товаров;
- склад спортивного инвентаря и техники для активного отдыха и туризма для организации проката;
- подсобное хозяйство (конюшня, содержание свиней, коров, птицы, приусадебный участок для выращивания овощей и фруктов);
- площадка получения альтернативных видов энергии.

Для взрослых и детей предусмотрены следующие виды активного отдыха:

- рыбалка с проведением соревнований различного масштаба, обучения и мастер-классов;
- катание на квадроциклах, джипах и велосипедах, лодках и катамаранах;
- экстремальные прогулки по веревочному городку;
- конные прогулки;
- волейбол, баскетбол и мини-футбол;
- стрельба из пневматического оружия, арбалета и лука;
- большой и настольный теннис.

В целях привлечения большего количества клиентов различных социальных групп населения необходимо предусматривать проведение народных и тематических праздников, свадеб, дней рождений, банкетов, фуршетов, корпоративного отдыха и вечеринок, детских праздников, переговоров, конференций, семинаров, бизнес-тренингов и мастер-классов. Для проведения этих мероприятий планиру-

ется приглашать жителей деревень, которые хорошо знакомы с национальными традициями, различные творческие коллективы, а также предусматривать обширную анимационную программу для взрослых и детей.

Финансирование проекта планируется осуществлять из следующих источников:

- собственные средства;
- средства инвесторов;
- заемные средства: кредиты банка.

Для достижения желаемого экономического эффекта необходимо определить концептуальные положения маркетинговой стратегии проекта, которая подразумевает работу в следующих направлениях:

- осуществлять формирование корпоративного имиджа и бренда центра;
- постоянно использовать мероприятия, проводимые на территории центра для его рекламы и продвижения на рынке развлекательных и туристических услуг;
- проводить систематическое изучение конкретных потребностей всех клиентов центра на продукты и услуги в сфере развлечений, оздоровления и отдыха – путем анкетирования, организации обратной связи с посетителями и клиентами центра через собственные информационные продукты;
- продвижение продуктов и услуг центра на рынок, формирование спроса на них осуществлять как через краткосрочную рекламу, так и через долгосрочную; выпуск и распространение сувенирной продукции; спонсирование публичных и спортивных мероприятий, участие в крупных профильных форумах и выставках, выступления с презентациями и т. д.

По результатам разработанной концепции проекта можно сделать вывод, что центр отдыха и развлечений будет являться высокоэффективным и экономически выгодным бизнесом, основанным на широком спектре предоставляемых услуг высокого европейского качества, способствующим развитию инфраструктуры Брестского района, созданию рабочих мест в сельской местности, а также развитию массового отдыха и оздоровлению жителей и гостей Брестской области.

#### **Список цитированных источников**

1. Кадастровая карта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://map.nca.by/map.html>. – Дата доступа: 02.03.2019.

УДК 379.85

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДВИЖЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ**

**Хомич А. Ф.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [anna.khomich.97@mail.ru](mailto:anna.khomich.97@mail.ru)  
Научный руководитель – Сидорович А. А., к.г.н., доцент

*The article includes some theoretical aspects of promoting a tourist product and analyzes its effectiveness. The article also shows a developed assessment scheme for promoting a national tourist product.*

Для достижения успеха любого коммерческого мероприятия по сбыту туристических услуг необходимо наличие минимума стимулирующих мер, осуществ-

ляемых в комплексе с рекламной работой. Продвижение туристического продукта – это комплекс мер, направленных на его реализацию и включающий рекламные мероприятия, участие в специализированных выставках, ярмарках, организацию туристических информационных центров по продаже туристического продукта, издание каталогов, буклетов. В маркетинге туризма на национальном уровне, как и для туристического предприятия, следует выделить следующие стратегии:

Стратегия национального туристического продукта, включающая мероприятия по созданию условий (законодательных, финансовых, налоговых и т. д.) для повышения эффективности создания национального туристического продукта, рационального использования туристических ресурсов и инфраструктуры, упрощения пограничных, таможенных и визовых формальностей, обеспечения свободы и безопасности перемещения по стране.

Стратегия коммуникации, направленная на формирование коммуникационной политики продвижения национального туристического продукта. Она включает разработку государственной рекламной политики, проведение рекламных кампаний, осуществление внешней пропаганды туристических возможностей государства, мероприятий по стимулированию сбыта национального туристического продукта, организацию представительств НТА за рубежом. Ценовая стратегия проявляется в тарифной стратегии государства (установление тарифов на перевозки национальными перевозчиками, визовые сборы, регулирование гостиничных тарифов и т. п.), во влиянии государства на формирование конечной цены на тот или иной туристический продукт.

Сбытовая стратегия, ориентированная на определение структуры и механизма наиболее оптимального доведения национального туристического продукта до конечного потребителя[1].

Для оценки эффективности системы продвижения национального турпродукта была разработана следующая схема. Данная методика включает анализ нескольких направлений продвижений национального туристического продукта (рисунок 1):

1. Обобщение зарубежного опыта в продвижении национального турпродукта, что дает возможность определить степень эффективности тех или иных методов в различных ситуациях, а также перенять наиболее успешные компоненты системы продвижения.

Созданию привлекательного для туризма имиджа страны и рекламе национального продукта, вбирающего в себя все многообразие и неповторимость его туристических возможностей, придается большое значение как в странах, уже завоевавших свое место на международном рынке, так и в странах, появившихся на нем относительно недавно. При этом существуют определенные различия в подходах к организации этой деятельности.

2. Определение оптимальных направлений продвижения национального турпродукта.

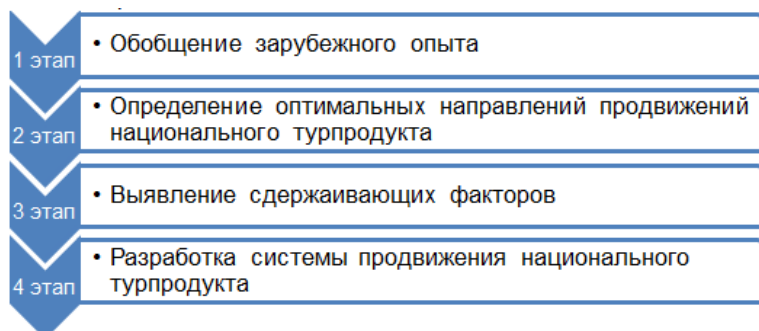
На данном этапе выявляются наиболее перспективные направления, выявить положительные и негативные стороны каждого из них. На основе полученной информации о зарубежном опыте определяется несколько приоритетных направлений.

3. Выявление сдерживающих факторов.

На основе полученной информации следует выявить факторы, негативно воздействующие на развитие туризма и продвижение национального турпродукта в частности.

4. Разработка наиболее оптимальной системы продвижения национального туристического продукта.

На данном этапе происходит формирование ряда предложений, направленных на повышение эффективности, т. к. именно от того, насколько верно и эффективно выстроена и осуществлена туристическая политика, зависит роль и место конкретного государства на международном туристическом рынке.



**Рисунок 1 – Схема оценки системы продвижения национального турпродукта**

Таким образом, разработанная схема оценки продвижения позволит выявить ряд положительных и отрицательных факторов, препятствующих развитию туризма, а также на основе изученного опыта зарубежных стран разработать эффективную систему продвижения национального турпродукта.

#### **Список цитированных источников**

1. Дурович, А. П. Маркетинг в туризме: учеб.пособие / А. П. Дурович, А. С. Копанев. – М.: Экономпресс, 1998. – 400 с.

УДК 338.486 (476)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ЗАПАДНО-ПОЛЕССКОЙ ЭТНОГРАФИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ**

**Цыганчук А. А.**

г. Брест, Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, tsyganchuk.anna@mail.ru  
Научный руководитель – Заруцкий С. А., к.г.н. доцент

*The article discusses ethnographic tourism in the ethnographic zone of West Polesye. It specifies the resources for its organization, features of its promotion and sustainable development in the region.*

Ресурсной базой для этнографического туризма являются места, где можно познакомиться со старинной культурой региона и перенестись на несколько эпох назад. Таковыми являются: этнографические и краеведческие музеи, этнографические комплексы (деревни) под открытым небом, агроусадьбы с национальным белорусским колоритом, центры народного творчества, традиционной культуры и быта, дома фольклора, дома ремесел.

Беларусь имеет хорошие перспективы для развития этнографического туризма. В первую очередь это богатая история страны, большое количество объектов материальной и нематериальной культуры, являющейся основой для создания привлекательного и конкурентоспособного этнографического туристического продукта.

Этнографический туризм основан на интересе туристов к подлинной жизни народов, ознакомлении с народными традициями, обрядами, творчеством и культурой. Установлено заметное совпадение представлений и предпочтений исторической тематики у носителей той или иной национальной и этнической культуры [1, с. 89-91].

Начинать создавать этнографический продукт необходимо с изучения края, его легенд, преданий, обычаев и традиций. Важная деталь – одежда, народные костюмы, которые сразу придают действу необходимый колорит. Среди объектов нематериального наследия необходимо выделить обряды, национальные праздники, фестивали, ярмарки, которые значительно повышают познавательную ценность туристических объектов.

Западно-Полесская этнографическая зона Беларуси обладает значительным потенциалом для устойчивого развития туризма. Западное Полесье является регионом, где лучше всего сохранились традиции белорусского народа. Они формировались под влиянием факторов, обусловленных географическим положением территории, и являются предметом туристического интереса. Народные ремесла и быт отражают мировосприятие людей, которые жили здесь на протяжении столетий. Это совместный, многовековой труд людей, населявших территорию данного региона. Своеобразие региональных особенностей определялось природно-климатическими, историческими условиями, спецификой хозяйственных занятий и производственной культуры, характером расселения и архитектурного облика поселений, народного жилья, одежды, устно-поэтического творчества, обычаев, обрядов, местных говоров, в которых развивался тот или иной район Брестской области.

Сегодня наибольший интерес представляют следующие элементы материальной и духовной культуры Западно-Полесского этнографического региона: полесский диалект, или говор, одиночное и хоровое пение, весенний обрядовый хоровод «Стрылка» в деревне Бездеж Дрогичинского района, щедровный обряд «Коники» в Давид-Городке Столинского района, аутентичная застройка в деревне Кудричи Пинского района, женский костюм Кобринского строя, женский костюм малоритского строя, гончарный промысел в деревне Городная Столинского района.

Устойчивое развитие этнографического туризма в Западно-Полесской зоне связано с реализацией следующих задач: возрождение традиций; создание привлекательности региона; сохранение культурного наследия; популяризация услуг; привлечение клиентов и инвестиций.

Для реализации поставленных задач необходимо расширять направления деятельности и перечень предлагаемых услуг на туристических объектах Западно-Полесской этнографической зоны.

Перспективными будут мероприятия, проводимые на агроусадебках: фотографирование в дворянских, мещанских и других костюмах; демонстрация и проведение мастер-классов под руководством мастеров Беларуси; организация минипекарен и «броваров» на объектах туризма; демонстрация домашних и диких животных; реконструкция реального быта с участием аниматоров, которые будут демонстрировать ведение хозяйственной деятельности; организация

услуг детского отдыха по типу «детской комнаты»; организация конкурсов и различных квестов этнографической тематики; продажа сувениров, газет, журналов и почтовых открыток в старом стиле; активное брендинг и продвижение событийных мероприятий этнографического характера.

В последнее время появляются новые формы популяризации этнографического туризма. В их числе – проведение праздников-конкурсов в деревнях и сёлах по различным видам народных художественных промыслов и ремесел. Обязательным условием дальнейшего развития этнографического туризма в Западно-Полесской этнографической зоне Беларуси является тесное взаимодействие и сотрудничество между всеми субъектами данного туризма, включая владельцев агроусадьб, представителей турагентств и средств массовой информации, также проведение круглых столов и практических семинаров по данному вопросу. Требуется активная реклама и продвижение этнографического туризма в средства массовой информации на внутреннем и международном туристическом рынке.

#### **Список цитированных источников**

1. Бутузов, А. Г. Этнокультурный туризм: учебное пособие / А. Г. Бутузов. – М.: КНОРУС, 2013. – 248 с.



