

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»



ТРАНСГРАНИЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

VII Международная научно-практическая конференция

(Гомель, 6–7 июня 2024 года)

Сборник материалов

Научное электронное издание

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2024

ISBN 978-985-577-993-4

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

УДК 502/504(082)

Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды [Электронный ресурс] : сборник материалов VII Международной научно-практической конференции (Гомель, 6–7 июня 2024 года) / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол. : О. В. Ковалёва (гл. ред.) [и др.]. – Электрон. текст. данные (13,6 МБ). – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2024. – Системные требования: IE от 11 версии и выше или любой актуальный браузер, скорость доступа от 56 кбит. – Режим доступа: <http://conference.gsu.by>. – Заглавие с экрана.

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

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

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

Редакционная коллегия:

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

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук А. Г. Подоляк,
кандидат сельскохозяйственных наук В. В. Дробышевская

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абрамова Л. А., Рязанов А. В., Липецких А. А.</i> Деградация антропогенных сельскохозяйственных и смежных с ними ландшафтов, на примере Тамбовской области.....	6
<i>Анисимова Д. А.</i> Негативное воздействие польского забора в Беловежской пуще...	10
<i>Анисимова Л. Г., Жарикова Н. В.</i> Метаболический потенциал конверсии диоксинов бактерий сточных вод.....	12
<i>Белащенко Д. А., Шоджонов И. Ф.</i> Подходы ЕАЭС и ШОС к сотрудничеству в сфере экологической безопасности: сравнительный анализ.....	18
<i>Борисова Т. Е., Ростунов А. О.</i> Искодовые клещи в различных биогеоценозах Меленковской равнины.....	23
<i>Борисова Т. Е., Ростунов А. О.</i> Половой состав популяций искодовых клещей Меленковской равнины.....	27
<i>Бурла М. П.</i> Некоторые особенности этнического состава населения и этнической политики в Республике Молдова и Приднестровской Молдавской Республике.....	30
<i>Бурла О. Н.</i> Численность и плотность населения как фактор воздействия на окружающую среду Приднестровья.....	35
<i>Бушов А. С., Котов М. В.</i> Биополитические угрозы освоения арктического региона...	39
<i>Воронова-Барте Н. В., Ракова М. Д., Левыкина С. С.</i> Количественная характеристика генов систем детоксикации и хеморецепции в геномах насекомых.....	44
<i>Гавриленко И. А., Тимофеева Т. А.</i> Оценка загрязнения атмосферы стационарными источниками по основным отраслям хозяйства Республики Беларусь....	48
<i>Гулаков А. В., Дроздов Д. Н.</i> Сравнительный анализ доз внутреннего облучения дикого кабана, обитающего на территории Полесского радиационно-экологического заповедника.....	52
<i>Гулянов Ю. А., Чибилёв А. А., Левыкин С. В., Силантьева М. М.</i> Роль природоподобных агротехнологий в повышении устойчивости растениеводства и экологической стабильности территории в приграничных с Республикой Казахстан регионах Урала и Сибири.....	55
<i>Гусев А. П., Кулыба Е. И., Рудая А. В.</i> Геоэлектрические методы при оценке загрязнения компонентов техногенных ландшафтов.....	60
<i>Гусев А. П., Филончик Н. Н.</i> Изменения продуктивности ландшафтов широколиственно-лесных зон Евразии.....	63
<i>Демин А. П.</i> Прогноз водопотребления в российской части бассейна трансграничной реки Урал на период до 2035 года.....	67
<i>Дикусар Е. А., Кособуцкий И. В., Стёпин С. Г.</i> Высшие точки возвышенностей и гряд Витебской области: классификация и примеры использования в качестве экскурсионных объектов в туристских технологиях.....	72
<i>Дмитрович Н. П., Свинтоха А. В.</i> Рост и развитие микрорзелени капусты краснокочанной при использовании препаратов водоросли <i>Chlorella vulgaris</i>	77
<i>Еловичева Я. К.</i> Трансграничные геологические разрезы Беларуси и Украины как объекты охраны окружающей среды.....	81
<i>Ермилова Е. В., Тимофеева Т. А.</i> Оценка загрязнения воздуха и вод стационарными и передвижными источниками города Жлобина и Жлобинского района....	87
<i>Ефимчик К. В., Кудина Е. Ф.</i> Разработка полимерных композиционных материалов, подлежащих рециклингу.....	90
<i>Жоров Д. Г., Воробьёва М. М.</i> Видовой состав чужеродных инвазивных видов фитофагов в условиях зеленых насаждений Гомельской области.....	94
<i>Карлионова Н. В., Бородин А. В., Винчевский А. Е., Никифоров М. Е.</i> Регистрации редких видов птиц, утвержденные Белорусской орнито-фаунистической комиссией в 2023 году.....	99

<i>Колошкина А. А.</i> Влияние природных и антропогенных факторов на гидрохимический режим рек Беларуси на примере реки Свислочь.....	103
<i>Комаров И. Д., Каминченко Д. И.</i> Влияние цифровизации общества на демографию: результаты статистического анализа.....	107
<i>Королев В. А., Бабкина Л. А., Боев Н. А.</i> Влияние цинка и кадмия на относительную массу семенников крыс.....	112
<i>Коротеева Д. О.</i> Таксономический состав оособразных перепончатокрылых (Hymenoptera: Vespomorpha) – посетителей соцветий золотарников (<i>Solidago L.</i>) в условиях Гомельской области.....	115
<i>Круглов Е. А.</i> Исследование процесса строительства муравейника обыкновенного рыжего лесного муравья (<i>Formica rufa</i>) с использованием методики фотосканирования.....	120
<i>Круглова О. Ю.</i> Инвазивная азиатская коровка (<i>Harmonia axyridis</i>) и аборигенные кокциnellиды: соотношение видов в условиях декоративных насаждений города Могилёва.....	125
<i>Левыкина С. С., Александрович П. Е., Швед А. А.</i> Некодирующие области в митохондриальных геномах листоблошек (<i>Psylloidea</i>).....	129
<i>Лесникова П. С., Захарихина Л. В.</i> Особенности формирования элементного состава вод реки Сочи Черноморского побережья России в разные гидрологические режимы.....	133
<i>Лукиша М. В.</i> Закономерности формирования очень сильного ветра и очень сильных осадков в холодный период на территории Витебской области.....	139
<i>Манько К. А., Осипенко Г. Л.</i> Изучение экосистем города Гомеля с использованием экологического маршрута «Я хочу дружить с природой».....	143
<i>Матусевич К. М.</i> Гуманизм у туризме.....	146
<i>Махинова А. Ф., Захарычева Т. А., Широкова А. С.</i> Влияния аэрогенной нагрузки на здоровье населения при высокой задымленности в период лесных пожаров (на примере Хабаровского края).....	149
<i>Меженная О. Б., Шаринец Э. Н.</i> Оценка подготовленности запасов третьего калийного горизонта северо-восточной части шахтного поля Краснослободского рудника для промышленного освоения и технико-экономические показатели....	154
<i>Межова Л. А., Луговской А. М., Кульнев В. В., Кизеев А. Н.</i> Методика оценки особо охраняемых природных территорий в зоне развития экологического туризма.....	158
<i>Мележ Т. А.</i> Глинистые грунты: свойства и классификация.....	166
<i>Мележ Т. А.</i> Литолого-палеонтологическая характеристика девонских толщ Припятского прогиба.....	171
<i>Миндубаев А. З., Бабынин Э. В., Ахбарова Л. И., Гоголашвили Э. Л., Галимова А. Р.</i> Окисление красного фосфора до фосфата грибами аспергиллами.....	174
<i>Назарчук О. А.</i> Аномальные яйца речных крачек <i>Sterna hirundo</i> (Linnaeus, 1758), гнездящихся в пойме реки Припять.....	177
<i>Неповинных А. Г., Мельник А. И., Андропова А. А., Мамедова С. К.</i> Информационно-аналитическая база данных учебно-опытного лесхоза сибгу им. М. Ф. Решетнева.....	181
<i>Новик А. А.</i> Межрегиональная корреляция стадий отступления последнего ледникового покрова в пределах Восточно-Европейской равнины.....	186
<i>Подоляк А. Г., Персикова Т. Ф.</i> Обеспечение радиационной безопасности населения и территорий Республики Беларусь в отдаленный период после катастрофы на Чернобыльской АЭС.....	191
<i>Полетаев А. С., Куницкий Д. Ф.</i> Потенциал реки Лоша (Островецкий район) как нерестового водотока проходных лососевых рыб.....	199
<i>Преминина Я. К.</i> Соловецкий архипелаг как объект экологического туризма.....	204

<i>Рогожина Е. В.</i> Базальное «дыхание», углерод микробной биомассы и метаболический коэффициент почв урболандшафтов Сочи.....	208
<i>Русецкая Н. Ю., Соколов А. С.</i> Геоэкологическая оценка ландшафтов Восточно-Белорусской ландшафтной провинции.....	212
<i>Сикираж В. В.</i> Состояние трансграничного сотрудничества Республики Беларусь в сфере экологии в условиях современной кризисности.....	217
<i>Соколов А. С.</i> Показатели этнической неоднородности Беларуси и их пространственная автокорреляция.....	220
<i>Стельмах Е. В.</i> Геоэкологические аспекты формирования продовольственной независимости (на примере Еврейской автономной области).....	226
<i>Струк М. И., Флерко Т. Г.</i> Интегральная оценка геоэкологического состояния сельских поселений Гомельской области.....	229
<i>Сугако Н. А.</i> Основные направления демографической политики в Республике Беларусь.....	234
<i>Тимошенко В. А., Иванов Д. Л.</i> Влияние изменения климата на продолжительность и сроки половодья реки Западная Двина в Беларуси.....	237
<i>Томаш М. С.</i> Оценка рекреационных ресурсов водохранилищ Гомельской области..	241
<i>Ушаков М. В.</i> Доли стока с территорий субъектов Российской Федерации в суммарном годовом стоке реки Колымы.....	246
<i>Флерко Т. Г., Ефимович М. А.</i> Из опыта обследования родников Гомельской области.....	250
<i>Фомичева Д. В., Жидкин А. П.</i> Риски деградации сельскохозяйственных земель от водной эрозии почв на европейской территории России.....	255
<i>Хвир Д. И., Хвир В. И.</i> Первичные данные о биотопической приуроченности шмелей (Hymenoptera: apidae: <i>Vombus sp.</i>) в условиях Беларуси.....	260
<i>Цымбалова А. Е.</i> Отражение проблемы энергетического перехода в концептуальных документах Королевства Испании.....	265
<i>Чердакова А. С., Чичкова А. О.</i> Исследование защитного действия гуминовых препаратов по отношению к редьке масличной (<i>Brassica rapa L.</i>) в условиях абиотических стрессов.....	269
<i>Чечко В. А.</i> Особенности геоэкологии донных отложений неглубоких прибрежных эстуарно-лагунных водоемов (на примере Калининградского залива Балтийского моря).....	274
<i>Швед А. А., Осипенко Г. Л.</i> Проектирование эколого-краеведческих маршрутов как направление научной деятельности.....	277
<i>Шульгович А. М., Степаненко В. Б., Воронова-Барте Н. В., Левыкина С. С.</i> Цитохромы P450 клады CYP4 в геномах тлей с различной пищевой специализацией..	281
<i>Янцер О. В., Батраева Е. А., Вишнякова И. С., Каргаева А. В., Плахова А. А., Ноговицына А. А.</i> Пространственные закономерности осеннего развития березы на территории России в сентябре 2023 года.....	285
<i>Gong Jia Liang.</i> Differences in natural resource management systems in China and Belarus.....	290
<i>Timofeeva T. A., Gong Jia Liang.</i> Geochemical barriers of the Sozh river floodplain....	295

Л. А. АБРАМОВА, А. В. РЯЗАНОВ, А. А. ЛИПЕЦКИХ

**ДЕГРАДАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
И СМЕЖНЫХ С НИМИ ЛАНДШАФТОВ,
НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина»,
г. Тамбов, Российская Федерация,
kaf-turizma@mail.ru*

Статья посвящена деградации антропогенных ландшафтов в современных условиях. Антропогенные ландшафты, созданные для обеспечения преимущественно хозяйственных нужд на современном этапе развития экономики, теряют свое назначение и при отсутствии ухода перестают выполнять заложенные при создании функции, деградирую из культурных в акультурные комплексы.

Ключевые слова: антропогенные ландшафты, деградация ландшафтов, акультурные ландшафты, Тамбовская область.

В воронежской школе ландшафтоведения антропогенные ландшафты определяются следующим образом: «Антропогенные ландшафты – это природные комплексы, в которых на всей или на большей их площади подвергся коренному изменению, под воздействием человека, любой из компонентов ландшафта», в данном исследовании мы придерживаемся основных направлений классификации антропогенных ландшафтов предложенных воронежскими учеными, а в частности Ф.Н. Мильковым в 1981 году [4].

Антропогенные ландшафты начали формироваться на территории Тамбовской области с начала заселения территории, на которой она в настоящее время расположена, так как с появлением человека ландшафт преобразуется под воздействием хозяйственной деятельности. Современные антропогенные ландшафты в большей степени отражают сельскохозяйственное направление использования территории, но, несмотря на это, разнообразие антропогенных комплексов созданных за период освоения территории Тамбовской области достаточно велико [1].

Сельскохозяйственные ландшафты: полевые, садовые и сенокосно-пастбищные занимали на территории Тамбовской области значительные площади, если в современной структуре землепользования полевые ландшафты являются доминантой и их площади за последние сто лет претерпевают незначительные колебания, то садовые и сенокосно-пастбищные в значительной степени трансформировались.

В структуре сельскохозяйственных угодий площадь пашни составляет 2127,5 тыс. га, залежи – 9,6 тыс. га, многолетних насаждений – 32,4 тыс. га, сенокосов – 166 тыс. га, пастбищ – 388,8 тыс. га. Причем за последние 10 лет отмечается рост площади пашни и сенокосно-пастбищных угодий за счет сокращения залежных земель, площадь которых составляла в 2006 году целых 140,7 тыс. га [6]. Перевод залежи в пастбища и сенокосы на данный момент для сельхозпроизводителей не имеет актуальности, так как для современного поголовья скота (81,5 тыс. голов) такие площади даже избыточные.

Сенокосно-пастбищные ландшафты, которые располагались на неудобьях не вовлеченных в пашню, за последнее столетие прошли две фазы трансформации, первая фаза связана с увеличением поголовья скота, которое с 50-х до 90-х годов прошлого столетия скачкообразно увеличивалось, как в личных хозяйствах, так в колхозах и совхозах, а с 90-х годов резко сокращалось.

На первой стадии деградация пастбищных угодий была спровоцирована неумеренным выпасом, причем на разных типах пастбищ негативные последствия данного явления проявлялись по своему, так на склонах балок перевыпас привел к появлению

мелкотеррасированной тропиной сети с выбоинами травостоя, где смыв почв был, в значительной степени, усилен, на поймах значительные участки были вытоптаны, сбитые почвы занимали рудеральные виды, травостой не отличался биологическим разнообразием, преобладали в основном устойчивые злаки, костер береговой, мятлик луговой, пырей ползучий, ежа сборная. Влажные луга, чаще всего осоковые с примесью лисохвоста и куртинами лапчатки гусиной и крупнотравья (девясил высокий, щавель конский пр.), отличающиеся меньшей продуктивностью, использовались не так интенсивно, поэтому смогли сохраниться в состоянии близком к естественному.

Таким образом, на первой стадии происходило снижение биологического разнообразия, увеличение доли рудеральных и синантропных видов, изменение верхнего слоя почвенного покрова, в том числе и усиление процессов смывости почв на склонах балок и речных долин.

Вторая стадия, связанная с выведением из хозяйственного использования значительных площадей сенокосов и пастбищ, характеризуется медленным восстановлением, появлением мозаичности фитоценоза, возвращаются виды неустойчивые к вытаптыванию, такие как тюльпан Биберштейна, лютик иллирийский, мордовник русский. Полное снятие антропогенной нагрузки приводит и к негативным последствиям, таким как зарастание лугов древесно-кустарниковой растительностью и закочкариванию. Причем формируется неустойчивый фитоценоз из груши лесной, боярышника кроваво-красного, клена ясенелистного. Отсутствие выпаса и сенокосения может привести к частичному исчезновению пойменных лугов и луговых степей. Зарастание пойменных лугов при наличии достаточного семенного банка из расположенных поблизости насаждений происходит достаточно быстрыми темпами и возможно приведет к утрате таких урочищ, а соответственно и к уменьшению ландшафтного и биологического разнообразия [2].

Кроме того, анализируя космические снимки, находящиеся в открытом доступе, нами были обнаружены участки лугов с признаками интенсивного вытаптывания, которое фиксируется по наличию четко просматриваемых кругов небольшого (10-20 м) диаметра, которые образуются при содержании крупного рогатого скота на приколе, при ограниченной площади выпаса. Пока изучение состояния травостоя на подобных участках нами не производилось.

Садовые ландшафты в Тамбовской области занимают незначительные площади, порядка, 1955 га. Садоводство в регионе, в промышленных масштабах, несмотря на наличие научной базы – мичуринской школы селекции, развито слабо. Старые сады, которые занимали площади не более 100 га за последнее десятилетие раскорчевываются, такое решение было принято Администрацией Тамбовской области с выделением средств из бюджета. В целом на современном этапе природопользования этот тип ландшафтов только начинает формироваться [3].

Поэтому на территории области можно выделить следующие подтипы садов: раскорчеванные сады с порослью плодовых видов, и сеянцами клена ясенелистного и обилием бурьянистой растительности; старые сады, где плодовые растения перестали быть доминантами и оказались под пологом древесных видов (березы бородавчатой, клена платановидного и ясенелистного, вяза мелколистного и пр.) появившихся самосевом; молодые интенсивные сады. Два первых подтипа без управления человеком превращаются в аккультурные ландшафты, но в тоже время их можно отнести к территориям экологического фонда, т.к. определенные средообразующие функции они выполняют.

Деградирующие объекты нами были обнаружены и среди аквальных антропогенных ландшафтов. Пруды и водохранилища, массово создаваемые на территории области во второй половине прошлого века, должны были использоваться для орошения полей, водопоя скота, либо для рыборазведения. После создания не многие из них использовались по назначению. В районах области, которые находятся в пределах Окско-Донского плоскогорья, запружены все верховья малых рек, большое количество прудов создано

в крупных балках. Многие водоемы создавались без предварительной подготовки территории к затоплению, что в первые годы существования привело водоемов к загрязнению продуктами разложения травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Это сильно ускоряет процесс эвтрофикации, на мелководьях формируются сплавины, у плотинной части происходит формирование водно-болотной растительности. В процессе развития любой водоем зарастает гидрофитами, во всех прудах Тамбовской области отмечается чрезмерное разрастание элодеи канадской, понижения уровня воды в отдельные годы, приводит к интенсификации разложения водной растительности, разрастанию в прибрежной части тростниковых и камышевых крепей.

Мелководные аквальные комплексы перехватывают сток малых рек в верхнем течении, превращаясь в испарители воды, что негативно сказывается на самом водотоке. Мелиоративные работы по восстановлению прудов в области пока не осуществляются.

Сейчас многие пруды непригодны ни для разведения рыбы, ни для рекреационного использования. Это связано, во-первых, с интенсивным биологическим загрязнением, которое происходит по естественным причинам, во-вторых, с нестабильностью уровня воды, из-за прорыва плотин во время весеннего паводка.

Нами во время полевых исследований зафиксировано несколько плотин с частичным и даже полным разрушением. Ложе таких прудов превратилось в осоково-камышевое болото с присутствием ивы пепельной, пятитычинковой, белой и иногда березы бородавчатой.

Ленточные лесокультурные ландшафты, к которым относятся лесополосы разного функционального назначения на данный момент также находятся в стадии деградации. Первые лесные полосы появились на территории Тамбовской области при внедрении в жизнь сталинского плана преобразования природы, уход за ними всегда был минимален. Первоначально полезащитные полосы создавались из дуба черешчатого, но после засухи 1972 года стали массово высаживать быстро растущие виды – тополь, береза, клен ясенелистный.

Лесные полосы из клена ясенистого сформировали плотные насаждения с развитым подростом из самосева, причем эти лесные полосы зачастую «крадут» посевные площади, что вынуждает сельхозпроизводителей производить достаточно «варварские» расчистки.

Самыми распространенными в регионе являются однопородные лесные полосы, сформированные из березы. Основное их назначение ветроломное. В таких лесных полосах формируется разнотравнозлаковый покров с преобладанием вейника наземного, а также редкий кустарниковый ярус. Эти лесные полосы более всего пострадали от экстремальных погодных условий 2010 года, кроме засухи, высокие температуры спровоцировали развитие патогенов, что привело к гибели большого количества деревьев, требующиеся рубки ухода не проводятся [5].

Лесные полосы с введением ясеня обыкновенного и ясеня пушистого пострадали от узкотелой златки, эти виды не являются основными в лесомелиоративном разведении, но, все же, встречаются во втором ярусе многопородных полезащитных и противоэрозионных полос. В ходе полевых исследований нами были обнаружены достаточно большие участки лесных полос, пораженных низовыми пожарами, которые более активно зарастают травянистой растительностью.

Таким образом, из проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы: антропогенные ландшафты без поддержания человеком их функций достаточно быстро теряют свои качества, превращаясь в акультурные. Сильно снижается устойчивость территории, сокращается биологическое разнообразие, вытесняются аборигенные виды. Первые признаки деградации антропогенных ландшафтов легко фиксируются по состоянию фитоценоза.

Список литературы

1 Абрамова, Л. А. К вопросу изучения современных антропогенных ландшафтов в регионах преимущественно сельскохозяйственного использования земель, на примере

Тамбовской области / Л. А. Абрамова, А. В. Рязанов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 2 (128). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-izucheniya-sovremennyh-antropogennyh-landshaftov-v-regionah-preimuschestvenno-selskohozyaystvennogo-ispolzovaniya-zemel/pdf>. – Дата доступа: 20.05.2024.

2 Абрамова, Л. А. Развитие сенокосов и пастбищ после снятия антропогенного воздействия в юго-западной части Тамбовской области / Л. А. Абрамова, А. В. Рязанов // Географические исследования в контексте социально-экономического развития регионов, Грозный, 26–27 мая 2023 года / ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А. А. Кадырова». – Грозный: Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова, 2023. – С. 14–17.

3 Ибрагимов, Э. У. Обоснование прогнозных параметров развития садоводства Тамбовской области / Э. У. Ибрагимов // Russian Journal of Management. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 346–357.

4 Мильков, Ф. Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы / Ф. Н. Мильков. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. – 400 с.

5 Попов, А. В. Влияние экстремальных метеорологических условий на состояние полей защитных лесных насаждений Каменной Степи / А. В. Попов, Н. В. Рыбалкина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 6-5 (120). – С. 87–91.

6 Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://68.rosstat.gov.ru/>. – Дата доступа: 24.04.2024.

L. A. ABRAMOVA, A. V. RYAZANOV, A. A. LIPETSKIKH

**DEGRADATION OF ANTHROPOGENIC AGRICULTURAL
AND RELATED LANDSCAPES,
USING THE EXAMPLE OF THE TAMBOV REGION**

*Tambov State University named after G. R. Derzhavin,
Tambov, Russian Federation,
kaf-turizma@mail.ru*

The article is devoted to the degradation of anthropogenic landscapes in modern conditions. Anthropogenic landscapes created to meet primarily economic needs at the present stage of economic development lose their purpose and, in the absence of care, cease to perform the functions inherent in the creation, degrade from cultural to acultural complexes.

Key words: anthropogenic landscapes, degradation of landscapes, cultural landscapes, Tambov region.

Д. А. АНИСИМОВА

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЛЬСКОГО ЗАБОРА В БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩЕ

*ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова»,
г. Москва, Российская Федерация,
Leskova6011@yandex.ru*

В данной статье рассмотрены негативные воздействия, появившиеся после постройки Польского забора, делящего Беловежскую пуцу на две территории. Обозначены и описаны предположения о возможных решениях данной проблемы.

Ключевые слова: Беловежская пуца, Польша, ЮНЕСКО, экологические проблемы.

На сегодняшний день национальный парк «Беловежская пуца» является одним из самых больших лесных массивов, расположенных в равнинной Европе, который сохранен в неприкосновенном состоянии, не считая границы, которая делит парк на две территории таких стран, как Белоруссия и Польша. В 1979 году реликтовый лесной массив был внесен в список Всемирного наследия ЮНЕСКО [1]. Именно в этом стоит острый вопрос негативного воздействия польского забора в Беловежской пуце, которую премьер-министр Польши в 2022 году назвал стратегической инвестицией, которая выстроена для защиты границы и граждан. Важно также отметить, что данный забор был выстроен без предварительных строительных и экологических экспертиз [2]. Таким образом не были определены риски, которые могут возникнуть в ходе и после построения искусственного ограждения. Однако, после незначительного прохождения времени были выявлены четыре области негативного воздействия на состояние экосистемы Беловежской пуцы, связанного с построением данной стены. Александр Николаевич Корбут, являющийся Первым заместителем Министра природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, отметил такие области негативного влияния заградительного сооружения, как:

1. Фрагментация лесного комплекса и охраняемых мест обитания. Была повреждена почва, повлекшая за собой деградацию земли, уничтожение живого покрова, а также старых и возрастных широколиственных лесов.

2. Разрыв трансграничных экологических связей. Польская сторона отказалась принимать участие в защите экологической системы Беловежской пуцы.

3. Нарушение гидрологического режима. Данная проблема была отмечена ещё при постройке забора, в следствие чего было предположение об усыхании леса с обеих сторон от изгороди. Однако, сейчас видна тенденция подтопления лесов, появившаяся вследствие нарушения естественных природных процессов. И такая тенденция будет только усугубляться.

4. Блокирование путей миграции животных. Многие животные в попытке пройти ограждение застревают или получают ранения из-за проволоки, что приводит к их смерти [3].

Неоднократно с появлением стены заместитель постоянного представителя Беларуси при ЮНЕСКО Кирилл Грушевский приглашал экспертов ЮНЕСКО обратить внимание на проблемы, повлекшие за собой разрушение экосистемы Беловежской пуцы, однако, на данные просьбы ЮНЕСКО вместе с инспекторами Международного союза охраны природы ответили только в этом году, отправив мониторинговую миссию, рассматривающие дело с 24 по 26 марта, которая подтвердила разрушительных эффект, оказывающий заградительным сооружением. Также они отметили, что сама по себе Беловежская пуца на протяжении долгого времени была единой системой, работающей по взаимным самостоятельным принципам. Эта целостность заключается в тесной связи животного и растительного миров на больших территориях, не затронутых фундаментальными экологическими процессами. Эксперты отметили, что важно восстановить

связь этих систем, так как из-за нарушения целостности, а также при условии климатических изменений, велика вероятность усыхания и потери ценных лесов в катастрофических масштабах. Таким образом, сейчас мониторинговая миссия отметили два принципа, звучащими, как лозунг, которыми стоит руководствоваться, а именно «Две страны – один лес», «Наука и природа вне политики» [4].

Однако, еще не понятно, как дальше будет идти процесс восстановления экосистемы. На официальных сайтах экспертов еще не появилось новости, связанной с приездом в Беловежскую пуцу, поэтому их мнение по решению данного вопроса не предоставляется возможным. Однако, можно лишь предложить, что либо Польшу привлекут к ответственности, как было в 2018 году, когда Суд Европейского союза установил, что правительство Польши не выполнило свои обязательства по защите Беловежской пуцы в связи с вырубкой леса, и им было аннулировано разрешение на это, так как сейчас также идет недобросовестное отношение к экосистеме и острашение от всего, что с этим связано, хотя со стороны Беларуси были неоднократные попытки обращения к Польше с просьбой и содействием в защите леса [5]. Либо же будет заключено соглашение или иной документ, заключенный непосредственно вместе с международными экспертами, подтверждающий готовность Польши оказать всю необходимую помощь для возвращения Беловежской пуцы целостность и единство, предотвратив тем самым идущие негативные тенденции.

Список литературы

1 Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк “Беловежская Пуца”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://npbp.by/about> (дата обращения: 27.04.2024).

2 Мониторинговая миссия ЮНЕСКО прибыла в Беловежскую пуцу в связи со строительством забора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nashkraj.by/news/ofitsialnaya-informatsiya/monitoringovaya-missiya-yunesko-pribyla-v-belovezhskuyu-pushchu-v-svyazi-so-stroitelstvom-zabora> (дата обращения: 27.04.2024).

3 Определены основные области негативного воздействия польского забора в Беловежской пуце [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Определены основные области негативного воздействия польского забора в Беловежской пуце 3 (belta.by) (дата обращения: 26.04.2024).

4 Миссия ЮНЕСКО/МСОП подтвердила негативное влияние польского забора на экосистемы в Беловежской пуце [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Миссия ЮНЕСКО/МСОП подтвердила негативное влияние польского забора на экосистемы в Беловежской пуце | Новости | Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (minpriroda.gov.by) (дата обращения: 28.04.2024).

5 Białowieża Forest Case: Judgement by Court of Justice of the EU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iucn.org/news/world-commission-environmental-law/201805/bia%C5%82owie%C5%BCa-forest-case-judgement-court-justice-eu> (дата обращения: 29.04.2024).

D. A. ANISIMOVA

THE NEGATIVE IMPACT OF THE POLISH FENCE IN BELOVEZHSKAYA PUSHCHA

*Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russian Federation,
Leskova6011@yandex.ru*

This article examines the negative impacts that appeared after the construction of the Polish fence dividing Belovezhskaya Pushcha into two territories. Assumptions about possible solutions to this problem are outlined and described.

Key words: Belovezhskaya Pushcha, Poland, UNESCO, environmental problems.

Л. Г. АНИСИМОВА¹, Н. В. ЖАРИКОВА²

МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КОНВЕРСИИ ДИОКСИНОВ БАКТЕРИЙ СТОЧНЫХ ВОД

¹Научно-исследовательский технологический институт гербицидов
и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством АН РБ,

г. Уфа, Российская Федерация,
biotechexpert22@gmail.com,

²Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН,

г. Уфа, Российская Федерация,
puzzle111@yandex.ru

Проведена детоксикация нестерильных сточных вод завода ОАО «Уфахимпром» (Уфа, Республика Башкортостан) от спектра конгенов полихлорированных дибензо-*n*-диоксинов и дибензофуранов. При этом их суммарная концентрация после 10 дней инкубации снизилась более чем в 64 раза, а концентрация принятого за эталон токсичности 2,3,7,8-тетрахлордибензо-*n*-диоксина упала в 91 раз.

Ключевые слова: бактериальная деградация, дибензо-*n*-диоксины, дибензофураны, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота.

Антропогенная деятельность сопровождается поступлением и накоплением в окружающей среде многочисленных высокотоксичных стойких органических загрязнителей (алифатических и ароматических углеводородов, хлорированных ароматических соединений, пестицидов и гербицидов), которые являются целевыми или побочными продуктами промышленного производства. К побочным продуктам относятся диоксины, которые непреднамеренно образуются при синтезе хлорароматических соединений (а именно при производстве гербицидов 2,4-дихлорфеноксиуксусной (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислот (2,4,5-Т), отбеливании целлюлозы, вторичной переработке металлов и сжигании хлорсодержащих органических материалов, бытовых и промышленных отходов [1].

Диоксины представляют серьезную угрозу для здоровья человека и живых организмов в целом из-за своей токсичности, кроме того это очень стабильные соединения с малополярными, липофильными и гидрофобными свойствами, период их полураспада в почве составляет от 60 до 80 лет, при этом они длительно сохраняются в окружающей среде, просачивается в глубину почвы с осадками, мигрирует в растительный и водный мир, что приводит к их биоаккумуляции в почве и пищевой цепи [1].

Диоксины составляют класс структурно и химически родственных полигалогенированных ароматических углеводородов обычно встречаются в виде смеси родственных соединений – конгенов, в основном включает полихлорированные дибензо-*n*-диоксины (ПХДД или диоксины) и дибензофураны (ПХДФ или фураны), в последнее время к этому классу стали относить и «диоксиноподобные» бифенилы (ПХБ), хотя и менее токсичные, но выпускаемые в промышленных масштабах. Основу этих соединений составляют два ароматических кольца, в случае ПХДД соединенные двумя кислородными мостиками, а в случае ПХДФ - одним, и содержащих от одного до восьми атомов хлора. В структуре ПХБ два бензольных кольца непосредственно связаны друг с другом (рисунок 1).

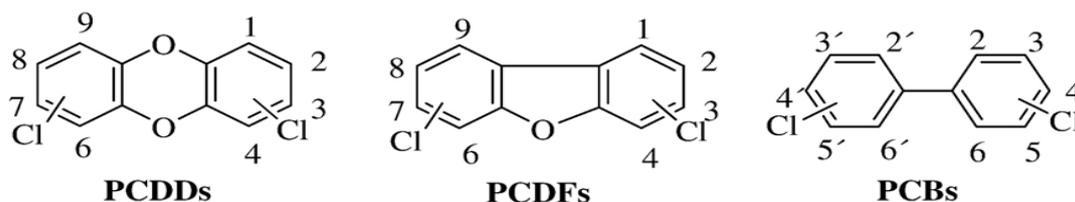


Рисунок 1 – Структурные формулы хлорсодержащих диоксинов, фуранов и бифенилов. Нумерация относится к атому углерода, доступному для замещения хлором

Только 7 из 75 всех конгенов ПХДД, 10 из 135 конгенов ПХДФ и 12 из 209 существующих конгенов ПХБ обладают диоксиноподобной токсичностью. Среди ПХДД/Ф это имеющие хлорзаместители в положениях 2, 3, 7, 8. Диоксины воздействуют на организм через арилуглеводородный рецептор, поэтому предполагают, что их эффекты аддитивны и существует общий механизм вызывающий токсичность, используют показатели эквивалентной токсичности (ПЭТ или TEF). Система TEF была введена в действие для диоксинов и фуранов в 1998 году, принята на международном уровне и получила название International-TEF (I-TEF). Токсичность самого опасного диоксина 2, 3, 7, 8-ТХДД принята за эталон, а международный фактор его токсичности принят за единицу (в условном обозначении (I-TEF = 1). Другие конгены имеет свой эквивалент токсичности (I-TEF), рассчитанный по отношению к I-TEF 2, 3, 7, 8 –ТХДД, например, для 2, 3, 7, 8- ТХДФ I-TEF равен 0,1, а для 3, 3, 4, 4-ТХБ - 0,0001. Когда коэффициент TEF умножается на уровень концентрации конгенов, получается значение международного эквивалента токсичности (TEQ) (синоним диоксиновый эквивалент - ДЭ) [1].

Химическая инертность диоксинов делает удаление этих ксенобитиков очень сложной задачей. Микроорганизмы, которые повсеместно распространены в отложениях, почвах и водоемах, являются важными агентами полного разложения органических соединений и переработки глобального углерода, и их нельзя недооценить как экономически эффективный и устойчивый подход к детоксикации окружающей среды, в том числе и от диоксинов. Были проведены обширные исследования бактериальных изолятов и/или бактериальных сообществ, которые могут разлагать ПХДД/Ф в окружающей среде. Разнообразные микроорганизмы способны метаболизировать незамещенные диоксины (ДД/Ф), но лишь немногие из них обладают способностью к аэробному разложению высокохлорированных диоксинов (от тетра- до октахлорированных) из-за повышенной стабильности, которую хлорирование добавляет к углеродному скелету [3].

В России основным источником поступления диоксинов в окружающую среду является производство хлорароматических гербицидов. Примером такого загрязнения служит территория накопленного экологического ущерба бывшего завода ОАО «Уфахимпром» (Уфа, Республика Башкортостан). На протяжении всего своего функционирования (1942-1990 гг.) «Уфахимпром» был один из крупнейших в СССР и в мире производителей продуктов органической химии. Так, мировое производство гербицида 2,4-Д достигало примерно 50 тыс. т в год, при этом потребности СССР и социалистических стран покрывались за счет уфимского завода, мощность которого составляла 41 тыс. т в год. На сегодняшний день площадь загрязнения, в том числе диоксинами на территории бывшего завода ОАО «Уфахимпрома» составляет 142,9 га, а в шламонакопителях предприятия находится около 500 тыс. куб. м неочищенных отходов [4].

Цель работы - исследовать метаболический потенциал аборигенных и привнесённых бактериальных штаммов для детоксикации сточных вод производства «Уфахимпром», содержащих высокие концентрации диоксинов.

Объектами исследований служили аборигенные бактериальные штаммы сточных вод заводом ОАО «Уфахимпром» (Уфа, республика Башкортостан), а также пять штаммов, обозначенных нами как 3Lif, Lif-1, Fb22, ДФ-1L и 5F, изолированных ранее из образцов почвы,

загрязненной отходами химического производства. Штаммы 3Lif, Lif-1, Fb22, ДФ-1L и 5F были использованы для обогащения микробиоты сточных вод, содержащих высокие концентрации диоксинов с целью более эффективного разложения спектра этих соединений.

В эксперименте по детоксикации сточных вод, использовалась среда следующего состава: 0,5л минеральной среды М9 (г/л - Na_2HPO_4 – 6.0; KH_2PO_4 – 3.0; NaCl – 1.0, NH_4Cl – 1.0, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0.3.), 0,5л нестерильной сточной воды, 5 мл богатой среды LB. В колбы также добавили по 2 мл, выращенных на LB культур 3Lif, Lif-1, Fb22, ДФ-1L и 5F. Отобранные пробы были отправлены в аккредитованную лабораторию аналитической экотоксикологии ФГБУН Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН на анализ содержания массовой концентрации полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов, методом хромато-масс-спектрометрии. Из культуральной жидкости на плотной агаризованной среде LB были выделены чистые культуры бактерий, вероятно обладающие способностью к конверсии диоксинов. Чистоту культур оценивали визуально и под микроскопом.

Способность биологических деструкторов утилизировать 2,4-Д исследовали на жидкой минимальной минеральной среде М9, где в качестве источника углерода добавлялось 2,4-Д в концентрации 500 и 1000 мг/л. Посевной материал бактерий выращивали 18 часов при температуре 28 °С в пробирках с 3 мл среды LB. Затем культуры пересевали в аликвотах составляющих 0.5% от конечного объема в жидкую среду М9, где 2,4-Д служила единственным источником углерода. Культуры инкубировали в термостате при температуре 28°С в течение 7-ми дней. Рост определялся визуально по помутнению среды по сравнению с контролем (среда М9 с 2,4-Д без внесения суспензии бактерий). Эксперименты проводили в трех повторностях.

В начале работы, нестерильные сточные воды завода ОАО «Уфахимпром» были разбавлены в два раза минеральной средой М9 для уменьшения токсичного эффекта высоких концентраций спектра диоксинов. Далее в смесь была добавлена аликвота в размере 0,5% от конечного объема богатая среды LB для более быстрого увеличения бактериального титра на начальном этапе культивирования. Кроме того, с целью более эффективного разложения спектра диоксинов, было проведено обогащение нестерильных сточных вод пятью штаммами, обозначенных нами как 3Lif, Lif-1, Fb22, ДФ-1L и 5F, изолированными ранее из образцов почвы, загрязненной отходами химического производства.

При периодическом культивировании нестерильной сточной воды обогащенной чистыми культурами деструкторов хлорароматических соединений, были отобраны две пробы контрольная до начала эксперимента и опытная – в конце эксперимента. Содержимое этих проб было проанализировано на содержания массовой концентрации токсичных конгенов ПХДД(Ф) методом хромато-масс-спектрометрии. Результаты эксперимента по детоксикации сточной воды завода ОАО «Уфахимпром» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ проб на содержания массовой концентрации полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов

Определяемый компонент	Коэффициент токсичности, I-TEF	Концентрация в контрольной пробе, пг/л	Концентрация в контрольной пробе в пересчете на эквивалент токсичности I-TEQ, пг/л	Концентрация в опытной пробе, пг/л	Концентрация в опытной пробе в пересчете на эквивалент токсичности I-TEQ, пг/л
1	2	3	4	5	6
2,3,7,8-ТХДД	1	72,8	72,8	0,8	0,8
1,2,3,7,8-ПеХДД	0,5	20	10	0	0

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
1,2,3,4,7,8-ГкХДД	0,1	0,6	0,06	< 0,5	–
1,2,3,6,7,8-ГкХДД	0,1	8,7	0,87	< 0,5	–
1,2,3,7,8,9-ГкХДД	0,1	3	0,3	< 0,5	–
1,2,3,4,6,7,8-ГпХДД	0,01	20,2	0,202	0,5	0,005
ОХДД	0,001	166	0,166	4	0,004
2,3,7,8-ТХДФ	0,1	3,3	0,33	< 0,3	–
1,2,3,7,8-ПеХДФ	0,05	3,9	0,195	0,9	0,045
2,3,4,7,8-ПеХДФ	0,5	4,1	2,05	0,3	0,15
1,2,3,4,7,8-ГкХДФ	0,1	8,5	0,85	0,7	0,07
1,2,3,6,7,8-ГкХДФ	0,1	4,3	0,43	< 0,3	–
1,2,3,7,8,9-ГкХДФ	0,1	4,6	0,46	< 0,4	–
2,3,4,6,7,8-ГкХДФ	0,1	2,5	0,25	< 0,5	–
1,2,3,4,6,7,8-ГпХДФ	0,01	32,1	0,321	1,7	0,017
1,2,3,4,7,8,9-ГпХДФ	0,01	5,2	0,052	< 0,5	–
ОХДФ	0,001	252	0,252	7	0,0021
Сумма ТХДД		109		12	
Сумма ПеХДД		60,4		1,9	
Сумма ГкХДД		53		2	
Сумма ГпХДД		40		1	
Сумма ТХДФ		701		22	
Сумма ПеХДФ		462		15	
Сумма ГкХДФ		63		1	
Сумма ГпХДФ		55,8		2,7	
Сумма ПХДД и ПХДФ			89,6	1,1–1,4	

Как видно из таблицы суммарная концентрация токсичных конгенов ПХДД(Ф) после инкубации снизилась более чем в 64 раза, при этом концентрация принятого за эталон токсичности 2,3,7,8, ТХДД упала в 91 раз.

После завершения опыта из инкубационной смеси было выделено 9 чистых культур бактерий (таблица 2), вероятно ответственных за снижение концентрации диоксинов. Восемь штаммов, обозначенные нами как С-1, С-2, Сп-1, Дх-1, Дх-2, Дх-3, Фц и R-3, были вновь выделенными аборигенными культурами микробиоты сточных вод. Девятый изолят оказался штаммом ДФ-1L добавленным для обогащения микробиоты сточных вод. Таким образом, из пяти штаммов, использованных для обогащения, только культура ДФ-1L оказалась способной выдержать конкуренцию с аборигенной микробиотой сточных вод и внести вклад в утилизацию конгенов диоксинов.

В дальнейшем чистые культуры девяти изолятов были испытаны на потенциал деградации хлорароматических соединений. Штаммы выращивали на жидкой минеральной среде М9 где в качестве единственного источника углерода добавлялся 2,4-Д (500 мг/л), побочным продуктом при производстве которого являются диоксины. Те чистые культуры, которые продемонстрировали хороший рост на данной концентрации, испытывали на возможность использовать 2,4-Д как единственный источник углерода в более высокой концентрации – 1000мг/л (таблица 2).

Таблица 2 – Рост бактериальных штаммов на 2,4-Д как единственном источнике углерода и энергии

№	Обозначение штаммов	Рост на 2,4-Д 500мг/л	Рост на 2,4-Д 1000мг/л
1	С-1	+++	+++
2	С-2	+++	+++
3	Сп-1	+	
4	Дх-1	–	
5	Дх-2	+++	+++
6	Дх-3	+++	+++
7	Фц	+++	+
8	R-3	+++	+
9	ДФ-1L	+++	+

Примечание: условные обозначения: «-» – нет роста, «+» – слабый рост, «++» – хороший рост, «+++» – очень хороший рост, заштрихованные ячейки – не участвовали в опыте.

Семь штаммов - С-1, С-2, Дх-2, Дх-3, Фц, R-3 и ДФ-1L разлагающие 2,4-Д, в высокой концентрации, вероятно, обладают потенциалом для детоксикации диоксинов, а культуры Дх-1 и Сп-1, которые не способны расти на данном субстрате, скорее всего, являются спутниковой микрофлорой и не представляют интереса для дальнейшего изучения.

По результатам проведенной научно-исследовательской работы можно сделать вывод, что бактериальная деструкция ПХДД(Ф) высокоэффективна, так как суммарная концентрация токсичных конгенов ПХДД(Ф) после 10 дней инкубации снизилась более чем в 64 раза, при этом концентрация самого токсичного диоксина 2,3,7,8-ТХДД упала в 91 раз. Напротив, бактериальное обогащение нестерильных сточных вод сторонними бактериями-деструкторами хлорароматических соединений оказалось малоэффективно. Только одна культура ДФ-1L оказалась способной выдержать конкуренцию с аборигенной микробиотой сточных вод и внести вклад в утилизацию конгенов диоксинов.

Список литературы

1 Saibu, S. Aerobic bacterial transformation and biodegradation of dioxins: a review / S. Saibu, S.A. Adebusoye, G.O. Oyetibo // Bioresour. Bioprocess, 2020. – V. 38 (7). – DOI: <https://doi.org/10.1186/s40643-020-0294-0>.

2 Kulkarni, P.S. Dioxins sources and current remediation technologies-a review / P.S. Kulkarni, J.G. Crespo, C.A. Afonso // Environ Int., 2008. – V. 34 (1). – P. 139-153. – DOI: 10.1016/j.envint.2007.07.009.

3 Nguyen, T.L.A. Degradation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T) by fungi originating from Vietnam / T.L.A. Nguyen, A.T.N. Dao, H.T.C. Dang, J. Koekkoek, A. Brouwer, T.E. de Boer, R.J.M. van Spanning // Biodegradation. – 2022. – V. 33. – P. 301–316. – DOI: 10.1007/S10532-022-09982-1

4 Хизбуллин, Ф.Ф. Проблема санации территории ОАО «Уфахимпром»: текущее состояние и способы решения / Ф.Ф. Хизбуллин, И.В. Даутов, Л.Р. Шамсутдинова, Н.Н. Алябьева // Башкирский экологический вестник. – 2011. – №1. – С. 15-22.

G. E. ANISIMOVA¹, N. V. ZHARIKOVA²

**METABOLIC POTENTIAL OF WASTEWATER BACTERIA
FOR DIOXIN CONVERSION**

¹*Research Technological Institute of Herbicides and Plant Growth Regulators
with Pilot Production Academy of Sciences of Republic of Bashkortostan,
Ufa, Russian Federation,
biotechexpert22@gmail.com,*

²*Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences,
Ufa, Russian Federation,
puzzle111@yandex.ru*

Detoxification of non-sterile wastewater from the Ufakhimprom OJSC plant (Ufa, Republic of Bashkortostan) from a spectrum of congeners of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans was carried out. Moreover, their total concentration after 10 days of incubation decreased by more than 64 times, and the concentration of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin, taken as the toxicity standard, fell by 91 times.

Key words: bacterial degradation, dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, 2,4-dichlorophenoxyacetic acid.

Д. А. БЕЛАЩЕНКО, И. Ф. ШОДЖОНОВ

**ПОДХОДЫ ЕАЭС И ШОС К СОТРУДНИЧЕСТВУ
В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация,
dmi-belashhenko@yandex.ru, shodzhonov@yandex.ru*

В статье рассматриваются подходы Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) к сотрудничеству в сфере экологической безопасности. На основе анализируемых программ, стратегий и реализуемых проектов двух организаций делается вывод о возможности их потенциального совмещения/сопряжения в будущем.

Ключевые слова: ЕАЭС, ШОС, экологическая безопасность, «зеленая» экономика, «зеленые» проекты, устойчивое развитие.

В условиях современных международно-политических кризисов и нестабильности действующей системы международных отношений все большее значение получают те сферы и аспекты, которые мало или вовсе не зависят от позиций и предпочтений элит, но в то же время требуют совместных подходов и решений. Одной из таких сфер является экологическая (а шире – биологическая) безопасность, а также обеспечение устойчивого развития, которые зачастую трудно обеспечивать исключительно усилиями одной страны или даже международной организации. ЕАЭС и ШОС являются важными игроками на пространстве Евразии, что во многом накладывает на них своеобразную ответственность в различных сферах, включая экологию и охрану окружающей среды. Несмотря на достаточно «молодой» (по историческим меркам) возраст обе организации активно генерируют и принимают участие в различных проектах, в том числе выходящих за их географические рамки.

Подходы ЕАЭС. В учредительном договоре ЕАЭС экология, экологическая безопасность и охрана окружающей среды, устойчивое развитие неоднократно упоминаются, однако это направление сотрудничества отсутствует среди ключевых сфер взаимодействия государств-участников, выполняя, скорее, сопутствующую роль или выступая в качестве дополнения [3]. Подобная картина достаточно закономерна, поскольку Союз изначально объединение исключительно экономическое, что накладывает отпечаток на специфику многосторонних связей и проектов. В то же время будет не совсем корректно выносить экологическую (и шире – биологическую) безопасность на периферию совместных интересов государств-участников ЕАЭС.

Несмотря на то, что на сегодняшний день в Союзе отсутствует единая нормативно-правовая система в сфере экологической политики и экологической безопасности, стоит отметить, что недостаток многостороннего сотрудничества отчасти компенсируется «наследием» Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС), предшественника ЕАЭС, национальным законодательством государств-участников и двусторонними соглашениями. Так, среди последних можно выделить два больших блока документов: регулирующие сотрудничество в области охраны окружающей среды и регламентирующие совместную эксплуатацию трансграничных природных и ресурсных объектов (прежде всего, трансграничных рек) [1].

Однако такой подход не является универсальным, поскольку нормативно-правовое наследие ЕврАзЭС не является всеобъемлющим, а национальное законодательство и двусторонние соглашения не являются универсальными и охватывающими все аспекты экологической политики и экологических проблем. Кроме того, стоит помнить, что для каждого из государств-участников ЕАЭС перечень экологических вызовов и угроз отличается.

Сотрудничество в сфере экологической политики активизировалось в нынешнем десятилетии, стимулом к чему послужило развитие в ЕАЭС т.н. «зеленой» экономики и повышения эффективности энергосбережения. Так, в принятых 11 декабря 2020 г. Стратегических направлениях развития евразийской экономической интеграции до 2025 г. в «направлении 8» сразу 7 пунктов были посвящены «развитию экономического сотрудничества в сфере “зеленых” технологий и защиты окружающей среды» [7].

В рамках обсуждения перспектив развития «зеленой» экономики и практического внедрения энергосберегающих технологий, возобновляемых и альтернативных источников энергии и прочих элементов т.н. «зеленого перехода» ключевая роль была отведена Евразийской экономической комиссии (ЕЭК), наднациональному органу ЕАЭС, в рамках которой была сформирована специализированная комиссия, а по инициативе ЕЭК создана Рабочая группа высокого уровня по выработке предложений по сближению позиций государств-членов ЕАЭС в рамках климатической повестки. С момента принятия Стратегических направлений ежегодно (обычно на территории стран ЕАЭС, но бывают и исключения в случае совместных мероприятий с экспертами ООН) проходят тематические сессии и семинары, посвященные внедрению «зеленых» технологий, «зеленому перевороту», климатической повестке и т.д. С 2021 по 2023 гг. были опубликованы несколько аналитических докладов («О международном опыте разработки и внедрения принципов, мер и механизмов “зеленой экономики”», «Распространение “умных” энергоэффективных технологий в Евразийском экономическом союзе»), а также принята «Концепция внедрения принципов “зеленой” экономики в Евразийском экономическом союзе». Последняя, в частности, к общим принципам относит «транспарентность и кооперационную привлекательность при реализации “зеленых” проектов» [5], «обмен опытом и наработанной практикой национальных систем климатического регулирования» [5], «экономическая эффективность как приоритет при выборе подходов и технологий для реализации “зеленых” проектов» [5], «обеспечение декарбонизации (растущего разрыва) между экономическим ростом и антропогенным воздействием на окружающую среду и климат» [5].

Также стоит упомянуть доклад Евразийского Банка Развития (ЕАБР), подготовленный коллективом под руководством Е. Винокурова, в котором анализируется современное состояние «зеленой» экономики в ЕАЭС и Евразийском регионе в целом, достижения, проблемы и перспективы. Большой интерес представляет заключительный раздел, посвященный дальнейшему развитию инструментов и механизмов «зеленого» перехода: модельной таксономии, рекомендующей критерии «зеленых» проектов, создание Банка климатических и цифровых инициатив, развитие сотрудничества с СНГ и ШОС и т.д. [2]

Подходы ШОС. Согласно учредительным документам Шанхайской организации сотрудничества, вопросы экологической безопасности являются одними из наиболее актуальных на повестке дня государств-участников. Так, вопросы экологии и природоохранной деятельности указаны как приоритетные в уставных документах ШОС – Шанхайской Декларации 2001 г. и Хартии 2002 г. Впоследствии природоохранная тематика включалась в базовые документы организации. Так, например, в «Договоре о долгосрочном добрососедстве, дружбе и сотрудничестве государств-членов ШОС» от 16 августа 2007 г. отдельной статьей закреплено «что стороны развивают сотрудничество в сфере охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности, рационального природопользования, принимают необходимые меры по разработке и реализации специальных программ и проектов в этих сферах» [9].

На сегодняшний день деятельность ШОС по охране окружающей среды выстраивается на основе «Концепции сотрудничества в области охраны окружающей среды», которая была принята в 2018 г. Разработка концепции, являвшейся инициативой Узбекистана, привела к появлению первого рамочного документа в рамках ШОС, направленного на осуществление природоохранной деятельности в практической плоскости.

Помимо концептуальных шагов ШОС активно развивает и институциональную базу внутриорганизационного сотрудничества. Так, например, в 2014 г. в рамках организации при поддержке правительства КНР был создан Центр сотрудничества в области защиты окружающей среды [4]. Создание Центра являлось, скорее, инициативой к сотрудничеству в области экологии с китайской стороны к партнерам по ШОС, в частности к России и Казахстану. Но, тем не менее, эти первые шаги в итоге стали прорывными с точки зрения усиления взаимодействия между государствами-членами ШОС в области природоохранной деятельности.

К основным достижениям деятельности Центра можно отнести принятие в июне 2018 г. упоминавшейся выше «Концепции сотрудничества в области охраны окружающей среды», принятие «Программы развития экологического благополучия городов ШОС» в ноябре 2019 г. Большим прорывом в области координации усилий по обеспечению экологической безопасности и природоохранной деятельности стало создание «Платформы ШОС по обмену экологической информацией». Анализируя данный сетевой инструмент взаимодействия, можно выделить перечень задач, на решение которых было он направлен:

1. Строительство информационного сервиса экологических данных.
2. Создание системы применения экологической информации.
3. Опубликование экологической информации и создание портала для обмена информацией.
4. Экологические исследования и создание инновационной платформы.
5. Строительство инфраструктуры для платформы по обмену информацией [8].

Для решения данных задач подразумевалось создание в каждом из государств-участников ШОС координационного центра, который бы аккумулировал опыт, методы, знания и технологии отдельного взятой страны и обменивал их с партнерами по организации для повышения уровня охраны окружающей среды и диверсификации возможностей ее обеспечения, интенсификации региональной координации и сотрудничества, совместного реагирования на экологические вызовы, строительства «зелёного экономического коридора Шёлкового пути», формирования структуры регионального «зелёного» развития и т.д. [8]

Реализация проекта происходила в два этапа с 2014 по 2018 гг. Изначально об этой инициативе было упомянуто китайской стороной. Впоследствии был создан сайт платформы, переведенный на китайский, русский и английский языки, а также существует публичная рубрика в рамках социальной сети «WeChat» по вопросам экологии. На платформе ШОС регулярно проводятся экспертные семинары, переводятся и публикуются экологические законы и иные нормативно-правовые акты государств-участников ШОС, публикуются исследования в области экологической безопасности, выходит периодический журнал «Новости стран ШОС в области окружающей среды» [6].

Особенно стоит отметить, то, насколько страны ШОС интегрированы в проблематику экологической безопасности. Так, КНР проводит политику по созданию Института экологического развития. Казахстан предлагает инициативу по формированию реестра экологических проблем государств-участников ШОС, разработку экосистемной цифровой карты ШОС, продвигает инициативы по решению проблемы высыхания Аральского моря. Таджикистан призывает создать Международный фонд защиты ледников. Узбекистан выдвигает инициативу «Зелёный пояс» ШОС. Индия предлагает создать группу по инновациям и экологическим стартапам [6].

В качестве заключения стоит отметить, что ЕАЭС и ШОС выступают в роли драйверов развития вопросов экологической безопасности в Евразии. Продвижение экологической повестки, безусловно, будет приобретать более серьезную форму, особенно в условиях постепенного усиления кризисных тенденций в области природоохранной деятельности. Дальнейшая интеграция и расширение состава членов организаций является необходимым фактором эффективного управления экологическими процессами.

В то же время следует отметить, что подходы ЕАЭС и ШОС имеют, как схожие, так и отличающиеся черты и особенности. К первым можно отнести развитие нормативно-правовой базы в сфере экологической безопасности, охраны окружающей среды, «зеленых» технологий и институциональной структуры (при этом в ЕАЭС упор больше делается на нормативную составляющую, в ШОС – на институционализацию). К различиям, прежде всего, стоит отнести превалирование в ЕАЭС коллективного подхода к разработке инициатив, проектов, стратегий и т.д. В ШОС экологическая повестка развивается во многом на основе инициатив отдельных государств-участников. Это объясняется тем, что по территориальному и количественному охвату ШОС превосходит своих партнеров по ЕАЭС, что сказывается как на разнообразии экологических проблем государств-участников, так и в целом представляет более широкую вариативность для развития сотрудничества.

Однако существующая разница в подходах не является препятствием для взаимодействия двух организаций на современном этапе, а также для обозримых перспектив. Тема сотрудничества ЕАЭС и ШОС в сфере экологической безопасности (как и во многих других) является весьма актуальной и в рамках практической деятельности, и в различных научных исследованиях.

Список литературы

1 Верхогляд, М. Международное экологическое сотрудничество в рамках ЕАЭС [Электронный ресурс] // Российский совет по международным делам. – 2023. – 17 марта. – Режим доступа: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/columns/sandbox/mezhdunarodnoe-ekologicheskoe-sotrudnichestvo-v-ramkakh-eaes>. – Дата доступа: 23.04.2024.

2 Глобальная зеленая повестка в Евразийском регионе. Евразийский регион в глобальной зеленой повестке. Доклады и рабочие документы 23/2 / Е. Винокуров [и др.]. – Алматы: Евразийский банк развития, 2023. – 83 с.

3 Договор о Евразийском экономическом союзе (с изменениями на 21 ноября 2023 года; редакция, действующая с 4 марта 2024 года) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420205962>. – Дата доступа: 23.04.2024.

4 Ефремова, М. С. Роль ЕАЭС и ШОС в формировании пространства экологической безопасности в Евразии // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. – 2023. – Т. 17. – №1. – С. 110-118.

5 Концепция внедрения принципов «зеленой» экономики в Евразийском экономическом союзе [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. – Режим доступа: https://eec.eaeunion.org/upload/files/dep_makroec_pol/green_economy.pdf?222. – Дата доступа: 23.04.2024.

6 Платформа ШОС по обмену информацией в области защиты окружающей среды [Электронный ресурс] // сайт Платформы ШОС по обмену информацией в области защиты окружающей среды. – Режим доступа: <http://www.scoei.org.cn:185/v3/new/pdf/上合平台宣传册.pdf>. – Дата доступа: 23.04.2024.

7 Решение Высшего Евразийского экономического совета № 12 от 11 декабря 2020 г. О Стратегических направлениях развития евразийской экономической интеграции до 2025 года [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573325884>. – Дата доступа: 23.04.2024.

8 Сотрудничество Китая со странами ШОС в области охраны окружающей среды [Электронный ресурс] // сайт Платформы ШОС по обмену информацией в области защиты окружающей среды. – Режим доступа: <http://wapch.scoei.org.cn:185/v3/new/pdf/上合宣传册-俄文.pdf>. – Дата доступа: 23.04.2024.

9 Экология и охрана окружающей среды – одни из приоритетных направлений сотрудничества стран ШОС [Электронный ресурс] // Kun.kz. – Режим доступа: <https://kun.uz/ru/news/2022/09/10/ekologiya-i-oxrana-okrujayushchey-sredy-odni-iz-prioritetnyx-napravleniy-sotrudnichestva-stran-shos>. – Дата доступа: 23.04.2024.

D. A. BELASHCHENKO, I. F. SHODZHONOV

APPROACHES OF EAEU AND SCO TO COOPERATION IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL SAFETY: COMPARATIVE ANALYSIS

*Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod – National Research University,
Nizhni Novgorod, Russian Federation,
dmi-belashhenko@yandex.ru, shodzhonov@yandex.ru*

The article discusses the approaches of the Eurasian Economic Union (EAEU) and the Shanghai Cooperation Organization (SCO) to cooperation in the field of environmental safety. Based on the analyzed programs, strategies and ongoing projects of the two organizations, a conclusion is drawn about the possibility of their potential combination/pairing in the future

Key words: EAEU, SCO, environmental safety, "green" economy, "green" projects, sustainable development.

**ИКСОДОВЫЕ КЛЕЩИ В РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ
МЕЛЕНКОВСКОЙ РАВНИНЫ**

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Владимир, Российская Федерация,
tatyana13042000@yandex.ru, chelovek-is@yandex.ru

В статье приведены данные по сбору иксодид на территории Меленковского района Владимирской области. Проанализирована встречаемость двух видов клещей в различных биогеоценозах. Выделены основные местообитания клещей на исследованной территории.

Ключевые слова: иксодовые клещи, биогеоценозы, Мещерская провинция, Владимирская область.

Иксодовые клещи распространены повсеместно, это наиболее крупные представители подкласса Клещи, которые являются постоянными компонентами большинства экосистем суши. Для отдельных видов характерны высокая численность особей, обширные ареалы и исключительно большое значение в структуре экосистем. Иксодовые клещи паразитируют на позвоночных животных и человеке, а также трансмиссивным путем передают возбудителей различных инфекций [1]. У разных представителей семейства отличается характер приспособления непаразитических стадий развития к обитанию. Поэтому выделяются две большие экологические группировки – нидобионты и немобионты. Нидобионты проводят непаразитические стадии жизненного цикла в убежищах хозяев, немобионты – в природных условиях, вне нор и гнезд [2].

На территории Меленковского района, расположенного на территории Меленковской равнины (Мещерская провинция), встречаются виды-немобионты, представители лесной зоны – *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*. По литературным источникам предпочтительным биотопом влаголюбивого *I. ricinus* является лесная зона с преобладанием широколиственных пород деревьев и открытые участки с преобладанием кустарников, а *D. reticulatus* встречается на опушках, лесных вырубках, лесополосах и луговинах, много особей обнаруживается вдоль лесных и парковых дорожек, что объясняется тяготением клещей к местам перемещения прокормителей [3].

Для проведения исследования на территории Меленковской равнины (рисунок 1) было выбрано 26 точек (8 – в окрестностях города Меленки, 18 – на территории Меленковского района). В большинстве точек наблюдается значительное преобладание одного вида над другим (рисунок 2).

Схожие биогеоценозы, соответствующие точкам, были разделены на группы: смешанные леса, сосновые леса, березняки, луга, территории с повышенным увлажнением, природные ландшафты с высокой антропогенной нагрузкой, агроценозы, урбанизированные территории. Описание биогеоценозов было дано на основе учебного пособия Макарского и работ Сукачева [4; 5]. Сбор клещей с растительности осуществлялся в мае 2022 года и апреле-мае 2023 года в соответствии с методическими указаниями «МУ 3.1.3012-12» с помощью белого флага «кошением» и протаскиванием [6].

За два года было собрано 272 особи: 241 особь *D. reticulatus* (в 8 точках) и 31 особь *I. ricinus* (в 9 точках). Таким образом, несмотря на различия в количестве особей, встречаемость видов в точках примерно одинакова.

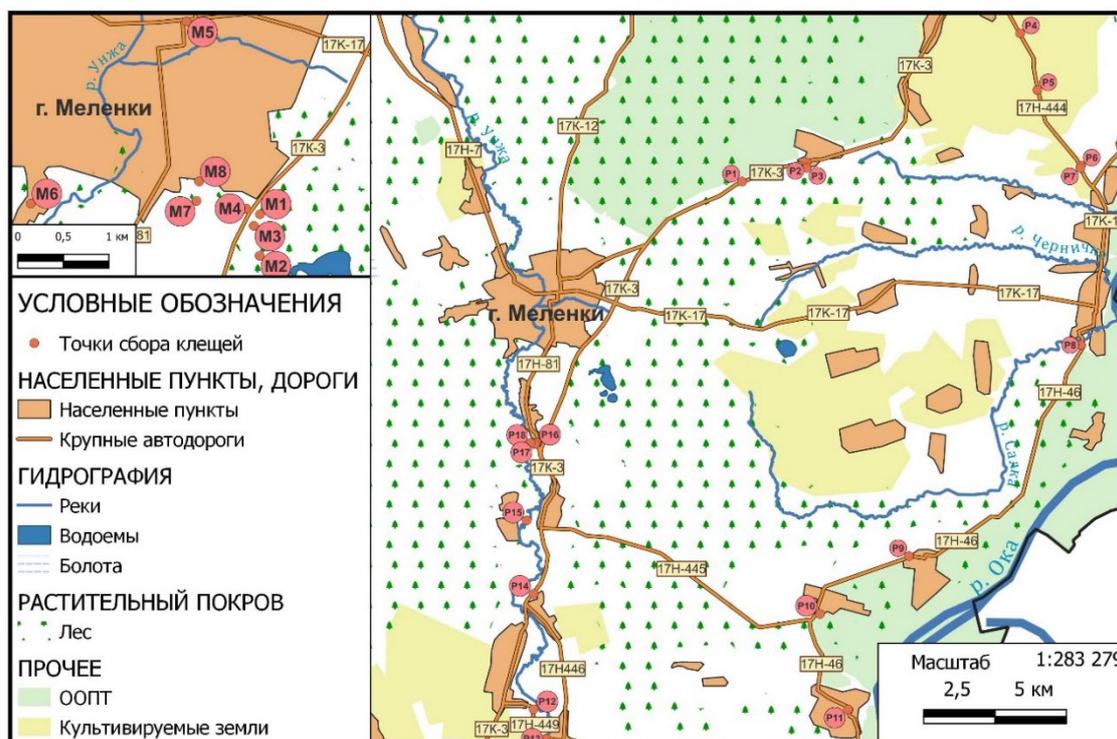


Рисунок 1 – Карта исследованных точек

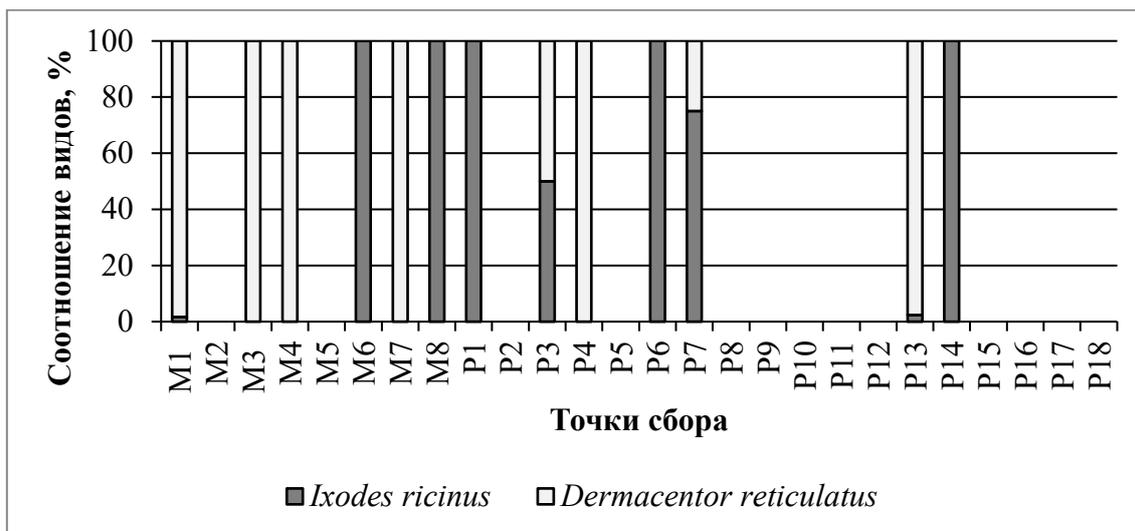
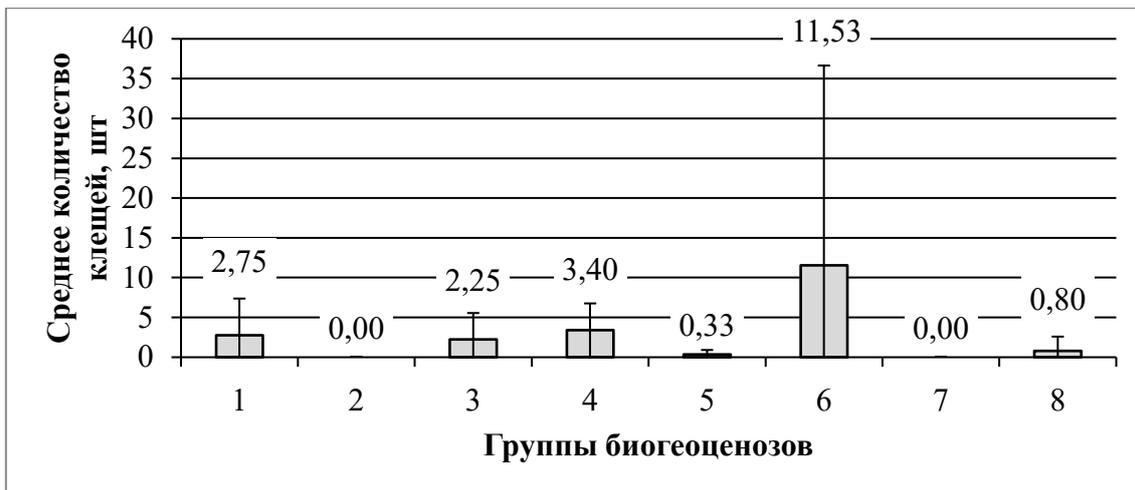


Рисунок 2 – Соотношение видов в исследованных точках

Анализ встречаемости клещей в различных биогеоценозах показал, что наибольшее количество особей характерно для территорий с высокой антропогенной нагрузкой (рисунок 3).

Величина стандартного отклонения указывает на значительные различия численности клещей внутри данной группы биогеоценозов. Это может быть связано с различиями в степени и видах антропогенной нагрузки, а также в действии природных факторов (например, высота травостоя).

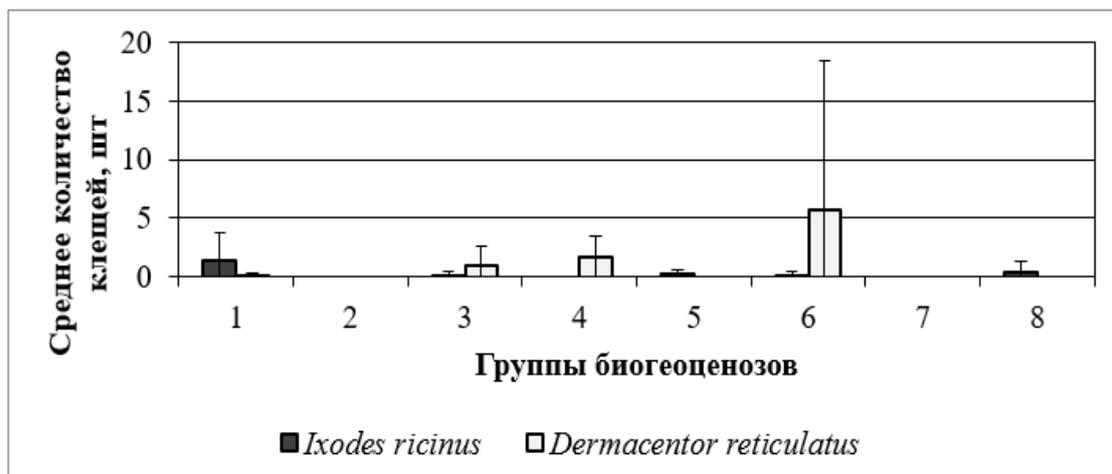
На графике видно, что клещи *I. ricinus* встречались главным образом в смешанных лесах и в меньшей степени на урбанизированных территориях, лугах, территориях с повышенным увлажнением и высокой антропогенной нагрузкой. Представители *D. reticulatus* были встречены на территориях с высокой антропогенной нагрузкой, на лугах и в меньшей степени в березняках (рисунок 4).



Цифрами на рисунке обозначены группы биогеоценозов:
 1 – смешанные леса; 2 – сосновые леса; 3 – березовые леса; 4 – луга;
 5 – территории с повышенным увлажнением;
 6 – природные территории с высокой антропогенной нагрузкой; 7 – агроценозы;
 8 – урбанизированные территории.

Ограничителями обозначено среднее квадратичное отклонение выборки

Рисунок 3 – Встречаемость клещей в различных биогеоценозах



Цифрами на рисунке обозначены группы биогеоценозов:
 1 – смешанные леса; 2 – сосновые леса; 3 – березовые леса; 4 – луга;
 5 – территории с повышенным увлажнением;
 6 – природные территории с высокой антропогенной нагрузкой; 7 – агроценозы;
 8 – урбанизированные территории.

Ограничителями обозначено среднее квадратичное отклонение выборки

Рисунок 4 – Встречаемость видов в различных биогеоценозах

Таким образом, встречаемость *Ixodes ricinus* составляет 35%, *Dermacentor reticulatus* – 31% в изученных биогеоценозах. Наибольшее количество особей клещей встречается на территориях с высокой антропогенной нагрузкой, главным образом это справедливо для вида *Dermacentor reticulatus*. А вот *Ixodes ricinus* встречается преимущественно в смешанных лесах.

Список литературы

1 Балашов, Ю. С. Ландшафтная приуроченность в распространении иксодовых клещей (Acarina, Ixodidae) на территории России / Ю.С. Балашов // Энтомологическое обозрение. – 1997. – Т. 76. – № 4. – С. 921–937.

2 Леонович, С. А. О типах паразитизма иксодовых клещей (Ixodidae) / С.А. Леонович // Паразитология, 2019. – Т. 53. – № 5. – С. 416–420.

3 Карпинский, А. Ю. Особенности экологии иксодовых клещей в обжитых районах Владимирской области / А.Ю. Карпинский, А.В. Соловьев // Актуальные проблемы экологии в XXI веке: Труды II Международной научной конференции. – Владимир, 2015. – С. 52–54.

4 Макаровский, А. М. Полевая геоэкология для школьников: учебное пособие / А.М. Макаровский, Т.С. Комиссарова, К.И. Левицкая. – СПб.: ДТДиМ Колпинского района Санкт-Петербурга, 2017. – 298 с.

5 Сукачев, В. Н. Избранные труды: в 3 т. / В.Н. Сукачев. – Ленинград: Наука, 1972. – Т.1: Основы лесной типологии и биогеоценологии. – 419 с.

6 Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 55 с.

T. E. BORISOVA, A. O. ROSTUNOV

IXODES TICKS IN DIFFERENT ECOSYSTEMS OF MELENKY PLAIN

*Vladimir State University
named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov,
Vladimir, Russian Federation,
tatyana13042000@yandex.ru, chelovek-is@yandex.ru*

In article presents data of ixodes ticks on the territory of Melenky district of Vladimir region. Distribution of two ticks species is analysed for explorerered ecosystems. Primary habitats ticks on the reserched territoty are determined.

Key words: ixodes ticks, ecosystems, Meshchera Lowlands, Vladimir region.

Т. Е. БОРИСОВА, А. О. РОСТУНОВ

ПОЛОВОЙ СОСТАВ ПОПУЛЯЦИЙ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ МЕЛЕНКОВСКОЙ РАВНИНЫ

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Владимир, Российская Федерация,
tatyana13042000@yandex.ru, chelovek-is@yandex.ru

В работе представлены данные по изучению полового состава фауны иксодовых клещей Меленковского района. Установлено соотношение самцов и самок в популяциях *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*. Выявлено численное преобладание самок над самцами.

Ключевые слова: иксодовые клещи, клещи-немобионты, половой состав, Меленковская равнина.

Иксодовые клещи являются постоянными компонентами большинства наземных экосистем. Роль клещей определяет паразитирование на позвоночных, а также трансмиссивная передача возбудителей различных инфекций [1]. По характеру приспособления к обитанию непаразитических стадий развития выделяются две большие экологические группировки – нидобионты и немобионты. Первые проводят непаразитические стадии жизненного цикла в убежищах хозяев, вторые – в природных условиях, вне нор и гнезд [2]. Данное исследование было сконцентрировано на изучении немобионтов. Для иксодовых клещей характерен половой диморфизм. Основное отличие самцов заключается в том, что их тело более склеротизированно (щитки на теле крупные, их количество больше чем у самок) [3]. Самки иксодовых клещей питаются кровью прокормителей (гематофаги), в роли которых выступают позвоночные животные (млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся) и человек. Взрослые самцы большинства видов характеризуются афагией [3]. Именно самки имеют эпидемиологическое значение, поскольку они, присасываясь к прокормителю, способны передавать ему возбудителей природно-очаговых инфекций.

Исследование проводилось в 26 точках Меленковского района: 8 из них находились в окрестностях города Меленки и 18 – на территории района. Сбор клещей с растительности осуществлялся в мае 2022 года и апреле-мае 2023 года в соответствии с МУ 3.1.3012-12 с помощью флага «кошением» и протаскиванием [4].

В результате было собрано 272 особи, относящиеся к двум видам-немобионтам: *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus* (рисунок 1).

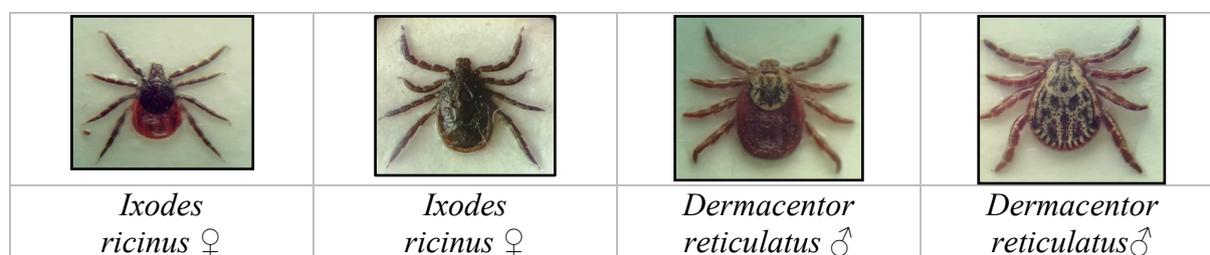


Рисунок 1 – Изображения самцов и самок обнаруженных видов

Анализ соотношения самцов и самок в исследованных биогеоценозах (рисунок 2) показал, что в большинстве исследованных точек самки *D. reticulatus* численно преобладают над самцами.

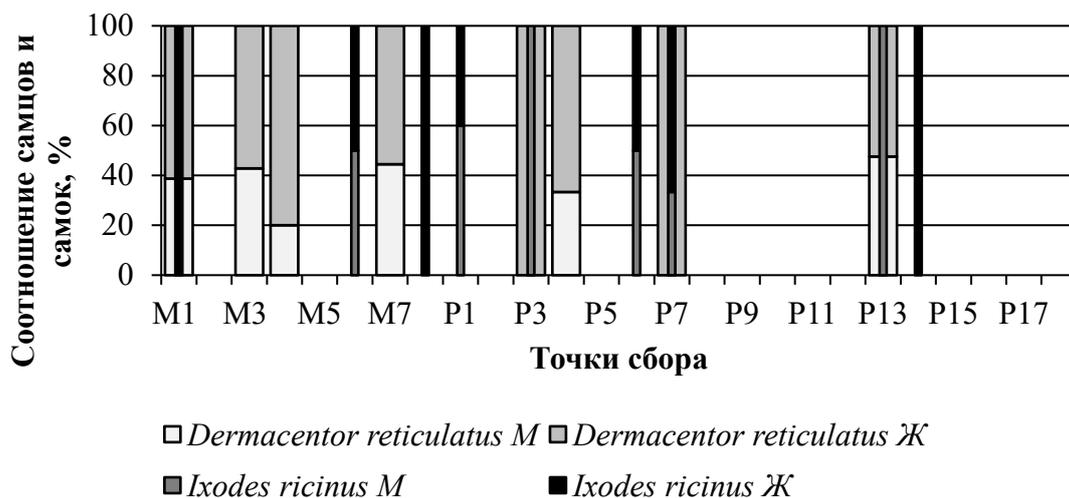


Рисунок 2 – Соотношение самцов и самок в исследованных точках

В популяции Меленковского района самки составляют 59,6 %, а самцы – 40,4% (рисунок 3). В популяциях *I. ricinus* преобладают либо самки, либо самцы, или особи разных полов находятся в равном соотношении. В популяции Меленковского района самки составляют 51,6 %, а самцы – 48,4%. Стоит отметить, что самцы данного вида были собраны во время майского исследования, в апреле ни одного самца *I. ricinus* обнаружено не было. Самцы *D. reticulatus* встречались, наряду с самками, в каждом месяце исследования.

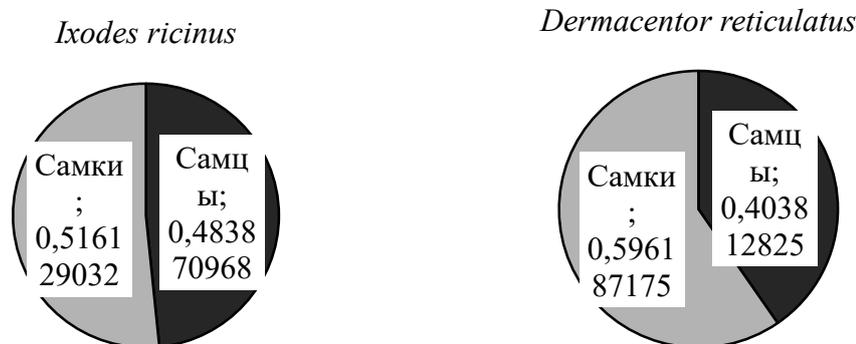


Рисунок 3 – Половая структура популяций клещей

Таким образом, популяция *I. ricinus* Меленковского района состоит на 48% из самцов и 52% – из самок, популяция *D. reticulatus* состоит на 40% из самцов и 60% – из самок. В связи с этим вероятность быть укушенным клещом в Меленковском районе возрастает.

Список литературы

- 1 Балашов, Ю. С. Ландшафтная приуроченность в распространении иксодовых клещей (Acarina, Ixodidae) на территории России / Ю.С. Балашов // Энтомологическое обозрение. – 1997. – Т. 76. – № 4. – С. 921–937.
- 2 Леонович, С. А. О типах паразитизма иксодовых клещей (Ixodidae) / С.А. Леонович // Паразитология. – 2019. – Т. 53. – № 5. – С. 416–420.

3 Балашов, Ю. С. Иксодовые клещи – паразиты и переносчики инфекций / Ю.С. Балашов. – СПб.: Наука, 1998. – 287 с.

4 Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 55 с.

T. E. BORISOVA, A. O. ROSTUNOV

SEX COMPOSITION OF THE FAUNA OF IXODES TICKS IN MELENKY PLAIN

*Vladimir State University
named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov,
Vladimir, Russian Federation,
tatyana13042000@yandex.ru, chelovek-is@yandex.ru*

The article presents data on the study of the sex composition of the fauna of ixodidae ticks in the Melenkovsky district. The ratio of males and females in the populations of Ixodes ricinus and Dermacentor reticulatus was established. The numerical predominance of females over males was revealed.

Key words: ixodidae ticks, nemobiont ticks, species composition, Melenky plain.

М. П. БУРЛА

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭТНИЧЕСКОГО СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ И ЭТНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА И ПРИДНЕСТРОВСКОЙ МОЛДАВСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко»,
г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика,
burla57@list.ru*

Рассмотрены основные тренды этнического состава населения Республики Молдова и Приднестровской Молдавской Республики (ПМР, Приднестровья). Выявлены особенности и некоторые следствия проводимой языковой и межэтнической политики. Дана оценка факторов, влияющих на этнические процессы и межэтнические отношения.

Ключевые слова: официальный язык, этнократическое правление, этносы, этническая политика, этническая община.

Исследование этнического состава населения поселений, регионов и стран имеет важное теоретическое и прикладное значение. Этническая политика, проводимая институциональными органами на разных иерархических уровнях, должна быть направлена на создание максимально приемлемых условий для развития этносов, населяющих территорию. В частности, для обучения на родных языках, развития национальной литературы и этнической культуры, традиций, национальной кухни, национальной одежды, ремесел и производств в этническом исполнении. Этносы должны иметь право создавать собственные национальные объединения, культурные учреждения, музеи. Они не могут быть ограничены в электоральных процессах и должны быть представлены в разных институциональных структурах.

Этносы являются весьма чувствительными к разнообразным решениям, касающимся их деятельности. Попытки создания этнократических форм правления, ограничения электоральных, лингвистических, культурных и иных прав отдельных этносов могут иметь существенные отрицательные последствия для эффективного и поступательного развития регионов и государств. Весьма опасными являются попытки выделения титульных этносов, быстрой и насильственной ассимиляции миноритарных этносов, а также их эмиграционного выдавливания за пределами государств.

Преднамеренная или ошибочная этническая политика приводит к разнообразным внутрорегиональным и межтерриториальным конфликтам, ограничивает оптимальное социально-экономическое развитие, препятствует консолидации населения при выборе и реализации стратегических целей и часто приводит к большим человеческим жертвам.

Выбор оптимальных инструментов и направлений этнической политики является весьма важным фактором обеспечения устойчивого развития и исключения значительного спектра отрицательных явлений, которые получили значительное распространение на постсоветском пространстве.

В качестве информационной для анализа динамики этнического состава Молдовы и ПМР базы использованы данные переписи населения СССР 1989 г., а также переписей населения, проведенных в Молдове (2004 г. и 2014 г.) и Приднестровье (2004 г. и 2015 г.).

Особенности проводимой в ССР Молдова общей и этнической политики, начиная с конца 80-х годов XX в., привели к тому, что между переписями 1989 г. и 2014 г. произошли кардинальные изменения в этническом и лингвистическом составе населения. Проявляется явный тренд сокращения абсолютной численности и доли славянских этносов (русских, украинцев и болгар). Существенно уменьшилась абсолютная численность

и доля евреев, что обусловлено их эмиграцией. Также сократилась абсолютная численность гагаузов, что обусловлено как естественным и миграционным движением, так и дезинтеграцией Республики Молдова. На фоне сокращения абсолютной численности гагаузов, увеличилась их доля в общей численности населения. За межпереписной период 1989-2004 гг. произошел небольшой рост абсолютной численности и доли цыган. Однако в последующем периоде эти показатели имели понижающую динамику (таблица 1).

Между переписями 1989 г. и 2014 г. произошло увеличение абсолютной и относительной численности молдаван и румын, что объясняется особенностями естественного движения, частичной ассимиляцией русскоязычных детей из смешанных браков, особенностями учета этносов в гетероэтнических семьях в зависимости от складывающихся межэтнических отношений, а также исходя из прагматических целей.

Рост доли указанных этносов обусловлен сокращением абсолютной численности славянских этносов, евреев, гагаузов и цыган, а также этнической политикой, проводимой в Республике Молдова в постсоветский период. Политика вытеснения немолдавских этносов, которая наиболее ярко проявлялась в 90-е годы XX в. привела к интенсивной эмиграции русскоязычного населения. Для ряда этносов (евреев, немцев) в 90-е годы XX в. и в начале XXI в. было характерно явное стремление воссоединения с исторической родиной.

За 2004–2014 гг. резко увеличилась абсолютная численность и доля румын в общей численности населения Молдовы. Этот тренд не связан с иммиграцией и естественным движением населения. С начала XXI в. наблюдается явная тенденция смены политического самосознания существенной части молдаван, которые во время переписи 2014 г. самоидентифицировали себя как румыны. Этому способствовал также процесс получения определенным количеством жителей Молдовы гражданства и паспортов Румынии (таблица 1).

Согласно данным переписи 2004 г. 78,8 % населения Молдовы объявили родным языком язык своей национальности. Для 78,4 % молдаван родным языком является молдавский, для 18,8 % – румынский, для 2,5 % – русский и для 0,3 % – другой язык. Украинский язык является родным для 64,1 % украинцев, а русский – для 31,8 %. Для 97,2 % русских родным языком является русский язык.

Таблица 1 – Этнический состав населения Молдовы*

Этнос	1989		2004		2014	
	человек	%	человек	%	человек	%
Всего	3 657 079	100	3 383 332	100	2 998 235	100
Молдаване	2 567 665	70,2	2 564 849	75,8	2 251 675	75,1
Украинцы	408 288	11,2	282 406	8,4	197 884	6,6
Русские	354 850	9,7	201 218	5,9	122 928	4,1
Гагаузы	148 767	4,1	147 500	4,4	137 919	4,6
Румыны	...	...	73 276	2,2	209 876	7,0
Болгары	73 803	2,0	65 662	1,9	56 967	1,9
Цыгане	...	...	12 271	0,4	8 994	0,3
Евреи	52 910	1,4	3 608	0,1	2 998	0,1
Другие этносы	50 796	1,4	18 522	0,5	2 998	0,1
Не указано	...	...	14 020	0,4	5 996	0,2

Примечание: *по данным переписей соответствующих лет (без территории ПМР).

Наряду с данными о родном языке были получены данные об основном языке общения. Для 58,8 % населения Молдавии основным языком общения в 2004 г. являлся молдавский, для 16,4 % – румынский, 16,0 % – русский, 3,8 % – украинский, 3,1 % – гагаузский и 1,1 % – болгарский.

По данным переписи 2014 г. 52,7% населения Молдовы утверждали, что говорят на молдавском языке, 23,2% – на румынском, а 13,5% на русском языке.

После распада СССР в Молдове получили развитие унионистские тенденции, проявляющиеся в попытках ликвидации молдавской государственности, отрицания наличия молдавского языка и молдавского этноса, объединения Молдовы с Румынией в рамках реализации проекта «Великая Румыния».

Отсутствие этнического единства является одним из главных факторов, обуславливающих нестабильность политической системы, ограничивающих возможность разработки и реализации единого стратегического вектора развития Республики Молдова.

В отличие от Республики Молдова, в Приднестровской Молдавской Республике политика государства направлена на сохранение полиэтнической общности, сформировавшейся в результате взаимодействия славянских (украинцы, русские, болгары, белорусы, поляки), романских (молдаване), тюркоязычных (гагаузы), германских (немцы), индоарийских (цыгане) и иных этносов.

Сложившийся в настоящее время этнический состав населения является в значительной степени результатом проводимой государственной политики, направленной на соблюдение равных прав для представителей любых этносов во всех сферах жизни и максимальное сохранение этнических ценностей (языка, культуры, быта, национальной кухни, традиций).

В соответствии с Законом ПМР «Об общественных объединениях», на территории республики зарегистрировано более 500 общественных организаций, часть которых созданы по этническому признаку. К ним можно отнести союзы (общины) молдаван, русских, украинцев, армян, белорусов, болгар, гагаузов, поляков, евреев, азербайджанцев.

Некоторые союзы (например, «Союз молдаван Приднестровья») имеют свои филиалы во всех административно-территориальных единицах Приднестровья.

В республике созданы и успешно функционируют подразделение Фонда «Русский мир», Центр болгарской культуры и ряд других аналогичных образований.

В соответствии с Конституцией ПМР (ст. 12), три языка (молдавский, русский, украинский) имеют статус официального. Среди других языков, получивших распространение в определенных ареалах, следует отметить болгарский, гагаузский и белорусский. Незначительное распространение имеют немецкий, иврит и польский.

Система общего и профессионального образования Приднестровья дает возможность выбора абитуриентами языка обучения. В республике функционируют дошкольные и общеобразовательные учреждения осуществляющие свою деятельность на молдавском, русском и украинском языках. Обучение студентов учреждений среднего профессионального образования осуществляется на молдавском и русском языках, а учреждений высшего профессионального образования – на русском, молдавском и украинском языках.

Три языка используются в печатных, аудио- и аудиовизуальных средствах массовой информации, для рекламных целей, для обозначения названия поселений, учреждений и улиц. Например, газеты «Приднестровье», «Днестровская правда» издаются на русском языке, газета «Гомін» – на украинском, газета «Адевэрул Нистрян» – на молдавском. На официальных языках исполняется гимн республики, издается юридическая, учебная и детская литература.

Как следствие проводимой политики, в республике наблюдается относительная деэтническая стабильность. В долгосрочном ретроспективном периоде (1989–2015 гг.) соотношение между основными этносами кардинально не изменилось [1–3]. К исключениям следует отнести существенное сокращение доли евреев (на 1,8 процентных пунктов или в 1,9 раз) и немцев – на 0,4 процентных пунктов или в 2,3 раза (таблица 2).

Особо следует отметить, что по данным переписи 2015 г. впервые 1013 человек самоидентифицировали себя с новым этносом – «приднестровец» [3].

Наибольшее распространение в Приднестровье получил русский язык, который используется в качестве официального языка и языка межнационального общения. Русский язык выполняет интегрирующую роль как внутри республики (являясь языком межэтнического общения), так и между жителями республики и населением постсоветского пространства.

Таблица 2 – Этнический состав населения, в %*

Дата переписи	Всего	В том числе								
		молдаване	русские	украинцы	болгары	гагаузы	белорусы	немцы	евреи	другие
12.01.1989	100	33,5	30,5	28,3	2,2	0,7	0,8	0,7	1,9	1,4
11.11.2004	100	31,9	30,4	28,8	2,5	0,7	0,7	0,4	0,2	4,4
14.10.2015	100	33,2	33,8	26,7	2,7	1,2	0,6	0,3	0,1	1,4

Примечание: *по данным переписей соответствующих лет.

По данным переписи населения 2015 г., среди опрошиваемых указали владение языками 413,2 тыс. человек, из которых русским языком владели 409,9 тыс. человек (99,2%). Среди поляков доля владеющих русским языком составила 100%, русских и белорусов – по 99,9%, украинцев – 99,6%, немцев и болгар – по 99,5%, гагаузов – 99,3%, молдаван – 97,9%. Молдавским языком владели 113542 человек (27,48% общей численности населения), украинским – 49040 человек (11,87%), болгарским – 8840 человек (2,14%), гагаузским – 3207 человек (0,78%), польским – 330 человек, или 0,08% общей численности населения республики [3].

Проводимая в ПМР этническая и языковая политика способствует межэтнической консолидации населения для решения общих задач государственного строительства и социально-экономического развития. В противовес межэтническим конфликтам, получившим распространение во многих регионах СНГ, в Приднестровье происходит межэтническая консолидация, которая выразилась, как в отсутствии этнократического руководства и официального объявления «титულных» этносов, так и в вовлечении в государственное строительство всех этносов, проживающих в регионе.

Для этносов, проживающих в ПМР характерно неприятие национализма, этническая толерантность, взаимная поддержка, открытость к культурам друг друга. Национальная политика и межэтнические отношения в Приднестровье обусловили устойчивый интернациональный менталитет жителей.

Новые тренды этнической структуры населения Республики Молдова будут зафиксированы во время переписи населения, которая намечена на апрель–май 2024 г., а этнического состава населения Приднестровья во время переписи населения, запланированной на 2025 год.

Список литературы

- 1 Материалы Всесоюзной переписи населения. 1989. Т. 2. – Кишинев: ГДС РМ, 1990. – 209 с.
- 2 Итоги переписи населения Приднестровской Молдавской Республики 2004 года. Т. I-IV. – Тирасполь: ГСС ПМР, 2006.
- 3 Итоги переписи населения Приднестровской Молдавской Республики 2015 года / Государственная служба статистики ПМР. –Тирасполь: Б. и., 2017. – 328 с.

M. P. BURLA

**SOME FEATURES OF THE ETHNIC COMPOSITION OF THE POPULATION
AND ETHNIC POLITICS IN THE REPUBLIC OF MOLDOVA
AND THE PRIDNESTROVIAN MOLDAVIAN REPUBLIC**

*T. G. Shevchenko Pridnestrovian State University,
Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic,
burla57@list.ru*

The main trends of changes in the ethnic composition of the population of the Republic of Moldova and the Pridnestrovian Moldavian Republic (PMR, Pridnestrovia) are considered. The features and some consequences of the ongoing linguistic and interethnic policy are revealed. The factors influencing ethnic processes and interethnic relations are assessed.

Key words: state language, theocratic rule, ethnic groups, ethnic politics, ethnic community.

ЧИСЛЕННОСТЬ И ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИДНЕСТРОВЬЯ

ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко»,
г. Тирасполь, Приднестровская Молдавская Республика,
olga-dnestr2008@mail.ru

В статье проведен анализ динамики численности населения городских и сельских поселений Приднестровской Молдавской Республики (ПМР, Приднестровья). Выявлены тренды динамики численности населения в среднесрочной перспективе. Обозначены иные факторы, влияющие на природопользование и состояние окружающей среды региона.

Ключевые слова: депопуляция, естественная убыль, людность поселений, миграционная убыль, плотность населения.

Динамика численности населения ПМР в постсоветский период находилась под прямым влиянием институциональных, геополитических, геоэкономических и военнополитических процессов, происходивших в постсоветское время. Распад СССР, молдо-приднестровский конфликт 1992 г., трансформация экономической системы, сопровождавшаяся множеством кризисных явлений, отсутствие окончательного международного политико-правового статуса республики обусловили суженное воспроизводство населения и потерю Приднестровьем миграционной привлекательности.

За 1989-2023 гг., численность постоянного населения Приднестровья сократилось с 680,9 до 455,7 тыс. человек [1–2]. Сокращение абсолютной численности населения характерно как для сельских, так и для городских поселений Приднестровья (таблицы 1, 2).

Численность населения сельских поселений сокращалась как за счет уменьшения их людности, так и в результате абсолютной депопуляции ряда поселений (Афанасьевка, Бруслаки, Сухая Рыбница, Федосеевка).

За период с 2004 г. по 2024 г. количество сёл с численностью населения до 100 человек возросло с 32 до 37, до 500 человек – с 70 до 73. В то же время количество сел с численностью населения от 5 до 10 тыс. человек сократилось с 8 до 5 [2–3].

Таблица 1 – Численность населения городских поселений ПМР, тыс. человек

Поселения	1989*	2004*	2015*	2024**
Города				
Тирасполь	184,0	145,7	128,6	127,2
Бендеры	130,0	97,0	84,8	81,8
Рыбница	61,4	53,6	45,5	42,7
Дубоссары	35,8	23,6	23,1	22,6
Слободзея	19,0	16,2	14,4	14,2
Днестровск	14,8	12,4	9,8	9,5
Григориополь	11,7	10,3	9,2	9,1
Каменка	13,7	10,6	8,9	8,4
Поселки городского типа				
Первомайск	7,2	4,4	4,3	4,6
Красное	4,1	3,0	2,5	2,3
Маяк	1,5	1,2	1,1	1,0
Итого	483,2	378,0	332,2	323,4
Примечание: *по данным переписей соответствующих лет. **По данным текущего учета (на начало года)				

В некоторых поселениях численность населения достигла критического минимума, что обуславливает невозможность его естественного воспроизводства в будущем.

В обозримой перспективе может произойти абсолютная депопуляция в ряде сельских поселений, в которых по состоянию на 1 января 2024 г. проживало незначительное количество человек. В Каменском районе это Соколовка (12 человек), Садки (11), Войтовка (5), Боданы (1), Рыбницком - Шевченко (23), Новая Жизнь (19), Димитрово (19), Запорожец (17), Кирово (13), Победа (10), в Дубоссарском районе – Ягорлык (3), Григориопольском - Мариян (14), Красная Бессарабия (6), Победа - 2 человека [2].

Вследствие сокращения людности городских и сельских поселений существенно сократилась численность населения всех административно-территориальных единиц высшего порядка (таблица 2).

Таблица 2 – Численность населения административно-территориальных единиц ПМР, человек

Административно-территориальная единица	1989*	2024**	2024 г. к 1989 г., в %
Каменский район	34 635	18 288	52,8
Рыбницкий район	95 810	65 181	68,0
Дубоссарский район	47 757	29 892	62,6
Григориопольский район	53 128	37 569	70,7
Слободзейский район	110 138	80 909	73,5
Бендеры (горсовет)	139 463	87 197	62,5
Тирасполь (горсовет)	199 940	136 705	68,4
ПМР – всего	680 871	455 741	66,9
Примечание: *по данным переписей населения соответствующих лет. **По данным текущего учета (на начало года).			

Отрицательная динамика численности населения обусловила сокращение плотности населения республики с 191 человек на км² в 1990 г. до 124 человек на км² в начале 2024 г. [2; 4].

Степень влияния населения на окружающую среду зависит не только от динамики его общей численности и плотности, но и от соотношения между количеством постоянного и наличного населения. Анализ данных переписей населения 1989 г., 2004 г. и 2015 г. показывает, что наблюдается устойчивая тенденция сокращения численности наличного населения. Если в 1989 г. численность наличного населения превышала численность постоянного населения на 2,1 тыс. человек, то в 2004 г. численность наличного населения была меньше численности постоянного населения на 36,3 тыс. человек, а в 2015 г. – на 70,6 человек [1; 3; 5].

По нашим оценкам, к началу 2024 г. численность временно отсутствующего населения составляла около 100 тыс. человек. С учетом вышеизложенного, реальная плотность населения на начало 2024 г. составила около 97 человек на км².

В условиях сокращения репродуктивного потенциала, естественной убыли и устойчивого тренда отрицательного сальдо миграций тенденция отрицательной динамики численности населения сохранится и в обозримой перспективе. По нашим расчетам, к концу 2030 г. численность постоянного населения республики сократится до 430,5 тыс. человек.

Динамика численности и плотности населения не единственный фактор, определяющий антропогенную нагрузку на окружающую среду. Современная экологическая ситуация в поселениях республики определяется воздействием следующих факторов:

- структурой хозяйства, уровнем индустриализации и специализацией предприятий промышленности, динамикой объемов производства отдельных видов продукции;
- количеством стационарных и мобильных источников воздействия;

- энергоемкостью и ресурсоемкостью производимой продукции, видами первичного топлива, применяемыми промышленными, бытовыми и иными объектами;
- объемами транспортной работы и интенсивностью движения;
- эффективностью экологического управления и качеством природоохранного законодательства;
- размером финансовых и материальных ресурсов, выделяемых для оптимального решения экологических проблем;
- степени внедрения средств экологического менеджмента в систему управления предприятиями, включая международные экологические стандарты серии ISO-14000.

В постсоветский период произошло существенное снижение производственной нагрузки на окружающую среду, что обусловлено снижением объемов производства на многих предприятиях и прекращением деятельности ряда организаций. Например, объем производства на одном из наиболее экологически опасных объектов республики – Молдавской ГРЭС за 1990-2022 гг. сократился с 13569 до 3800 млн. кВт-ч электроэнергии. Это обусловило существенное сокращение выбросов загрязняющих веществ. Объем производства проката черных металлов на ОАО «Молдавский металлургический завод» сократился 965 тыс. т стали в 2007 г. до 303 тыс. т в 2022 г.

Выпуск продукции на ЗАО «Рыбницкий цементный комбинат» сократился с 965 тыс. т в 2008 г. до 536 тыс. т в 2022 г. Снижение отрицательного воздействия комбината на окружающую среду связано также с прекращением производства асбестовых изделий – труб, шифера [4; 6].

В г. Тирасполь прекратили деятельность ЗАО «Консервный завод им. 1 Мая», ЗАО «Консервный завод им П. Ткаченко», ОАО «Электроаппаратный завод», Тираспольский стеклотарный завод, в г. Бендеры - ОАО «Бендерский маслоэкстракционный завод», ЗАО «Бендерский молочный комбинат», ООО «Бендерский завод крахмалопродуктов», гренажный завод, ОАО «Бендерский шелковый комбинат», в г. Рыбница – ОАО «Рыбницкий мясокомбинат», ГУП «Рыбницкий сахспирткомбинат», ЗАО «Рыбницкий молочный завод», в г. Дубоссары - МУП «Дубоссарский мясокомбинат», ГУП «Дубоссарский хлебозавод», ГУП «Табакфермзавод», в г. Григориополь – ЗАО «Григориопольский консервный завод». В г. Днестровск прекратил деятельность золоаглопоритовый завод, выпускающий строительные наполнители из шлака.

Сокращение выбросов вредных веществ на многих предприятиях связано также с постоянной модернизацией производства, внедрением ресурсосберегающих и экологически чистых технологий. Устойчивый тренд сокращения выбросов вредных веществ в республике объясняется также ростом доли газифицированных объектов, доля которых превышает 90 %, созданием менее энергоемких и экологически более чистых газовых котельных.

Как следствие вышеизложенных процессов, объемы выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников уменьшились в целом по республике со 138,8 тыс. т в 1990 г. до 64,5 тыс. т в 1996 г., 38,4 тыс. т в 2001 г. и до 9,3 тыс. т в 2022 г. Также наметалась положительная тенденция роста доли уловленных и обезвреженных загрязняющих веществ в общем объеме выбросов от стационарных источников – с 74,9% в 2001 г. до 91,8% в 2022 г. [4; 6].

При сокращении выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников прослеживается тенденция роста абсолютного количества и доли выбросов от передвижных источников, что обусловлено существенным ростом единиц автотранспорта. Следует отметить, что рост влияния автотранспорта на окружающую среду обусловлен преимущественно увеличением количества автомобилей, находящихся в личной собственности. Например, их количество возросло со 125,9 тыс. в начале 2019 г. до 137,6 тыс. единиц к концу 2022 г. [6]. Как следствие, объем выбросов от автотранспорта возрос с 10 тыс. т в 2004 г., до 14,5 тыс. т в 2008 г. и превысил 25 тыс. т в 2022 г. Доля выбросов от автотранспорта в суммарных выбросах выросла за 2004-2008 гг. с 28 % до 42 %, а в 2022 г. превысила 70 %.

При росте влияния автомобильного транспорта на окружающую среду, происходит сокращение степени воздействия железнодорожного и речного транспорта, что обусловлено, как уменьшением объемов перевозок грузов и пассажиров, так и сокращением дальности перевозок.

Список литературы

- 1 Материалы Всесоюзной переписи населения. 1989. Т. 2. – Кишинев: ГДС РМ, 1990. – 209 с.
- 2 Демографическая ситуация в ПМР в 2023 г. Пресс-выпуск. –Тирасполь: ГСС ПМР, 2023. – 12 с.
- 3 Итоги переписи населения Приднестровской Молдавской Республики 2004 года. Т. I-IV. – Тирасполь: ГСС ПМР, 2006.
- 4 Статистический ежегодник ПМР (1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2014 гг.). – Тирасполь: ГСС Министерства экономики, 2015. – 180 с.
- 5 Итоги переписи населения Приднестровской Молдавской Республики 2015 года / Государственная служба статистики ПМР. – Тирасполь: Б. и., 2017. – 328 с.
- 6 Статистический ежегодник ПМР (2018-2022 гг.). – Тирасполь: ГСС Министерства экономики, 2023. – 174 с.

O. N. BURLA

POPULATION SIZE AND DENSITY AS AN IMPACT FACTOR IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF TRANSNISTRIA

*T. G. Shevchenko Pridnestrovian State University,
Tiraspol, Pridnestrovian Moldavian Republic,
olga-dnestr2008@mail.ru*

The article analyzes the dynamics of the population of urban and rural settlements of the Pridnestrovian Moldavian Republic (PMR, Pridnestrovie). Trends in population dynamics in the medium term have been identified. Other factors affecting the use of natural resources and the state of the environment of the region are indicated.

Key words: depopulation, natural decline, population density of settlements, migration decline, population density.

А. С. БУШОВ, М. В. КОТОВ

БИОПОЛИТИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация,
bushov@unn.ru, Kotov.M95@yandex.ru*

Экологическая и климатическая обстановка в Арктическом регионе меняется. Данные изменения климата могут повлиять на другие регионы, поменять условия существования человечество. Другой угрозой представляет собой экологические катастрофы при разработке новых месторождений ресурсов, проблемы транспортного обеспечения добычи. В сложившейся геополитической обстановке осложняется сотрудничество по ведению хозяйственной деятельности в Арктике.

Ключевые слова: биополитика, Арктика, биополитические угрозы, Северный морской путь.

Арктический регион исторически играл особую роль в истории России, не смотря на сложность экономического освоения и тяжесть строительства широкомасштабных инфраструктурных проектов ввиду климатических условий. Развитие технологий в сфере природопользования, изменение климата, а также новый политический курс Российской Федерации открывает возможности для более комплексного и эффективного использования потенциала этой северной части нашей страны. С другой стороны, новая глава в освоении Арктики предоставляет официальной Москве новые вызовы и угрозы, в том числе, касающихся вопросов биополитики. Пандемия Covid-19, изменившая не только жизнь обычного человека, но и взаимоотношение между государствами в целом. На фоне новых вызовов специалисты в различных отраслях гуманитарного знания прибегают к новым подходам при изучении факторов и тенденций, влияющих на соответствующие сферам их научного интереса области. Один из таких походов является анализ, основанный на принципах биополитики.

Что же из себя представляет биополитика? Биополитика - критический термин, используемый в различных гуманитарных дисциплинах, исследованиях по глобализации. Стоит подчеркнуть, что в академической и научной среде термин был синонимичен с термином «биовласть», поскольку М. Фуко использовал его как синоним биополитики. В своей классической основе биополитика исследует вопросы контроля над населением с помощью механизмов ведения жизненных процессов. В области исследований глобализации многие современные ученые предложили расширить концепцию Фуко, приняв во внимание новые формы международного контроля над населением и политику, направленную на максимизацию жизни участников глобального капитализма [7]. Ряд зарубежных экспертов посвящают свои исследования тому, что они называют «безопасностью жизненно важных систем», или другой форме безопасности, которая является развитием биополитики. Эта новая форма биополитики в первую очередь направлена не на непосредственное измерение благосостояния населения и оказание на него влияния, а на обеспечение безопасности различных форм жизненно важной инфраструктуры - связи, обороны, снабжения, транспорта и так далее, – эффективное функционирование которой является необходимым условием такого благосостояния [5]. Таким образом, в более широком плане при анализе международных отношений применение биополитики возможно связать с влиянием социальных, культурных, экологических, экономических и географических условий [6], а также вопросов устойчивого развития на государство и его роли в общей системе глобального управления.

Концепция внешней политики России, принятая в 2023 году на прямую, не упоминает концепт биополитики. Однако при рассмотрении отдельных вызовов и угроз для национальной безопасности возможно выделить некоторые направления, при которых учитываются факторы биополитики. Так, в разделе, посвящённом основным тенденциям и перспективам развития современного мира упоминается признание Российской Федерацией трансформации глобальной экономической системы и её переход на новый технологический уровень, включая такие направления как внедрение технологий искусственного интеллекта, новейших информационно-коммуникационных, энергетических, биологических технологий и нанотехнологий. В описании приоритетных направлений Российской Федерации, а именно в разделе посвящённом укреплению международного мира и безопасности официальная Москва (Указ Президента РФ от 31.03.2023 г. № 229) заявляет о: «приверженности предотвращению угроз, совершаемых с использованием опасных патогенов, а также ликвидации последствий подобных актов агрессии; расширению сотрудничества в сфере обеспечения биологической безопасности, прежде всего с ближайшими партнёрами и союзниками. Кроме того, особое внимание уделяется расследованию случаев предполагаемой разработки, размещения и применения биологического и токсинного оружия, прежде всего на территориях сопредельных государств» [2].

Что же касается непосредственно важности Арктического региона для Российской Федерации также подчёркивается в концепции Внешней Политики страны. Арктика выделяется как отдельный регион, в котором официальная Москва стремится решать насущные вопросы исходя из «особой ответственности арктических государств за устойчивое развитие региона». Россия также стремится предотвратить возможности: «недружественных государств по милитаризации региона и ограничения возможностей России для реализации ее суверенных прав в Арктической зоне Российской Федерации. К тому же официальная Москва провозглашает стремление обезопасить неизменность международно-правового режима внутренних морских вод Российской Федерации, а также не исключает установлению связей с неарктическими государствами на взаимовыгодных и конструктивных принципах для осуществления международной деятельности в Заполярье» [2].

Концепция внешней политики Российской Федерации не является единственным уставным документом, направленным на всестороннее развитие Арктики. Утверждённая Указом Президента Российской Федерации «Стратегия развития Арктической Зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» также содержит в себе аспекты, затрагивающие биополитические аспекты. В этой арктической стратегии возможно выделить два уровня: федеральный и региональный. Характеризуя общие федеральные программы необходимо отметить, что Россия обязуется разрабатывать и осуществлять правовые и организационные меры по предотвращению незаконной добычи и реализации биологических ресурсов, а также поддерживать развитие легальных хозяйственных субъектов, нацеленных на экономические использования богатств Севера. На региональном уровне заслуживают упоминания планы по развитию Архангельской и Мурманской областей, в которых отдельно прописаны необходимость развития аквакультуры, биотехнологий и создания предприятий «по глубокой переработке водных биологических ресурсов на современной технологической и организационной основе» [1].

Особое внимание уделяется развитию Северного морского пути. Транспортная морская артерия играет важную роль для обеспечения регионов Российской Федерации. Ряд исследователей заявляют, что: «Россия, обладает уникальными возможностями страны-транзитёра, обеспечивая организацию грузопотоков между развивающимися странами Азиатско-тихоокеанского региона (Далее – АТР) и Европой» [11, с. 473].

После распада Советского Союза портовой инфраструктуре не уделялось должного внимания по обслуживанию и поддержанию в работоспособном состоянии гаваней на Севере. Резкий спад был вызван тем, что объёмы государственных дотаций резко сократились. Транзитный поток в сравнении с 70-80хх. Годов был не велик. Частные инвестиции в поддержание инфраструктуры были не значительными. Такая ситуация повлияла

на социально-экономическую ситуацию в регионе. Как отмечают Жулева О.И., Дудина А.: «Работники портов, лишившись своих рабочих мест по возможности уезжали из арктических регионов вообще, а поскольку портовые хозяйства были по сути единственными крупными предприятиями во многих прибрежных населенных пунктах, последовал отток населения из северных регионов» [10, с. 76].

Тенденция к увеличению объемов перевозок прослеживается с началом 2010-х годов. Воронина Е.П. подчеркивает: «Этому способствовало транспортное освоение нефтегазовых месторождений Арктики, транспортное обслуживание предприятий Норильского промышленного узла, введение в эксплуатацию в конце 2017 г. объектов проекта “Ямал СПГ”» [9, с. 187].

Природно-климатические факторы значительно влияют на объемы транзита через Северный морской путь. Ледовые условия в морях зависят от различных составляющих: скорость течения, плотность льда, направления ветра и т.д. Все эти компоненты могут оказать влияние на рентабельность грузовых перевозок. Усовершенствование материальной ледокольной базы, обучение специализированных кадров, задействованных в обеспечении транспортной работы на СМП остается актуальной задачей.

Арктический совет является одной из важнейшей международной организации, занимающейся вопросами сотрудничества арктических стран в регионе. Арктический совет является ведущим межправительственным форумом, способствующим сотрудничеству, координации и взаимодействию между арктическими государствами, коренными народами Арктики и другими обитателями Арктики по общим арктическим вопросам, в частности по вопросам устойчивого развития и охраны окружающей среды в Арктике. Он был официально учрежден в 1996 году [3]. Россия является членом Арктического совета, поэтому рассмотрение основных совместных стратегий также поможет пролить свет на меры по решению биополитических угроз в регионе.

Стратегический План Арктического совета на период 2021-2030 годов, принятый в Рейкьявике 20 мая 2021 года в ознаменование 25-й годовщины создания Арктического совета на 12-м заседании Совета на уровне министров. В нём отражаются общие ценности и стремления арктических государств по защите окружающей среды, продвижению принципов устойчивого развития, а также «надлежащему управлению» в регионе. В самом документе заявлены 7 целей: изучение и оценка изменений климата Арктики; сохранение и поддержание экосистемы Арктики; сохранение морской экосистемы Арктики; Поддержание устойчивого социального развития региона; продвижение идей устойчивого экономического развития Арктики; обмен информацией и поддержание открытых каналов коммуникаций; усиление роли Арктического Совета [4].

С точки зрения биополитического анализа особый интерес представляет задача номер 4, а именно уже ранее упомянутое «Поддержание устойчивого социального развития региона». Для достижения этой цели, страны участницы Арктического совета обязуются «укреплять сотрудничество, направленное на улучшение здоровья, безопасности и долгосрочного благополучия жителей Арктики в целом и ее коренных народов в частности и учитывать социальные аспекты во всех соответствующих мероприятиях» [4]. Данное стремление подразумевает под собой развитие доступности высококачественной системы здравоохранения, активизации совместной работы по борьбе с инфекционными заболеваниями, эпидемиями, пандемиями, предоставление помощи в том числе и по психическим заболеваниям. Таким образом, возможно заметить интернационализацию аспектов исследования «биополитики», в том числе и в её классической трактовке.

Вместе с этим нынешняя работа Арктического совета де-факто является приостановленной в связи с общей внешнеполитической обстановкой, вызванной проведением Российской Федерации Специальной Военной Операции, начиная с 24 февраля 2022 года. Вопрос дальнейшей международной институализации сотрудничества в Арктике между региональными странами остаётся открытым. Российское экспертное сообщество также

обращает пристальное внимание вопросам развития Арктики. Изменение климата – урон существующей инфраструктуре. Ряд российских аналитиков отмечают следующие тенденции, которые могут повлиять на жизнедеятельность и хозяйственные субъекты региона. Во-первых, изменение климата, а также таяние вечной мерзлоты может повредить уже существующую инфраструктуру, оставшуюся в наследство от советской политики развития Заполярья. Во-вторых, интенсификация хозяйственной деятельности, а также строительство новых индустриальных объектов может нанести урон хрупкой экосистеме Арктики, примером чему может являться кризисная ситуация в Норильске в 2020 году. В-третьих, возвращаясь к вопросу международных отношений, подчёркивается информационный ущерб для государства в глазах международного сообщества при сохранении «старых подходов» в развитии арктического региона. Согласно ряду исследователей, при современном же уровне освещения проблем в СМИ и в социальных сетях попытки осваивать Арктику методами не учитывающих принципы устойчивого подрывают международный престиж страны, выставляя её таким образом неким «экологическим пугалом» [8, с. 35].

Новые направления российской политики в области биополитической безопасности могут стать альтернативной точкой зрения для всё ещё доминирующих подходов, основанных на неолиберальных и леволиберальных ценностях. Арктика, как регион, в котором РФ имеет доминирующее положение может стать неким «полигоном», на котором официальная Москва может опробовать свои подходы для организации экономической и социальной жизни в регионах нового освоения, которые в последствии могут использоваться и другими акторами международных отношений, желающими диверсифицировать свой инструментарий во внутренней и внешней политике.

Список литературы

1 О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972>. – Дата доступа: 22.04.2024.

2 Об утверждении Концепции внешней политики Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 31.03.2023 г. № 229. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/70811>. – Дата доступа: 22.04.2024

3 About the Arctic Council [Electronic resource]: The Arctic Council. – Mode of access: <https://arctic-council.org/about>. – Date of access: 05.04.2024.

4 Arctic Council Strategic Plan 2021-2030. [Electronic resource]: Arctic Council Secretariat. – Mode of access: <https://oarchive.arctic-council.org/server/api/core/bitstreams/99c66b04-b82e-4fe7-848c-ffa111cf3e/content>. – Date of access: 20.04.2024.

5 Cavanagh, C. J. Political ecologies of biopower: diversity, debates, and new frontiers of inquiry / C. J. Cavanagh // *Journal of Political Ecology*. – 2018, № 25 (1). – P. 402–425. – DOI: <https://doi.org/10.2458/v25i1.23047>.

6 Guerra-Baron, A. Biopower and International Relations [Electronic resource] / A. Guerra-Baron // *International Studies Association and Oxford Press University*. – Mode of access: <https://oxfordre.com/internationalstudies/display/10.1093/acrefore/9780190846626.001.0001/acrefore-9780190846626-e-80#acrefore-9780190846626-e-80-bibliography-2>. – Date of access: 18.04.2024.

7 Lightsey, Louisiana. Biopolitics and Globalization [Electronic resource] // *Global South Studies: A Collective Publication with The Global South*. – Mode of access: <https://globalsouthstudies.as.virginia.edu/key-concepts/biopolitics-and-globalization>. – Date of access: 19.04.2024.

8 Арктическая политика России: международные аспекты / С.А. Караганов [и др.]. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. – 56 с.

9 Воронина, Е. П. Современное состояние и перспективы развития грузопотоков по северному морскому пути: актуальные проблемы и пути решения / Е. П. Воронина // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – № 11-2(57). – С. 185–191.

10 Жулева, О. И. К вопросу о перспективах развития портов Северного морского пути: основные проблемы пути их решения / О. И. Жулева, А. Дудина // Управленческий учет. – 2021. – № 7-1. – С. 75–80.

11 Кирбитова, С. В. «Северный морской путь» vs «ледовый Шёлковый путь: общность интересов или поле конфликтов / С. В. Кирбитова, В. О. Тарасов // Аллея науки. – 2023. – Т. 1. – № 9 (84). – С. 471–476.

A. S. BUSHOV, M. V. KOTOV

BIOPOLITICAL THREATS TO THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC REGION

*Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod – National Research University,
Nizhni Novgorod, Russian Federation,
bushov@unn.ru, Kotov.M95@yandex.ru*

The ecological and climatic situation in the Arctic region is changing. These climate changes can affect other regions and change the living conditions of humanity. Another threat is environmental disasters during the development of new resource deposits and problems with transport support for production. In the current geopolitical situation, cooperation in conducting economic activities in the Arctic is complicated.

Key words: Biopolitics, the Arctic, biopolitical threats.

Н. В. ВОРОНОВА-БАРТЕ, М. Д. РАКОВА, С. С. ЛЕВЫКИНА

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНОВ СИСТЕМ
ДЕТОКСИКАЦИИ И ХЕМОРЕЦЕПЦИИ В ГЕНОМАХ НАСЕКОМЫХ**

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
nvoronova@bsu.by, rkvmry@gmail.com, s.lewykina@yandex.by

В данной работе содержатся актуальные данные по числу генов системы детоксикации и генов хеморецепции в геномах насекомых, принадлежащим к отрядам Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera.

Ключевые слова: класс Насекомые, тли, гены системы детоксикации, гены хеморецепции.

Класс Насекомые (Insecta) является самым многочисленным классом живых существ и включает около 8 млн видов. Насекомые, в частности, тли (Aphidoidea) интересны как объект научного исследования, по причине того, что они способны крайне быстро увеличивать свою численность, в том числе за счет партеногенеза, а также приобретать резистентность ко многим ксенобиотикам и захватывать все доступные экологические пространства, что приводит к быстрой смене генетической структуры популяции и вида в целом [1, 2].

Устойчивость насекомых к ксенобиотикам может развиваться по нескольким механизмам, например, за счет увеличения копий генов системы детоксикации, путем их дубликации. А изучение генов хеморецепции, в свою очередь, позволяет проследить за процессом адаптации насекомого к питанию на различных растениях, таким образом, чем больше растений-хозяев, тем больше копий генов хеморецепции у исследуемого вида насекомого. Таким образом, понимание молекулярных механизмов приобретения насекомыми устойчивости к ксенобиотикам необходимо для разработки эффективных мер защиты против фитофагов, для понимания популяционной генетики и эволюции резистентности, а также для открытия и валидации новых генов-мишеней [3] для разработки эффективных инсектицидов [4].

Таблица 1 – Геномы насекомых, использованных для поиска целевых генов

Вид	Код доступа в RefSeq
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	GCF_005508785.1
<i>Aphis gossypii</i>	GCF_020184175.1
<i>Rhopalosiphum maidis</i>	GCF_003676215.2
<i>Diuraphis noxia</i>	GCF_001186385.1
<i>Myzus persicae</i>	GCF_001856785.1
<i>Metopolophium dirhodum</i>	GCF_019925205.1
<i>Sipha flava</i>	GCF_003268045.1
<i>Melanaphis sacchari</i>	GCF_002803265.2
<i>Bemisia tabaci</i>	GCF_001854935.1
<i>Diaphorina citri</i>	GCF_000475195.1
<i>Nilaparvata lugens</i>	GCF_014356525.2
<i>Cimex lectularis</i>	GCF_000648675.2
<i>Apis mellifera</i>	GCF_003254395.2
<i>Drosophila melanogaster</i>	GCF_000001215.4
<i>Helicoverpa armigera</i>	GCF_030705265.1
<i>Zootermopsis nevadensis</i>	GCF_000696155.1

Был проведен анализ полных геномов, представителей класса Insecta. Геномы были скачаны из базы данных RefSeq (таблица 1) и AphidBase, а также в исследовании использовались девять геномов тлей, отсеквенированных в СНИЛ биоинформатики и молекулярной эволюции животных. Далее из последовательностей с помощью скрипта были удалены изоформы и проведен поиск целевых групп генов, а именно генов систем детоксикации и хеморецепции.

Результаты количества целевых генов, найденных в результате проведенной работы, отображены в таблице 2. Наибольшее число генов P450 у *Bemisia tabaci* (табачная белокрылка) – 128, наименьшее число у *Melanaphis sacchari* (тростниковая тля) – 38, оба вида принадлежат к отряду Hemiptera, в среднем в геноме насекомого содержится около 55–60 генов цитохромов P450. Генов ABC больше всего содержится у *Diaphorina citri* (азиатская листовлошка) – 81, а у *Drosophila melanogaster* (дрозофила обыкновенная) – 2 гена ABC. В среднем на геном насекомого приходится около 47–50 генов ABC. Генов CSE больше всего обнаружено у *Macrosiphum albifrons* (люпиновая тля) – 24, а меньше всего у *D. melanogaster* – 0. Среднее число генов CSE на геном – 11. Генов GST у *Helicoverpa armigera* (хлопковая совка) – 29, у *D. melanogaster* – 1, в среднем геном насекомых содержит около 14 GST генов. Генов семейства UGT больше всего у *M. albifrons* – 80, а у *D. melanogaster* – 0, среднее количество на геном 43 UGT гена.

При анализе генов хеморецепции выявлено следующее: наибольшее число OR-генов найдено в геноме *Apis mellifera* (медоносная пчела) – 85, а наименьшее количество в геноме *B. tabaci* – 3, среднее число OR-генов на геном равняется 30. GR-генов больше всего у *D. melanogaster* – 70, *B. tabaci* – 6, среднее число GR-генов на геном равняется 15. Число IR-генов наибольшее в геноме *D. melanogaster* – 61, *A. mellifera* – 12, среднее число IR-генов на геном составляет 22 гена. ОВР-генов больше всех у *B. tabaci* – 15, а у *D. melanogaster* – 0, среднее число ОВР-генов на геном около 8 генов.

Наибольшее число генов P450 найдено в геноме табачной белокрылки, которая способна питаться более чем на 500 видах растений, что и обеспечивает такое большое количество генов, ответственных за выведение вторичных метаболитов растений и инсектицидов из организма насекомого. У медоносной пчелы больше всего обнаружено обонятельных рецепторов (85), что является следствием функции, которую пчелы выполняют в биоценозах, являясь опылителями многих цветковых растений. Среди тлей наиболее всего генов системы детоксикации обнаружено у *M. albifrons* – 24 CSE-гена и 80 UGT-гена соответственно, что связано с тем, что данный вид тли является олигофагом и также способен питаться на нескольких десятках видах растений.

Таблица 2 – Статистика генов системы детоксикации и генов хеморецепции в геномах насекомых

Отряд	Вид	Гены системы детоксикации					Гены хеморецепции			
		P450	ABC	CSE	GST	UGT	OR	GR	IR	ОВР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hemiptera	<i>Acyrtosiphon caraganae</i>	83	58	11	18	68	36	15	38	10
	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	74	50	19	20	57	15	13	25	14
	<i>Brevicoryne brassicae</i>	47	50	11	19	44	19	14	23	6
	<i>Diuraphis noxia</i>	56	44	10	10	35	6	10	19	5
	<i>Hyadaphis coriandri</i>	47	62	10	12	42	10	8	22	7

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<i>Macrosiphum rosae</i>	51	54	14	17	70	34	11	21	7
	<i>Macrosiphum albifrons</i>	63	55	24	15	80	34	13	27	9
	<i>Myzus persicae</i>	48	41	19	14	44	23	9	20	8
	<i>Myzus cerasi</i>	65	60	16	20	68	27	10	26	8
	<i>Metopolophium dirhodum</i>	63	45	11	21	63	25	13	22	11
	<i>Neotoxoptera formosana</i>	61	49	11	17	72	27	12	20	9
	<i>Aphis craccivora</i>	64	54	16	6	73	25	25	22	6
	<i>Aphis glycines</i>	61	55	12	13	41	15	15	19	7
	<i>Aphis gossypii</i>	42	50	5	7	28	15	11	17	7
	<i>Melanaphis sacchari</i>	38	40	4	8	29	17	9	15	7
	<i>Pentalonia nigronervosa</i>	65	60	10	12	45	26	14	23	11
	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	42	42	6	8	36	24	11	15	5
	<i>Cinara cedri</i>	69	52	11	11	43	31	13	18	11
	<i>Eriosoma lanigerum</i>	56	48	8	11	40	54	10	21	8
	<i>Sipha flava</i>	45	44	8	13	36	13	9	17	4
	<i>Bemisia tabaci</i>	128	41	13	17	71	3	6	15	15
	<i>Diaphorina citri</i>	91	81	9	20	29	6	14	18	5
	<i>Nilaparvata lugens</i>	68	55	16	14	11	41	20	20	6
	<i>Cimex lectularis</i>	54	46	3	14	2	29	8	19	10
Hymenoptera	<i>Apis mellifera</i>	42	27	6	7	12	85	7	12	1
Diptera	<i>Drosophila melanogaster</i>	84	2	0	1	0	60	70	61	0
Lepidoptera	<i>Helicoverpa armigera</i>	106	30	17	29	28	53	16	22	16
Blattodea	<i>Zootermosis nevadensis</i>	67	34	8	7	23	72	33	33	13
Примечание: P450 – цитохромы P450, ABC – ABC-транспортёры, CSE – карбоксил/холинэстеразы, GST – глутатион S-трансферазы, UGT – глюкоронозилтрансферазы, OR (odorant receptors) – обонятельные рецепторы, GR (gustatory receptors) – вкусовые рецепторы, IR (ionotropic receptors) – ионотропные рецепторы, ОВР (odorant-binding protein) – белки, связывающие запахи.										

Стоит отметить, что прямой зависимости между числом генов систем детоксикации и хеморецепции и особенностями питания насекомых, в том числе количестве употребляемых в пищу видов растений, выявлено не было.

Список литературы

1 Competition and dispersal in the pea aphid: clonal variation and correlations across traits / S. P. Hazell [et al.] // Ecol Entomol. – 2005. – Vol. 30, № 3. – P. 293–298.

2 Ecological adaption analysis of the Cotton Aphid (*Aphis gossypii*) in different phenotypes by transcriptome comparison / Q. Li [et al.] // PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8, № 12. – P. e83180.

3 Feyereisen, R. Insect P450 inhibitors and insecticides: challenges and opportunities / R. Feyereisen // Pest. Manag. Sci. – 2015. – Vol. 71, № 6. – P. 793–800.

4 Scott, J.G. Cytochromes P450 and insecticide resistance / J.G. Scott // Insect Biochemistry and Molecular Biology. – 1999. – Vol. 29, № 9. – P. 757–777.

N. V. VORONOVA-BARTE, M. D. RAKOVA, S. S. LEVYKINA

**QUANTITATIVE CHARACTERIZATION OF DETOXIFICATION
AND CHEMORECEPTION SYSTEM GENES IN INSECT GENOMES**

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
nvoronova@bsu.by, rkvmry@gmail.com, s.lewykina@yandex.by*

This work contains up-to-date data on the number of detoxification system genes and chemoreception genes in insect genomes belonging to the orders Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera.

Key words: Insect class, aphids, detoxification system genes, chemoreception genes.

И. А. ГАВРИЛЕНКО, Т. А. ТИМОФЕЕВА

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ СТАЦИОНАРНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ПО ОСНОВНЫМ ОТРАСЛЯМ ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
wanja3296@gmail.com, myshlion@mail.ru*

Статья посвящена проблеме загрязнения атмосферного воздуха крупными стационарными источниками в Республике Беларусь. Дана количественная оценка выбросов по областям, а в разрезе областей рассмотрен химический состав загрязнителей по отраслям производства.

Ключевые слова: атмосфера, стационарные источники загрязнения, промышленные предприятия, химическое загрязнение.

Согласно данным из «Государственного кадастра атмосферного воздуха» за 2023 год, в Республике Беларусь насчитывается 4228 организаций или же предприятий, которые осуществляют выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Из них: 514 расположены в Брестской области, 537 в Витебской области, 696 в Гомельской области, 553 в Гродненской области, 179 в г. Минск, 1153 в Минской области, 596 в Могилевской области (рисунок 1).

Из этих 4228 предприятий, 373 относятся к I – III категориям воздействия на атмосферный воздух. Соотношение данных предприятий представлено следующим образом: 56 расположены в Брестской области, 49 в Витебской области, 94 в Гомельской области, 49 в Гродненской области, 40 в г. Минск, 53 в Минской области, 32 в Могилевской области (рисунок 2).

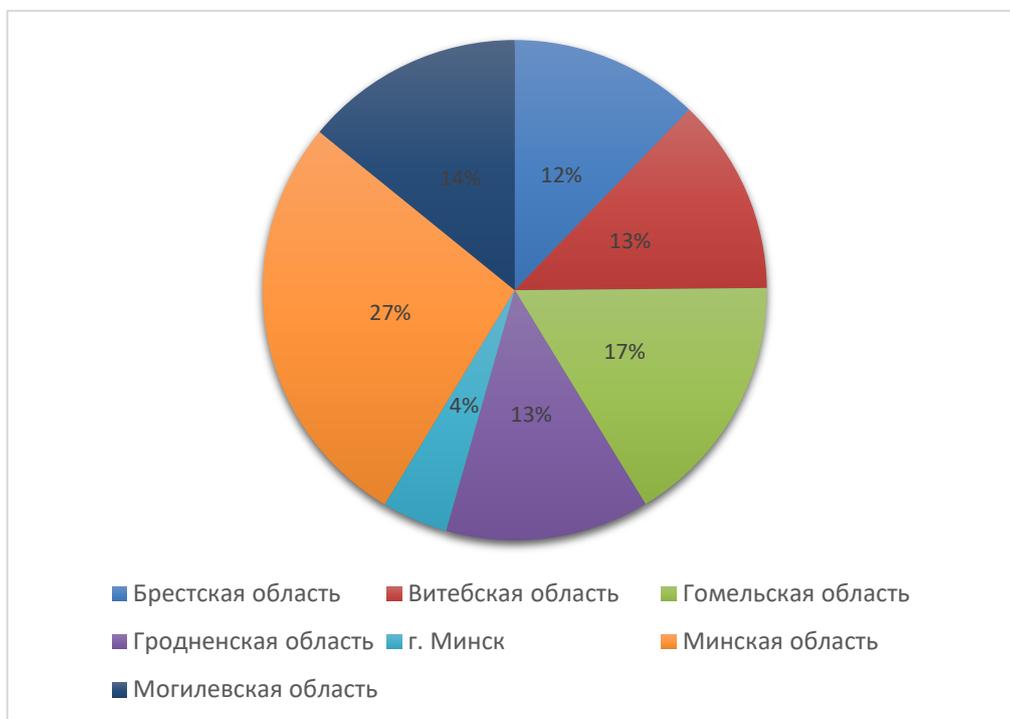


Рисунок 1 – Диаграмма соотношения количества предприятий в Республике Беларусь по административным единицам, % [1]

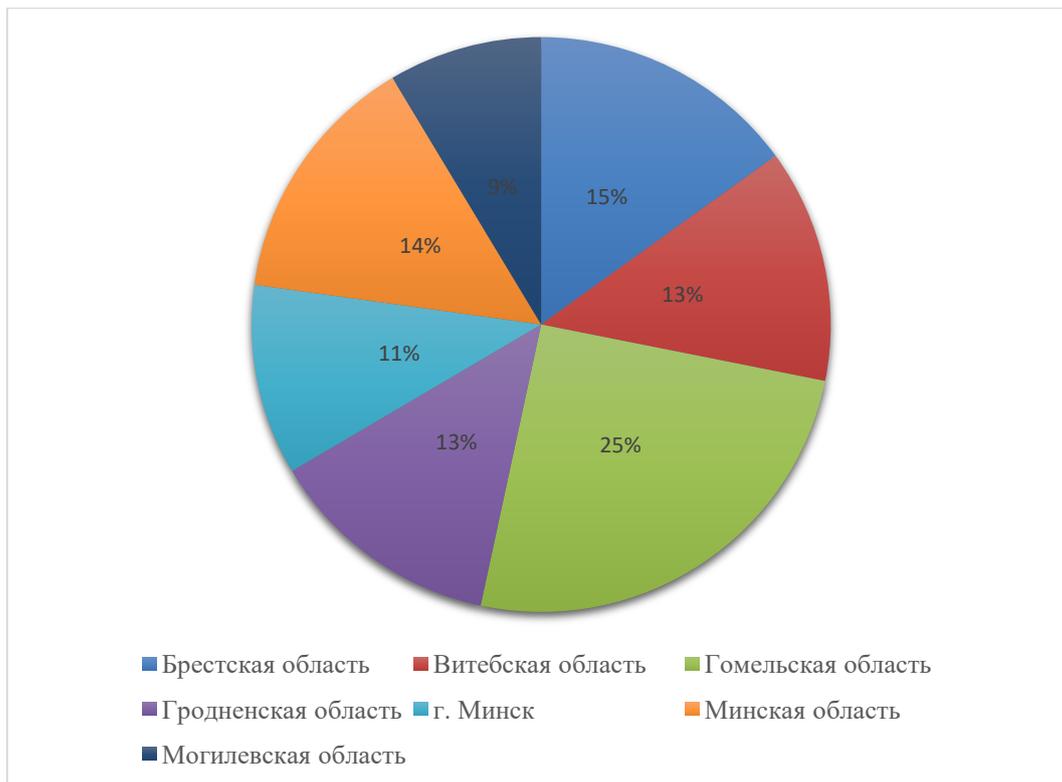


Рисунок 2 – Диаграмма соотношения количества предприятий I – III категории воздействия на атмосферный воздух в Республике Беларусь по административным единицам, % [1]

Сравнив процентное соотношение в диаграммах, можно прийти к выводу о том, что количество предприятий, имеющих повышенную степень воздействия на атмосферный воздух, не сильно зависит от общего числа предприятий. Минская область является лидером по количеству предприятий. Город Минск в свою очередь является единственным городом в стране, где сосредоточено максимально большое количество предприятий в Республике Беларусь.

В 2020 г. суммарно в Республике Беларусь было выброшено в атмосферный воздух 428,147 тыс. т загрязняющих веществ, в 2021 г. – 464,777 тыс. т, в 2022 г. – 456,159 тыс. т.

Для большей наглядности рассмотрим изменения суммарных выбросов с 1999 года (рисунок 3).

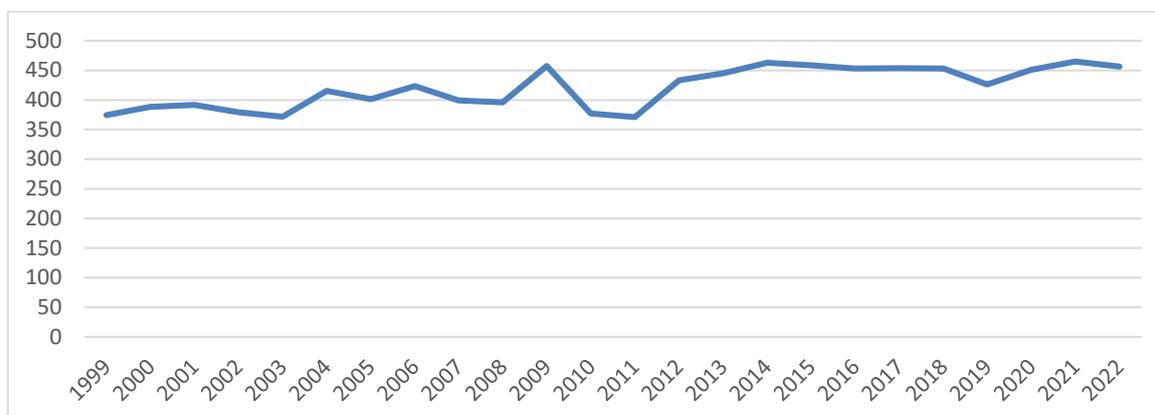


Рисунок 3 – График динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Республики Беларусь с 1999 по 2022 гг., тыс. т [2]

Исходя из графика, за 23 года рост выбросов составил около 80 тыс. т. Также на графике заметно резкое уменьшение выбросов с 2009 по 2013 гг. Это снижение, можно приурочить к последствиям Глобального экономического кризиса 2008 года, а также к Финансовому кризису 2011 года в Беларуси и его последствиям. Из этого можно сделать вывод о том, что общий объём выбросов зависит от экономической деятельности и общей экономической ситуации в стране. Однако не стоит исключать, такой фактор как улучшение систем очистки и совершенствование мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ [2, 3].

Также, за последние 3 года наблюдается снижение числа выбросов в атмосферу.

Анализируя структуру выбросов по отраслям хозяйства за 2020 г. можно сделать выводы о том, что наибольшую долю среди выбросов составляет обрабатывающая промышленность, затем следует сельское, лесное и рыбное хозяйство, уже после, снабжение электроэнергией, газом, тепло и водоснабжение. Четвёртое место занимает транспортная деятельность. Семь отраслей хозяйства, за 2020 год, по отдельности, выбросили менее 10 тыс. т. Загрязняющих веществ. Также наблюдается, что многие виды экономической деятельности не осуществляли выбросов в 2020 году.

Анализ структуры выбросов показал, что наибольшую долю среди компонентов составляют вещества, в составе которых присутствует углерод. Среди этих веществ: углеводороды (без летучих органических соединений) – 33%, неметаллические летучие органические соединения – 15%, оксиды углерода – 17%.

Наименьшую долю среди компонентов занимают: оксид азота – 1% и твёрдые частицы – 6%.

Обратившись снова к кадастру атмосферного воздуха, можно узнать причину этого. Причина заключается в том, что сельское, лесное, рыбное хозяйство и обрабатывающая промышленность, а также, но в меньшей степени, снабжение электроэнергией и водоснабжение – выбрасывают в основном соединения, в составе которых есть углерод. А в связи с тем, что они являются основными загрязнителями атмосферы, по суммарным выбросам, они и определяют общую структуру загрязнения атмосферы по стране. Сельское, лесное и рыбное хозяйство, в целом с 2020 по 2022 год увеличили выбросы загрязняющих веществ на 40 тыс. т. За этот же период, обрабатывающая промышленность сократила свои выбросы на 19 тыс. т. Снабжение электроэнергией увеличило свои выбросы на 26 тыс. т.

Интересным случаем является сокращение выбросов в сфере транспортной деятельности, с 2020 по 2022 год, выбросы сократились на 19 тыс. т. (с 23 до 4 тыс. т).

Остальные виды деятельности, которые не производили выбросы в атмосферу, с 2020 года начали выбрасывать в атмосферу «небольшое» количество веществ (не более 5 тыс. т).

В основном структура выбросов по компонентам не изменилась, хоть и наблюдается уменьшение выбросов диоксида серы и оксидов и диоксидов азота. Наиболее заметной является изменение категорий в системе выбросов, с выделение в отдельную графу метана и замену группы неметаллических летучих органических соединений на группу летучих органических соединений.

Выводы. Из всех 4228 организаций или же предприятий, которые осуществляют выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, только примерно 9 % (373 организации или же предприятия) относятся к I – III категориям воздействия на атмосферный воздух. Наибольшая доля этих предприятий расположена в Гомельской, Брестской и Минской областях.

С 1999 по 2022 год, можно наблюдать тенденцию увеличения выбросов загрязняющих веществ в Республике Беларусь. Однако стоит учесть, что с 2009 по 2011 год, наблюдалось резкое снижение выбросов. Причиной этого, стал глобальный экономический кризис 2008 года, а также Финансовый кризис 2011 года в Беларуси и его последствия. Но, в целом, с 2023 года рост выбросов составил около 80 тыс. т.

Основным источником выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются: сельское, лесное и рыбное хозяйство, обрабатывающая промышленность, снабжение энергией, паром и горячей водой. Наибольшую долю, среди компонентов загрязняющих веществ, занимает: Метан, летучие органические соединения и оксид углерода.

Список литературы

1 Статистический сборник Республики Беларусь / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ. – Минск, 2023. – 224 с.

2 Мониторинг атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Rad.org.by. – URL: <https://rad.org.by/> – Дата доступа: 22.04.2024.

3 Хрусталёва, Е.Н. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух антропогенными источниками Республики Беларусь / Е.Н. Хрусталёва // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2020. – С 78–86.

I. A. GAVRILENKO, T. A. TIMOFEEVA

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC POLLUTION BY STATIONARY SOURCES BY MAIN SECTORS OF THE REPUBLIC OF BELARUS ECONOMY

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
wanja3296@gmail.com, myshlion@mail.ru*

The article is devoted to the problem of atmospheric air pollution by large stationary sources in the Republic of Belarus. Quantitative assessment of emissions by regions is given, and in the context of regions the chemical composition of pollutants by branches of production is considered.

Key words: atmosphere, stationary sources of pollution, industrial enterprises, chemical pollution.

А. В. ГУЛАКОВ, Д. Н. ДРОЗДОВ

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ
ДИКОГО КАБАНА, ОБИТАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ
ПОЛЕССКОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
Gulakov@gsu.by, Drozdov@gsu.by*

В статье представлены результаты сравнительного анализа поглощенных доз облучения популяции дикого кабана, обитающего в условиях радиоактивного загрязнения Полесского радиационно-экологического заповедника. Показано, что суммарная годовая поглощенная доза внутреннего облучения животных, изъятых на территории зоны отселения составляет 261,7 мкГр/сут, на территории зоны отчуждения 559,3 мкГр/сут.

Ключевые слова: дикий кабан, доза внутреннего облучения, ^{137}Cs , ^{90}Sr .

Одним из крупных млекопитающих, обитающих на территории радиоактивного загрязнения Полесского радиационно-экологического заповедника, является дикий кабан *Sus scrofa*. Обитание дикого кабана на радиоактивно-загрязненной территории обуславливает накопление значительного количества радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr . В этой связи, дикий кабан является источником миграции обозначенных радионуклидов в границах своего ареала обитания.

Согласно публикациям Международной комиссией по радиационной защите дикий кабан не является референтным видом для целей радиоэкологического мониторинга [5]. Тем не менее, он обладает рядом особенностей, позволяющих использовать данные о накоплении и формировании поглощенных доз облучения. Одним из важных преимуществ использования данного вида является тот факт, что дикий кабан активно накапливает радионуклиды в нижнем ярусе лесного фито- и зооценоза через разные трофические цепи.

Рацион дикого кабана крайне разнообразен, животное поедает корм не только растительного, но и животного происхождения. Весной более 80% рациона составляют травянистые растения, среди которых важное место занимают белокрыльник, калужница, таволга, клевер и др. В сутки дикий кабан потребляет 4–6 кг пищи. После периода цветения и до глубокой осени, в рационе дикого кабана доминируют корни, корневища и луковицы растений. Животный корм кабанов составляют дождевые червей, личинки жуков, моллюски, лягушки, змеи и даже мелкие млекопитающие, в особенности мышевидные грызуны [2].

Данная территория представляется уникальным радиоэкологическим местом, позволяющим производить объективную оценку влияния дозовых нагрузок на биоту разного уровня. По данным Департамента по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС МЧС, ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» около 1500 км² территории заповедника занимает территория зоны отчуждения и отселения, где не оказывается антропогенная нагрузка. В этой связи, фактор радиационного загрязнения территории, является единственным техногенным источником, действие которого способно оказывать давление на естественную численность популяции животных и растений [4].

Распределение радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr по территории заповедника преимущественно носит случайный характер. Однако юго-восточные территории, прилегающие к границе, отличаются более равномерным распределением плотности загрязнения чернобыльских радионуклидов. Таким образом, изъятые в течение года животные в границах территории зоны отселения и отчуждения позволит произвести объективный анализ формирования доз внутреннего облучения.

Цель работы: провести сравнительный анализ поглощенных доз внутреннего облучения от радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в мышечной и костной ткани дикого кабана, обитающего на территории зоны отселения и отчуждения Полесского радиационно-экологического заповедника.

Объект исследования популяция *Sus scrofa*, обитающая на территории зоны отселения и отчуждения в Полесском радиационно-экологическом заповеднике. Изъятие животных проводилось вблизи населенных пунктов: Бабчин 837,5 кБк/м², Беседь 934,4 кБк/м², Речки 941,3 кБк/м², Савичи 505,2 кБк/м², Шейка 761,3 кБк/м², Борщевка (более 555 кБк/м²), Молочки (>555 кБк/м²), Погонное (>555 кБк/м²), Оревичи (>555 кБк/м²). Получены пробы мышечной и костной ткани получены от 65 особей дикого кабана [1]. Значения поглощенной дозы внутреннего облучения диких копытных оценивали для радионуклидов ^{137}Cs в мышечной и ^{90}Sr в костной ткани. Коэффициенты дозового перехода определили на основании данных для наземных животных, приведенных в работе [3].

Статистическую обработку осуществляли с применением методов вариационной статистики для уровня значимости 0,05. Сравнительный анализ поглощенных доз облучения дикого кабана, производили методом однофакторного дисперсионного анализа. Статистическая обработка данных проводили с помощью программы Statistica 6.0.

Оценка поглощенной дозы внутреннего облучения производилась с учетом полового диморфизма животных; получены значения поглощенных доз внутреннего облучения, приведены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что в условиях зоны отселения соотношение вклада в суммарную дозу облучения от ^{137}Cs в мышечной ткани и ^{90}Sr в костной ткани дикого кабана составляет 28 % : 72%. На территории зоны отчуждения соотношение вклада обозначенных радионуклидов составляет 54% : 46%. Полученные соотношения указывают на то, что в условиях радиационного загрязнения в зоне отселения доминирующее значение имеет формирование дозы облучения за счет радионуклидов ^{90}Sr , в зоне отчуждения формирование дозы облучения имеет место паритетный вклад радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Таблица 1 – Поглощённые дозы облучения дикого кабана

Территория	Двн (^{137}Cs) мкГр/сут	Двн (^{90}Sr), мкГр/сут	Суммарная доза, мкГр/сут
Отселение (более 30 км)	72,4 ± 18,8	189,0 ± 68,4	261,7
Отчуждение (до 30 км)	299,1 ± 119,0	260,2 ± 35,0	559,3

Методом дисперсионного анализа проведена оценка влияния уровня радиоактивного загрязнения на формирование поглощенной дозы облучения популяции дикого кабана, обитающего на территории Полесского радиационно-экологического заповедника. В результате анализа установлено, что фактор радиоактивного загрязнения территории объясняет не более 10 % ($p > 0,05$) вариации суммарной дозы облучения популяции дикого кабана, обитающей на территории заповедника. Сравнительный анализ средних поглощенных доз облучения в зоне отчуждения и отселения показал отсутствие достоверного различия между значениями ($p > 0,05$), что можно объяснить широкой ареем обитания и миграцией.

Оценка показателя благополучия дикого кабана в отношении радиационного фактора, выполнена путем сопоставления со значением референтного уровня обеспокоенности. Для крупных млекопитающих скрининговая величина составляет $2,4 \cdot 10^{-4}$ Гр/сут. Исходя из чего следует, что обитание дикого кабана на радиоактивно-загрязненной территории зоны отселения ведет к превышению скринингового показателя на 9%. Обитание на территории зоны отчуждения обуславливает формирование дозы облучения превышающей скрининговый показатель в 2,3 раза. Таким образом, обитание дикого кабана в условиях зоны отчуждения сохраняет опасность устойчивости для популяции данного вида.

Список литературы

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

2 Пикулик, М.М. Динамика зооценозов в условиях постантропогенных изменений ландшафтов в зоне аварии Чернобыльской АЭС / М.М. Пикулик, М.Е. Никифоров, А.Е. Пленин // Антропогенная динамика ландшафтов и проблемы их сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия: Материалы респ. научно-практ. конф., 26-28 дек., Минск, 2001. – Минск: БГПУ, 2002. – С. 181–184.

3 Рекомендации Р52.18.820-2015 Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки. – Обнинск, 2015 – 65 с.

4 Суценья, Л. М. Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС / Л.М. Суценья, М.М. Пикулик, А.Е. Пленин. – Минск: Навука і тэхніка, 1995. – 262 с.

5 ICRP Publication 108. Environmental protection: the concept and use of reference animals and plants. Ann. ICRP. – 2009. – Vol. 38. – P. 1 – 242.

A. V. GULAKOV, D. N. DROZDOV

COMPARATIVE ANALYSIS OF INTERNAL IRRADIATION DOSES OF WILD BOAR LIVING IN THE TERRITORY OF POLESIYE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

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

The article presents the results of a comparative analysis of absorbed radiation doses of a population of wild boar living in conditions of radioactive contamination of the Polesie Radiation-Ecological Reserve. It has been shown that the total annual absorbed dose of internal irradiation of animals seized in the territory of the resettlement zone is 261.7 $\mu\text{Gy/day}$, in the territory of the exclusion zone 559.3 $\mu\text{Gy/day}$.

Key words: wild boar, internal radiation dose, ^{137}Cs , ^{90}Sr .

Ю. А. ГУЛЯНОВ¹, А. А. ЧИБИЛЁВ¹, С. В. ЛЕВЫКИН¹, М. М. СИЛАНТЬЕВА²

**РОЛЬ ПРИРОДОПОДОБНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ
УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
СТАБИЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ В ПРИГРАНИЧНЫХ
С РЕСПУБЛИКОЙ КАЗАХСТАН РЕГИОНАХ УРАЛА И СИБИРИ**

¹*Институт степи УрО РАН,
г. Оренбург, Российская Федерация,
iury.gulyanov@yandex.ru,*

²*Алтайский государственный университет,
г. Барнаул, Российская Федерация,
msilan@mail.ru*

В статье обсуждаются проблемы повышения экологической стабильности территории приграничных с Республикой Казахстан регионов Урала и Сибири и устойчивости растениеводства путём оптимизации структуры землепользования и внедрения наукоёмких природоподобных агротехнологий, определённых правительством РФ в качестве приоритетных.

Ключевые слова: приграничные регионы России, Урал и Сибирь, экологическая стабильность территории, устойчивость растениеводства

Постцелинные степные регионы России принимают весомое участие в поддержании продовольственной безопасности и экспортного потенциала страны. В первую очередь оно заключается в обеспечении высококачественным продовольственным зерном, поставляемом на внутренний и внешний рынок [3].

Преимущественно сосредоточенное в зонах рискованного земледелия зерновое производство степных регионов характеризуется нестабильностью валовых сборов, высокой их временной и пространственной вариабельностью [1].

Высокая нестабильность валовых сборов из соображений продовольственной безопасности зачастую мотивирует к сельскохозяйственному использованию малопригодных к обработке и сильно выработанных земель, что создаёт риски разнообразию биологических объектов и экологической стабильности территории [5]. Она характеризуется преимущественно низкой оценкой, связанной с преобладанием дестабилизирующих экологическое равновесие структурных элементов в общей площади землепользования.

Особенной остротой обозначенная проблема характеризуется в приграничных с Республикой Казахстан постцелинных степных регионах Урала и Сибири, отличающихся высокой экологической напряжённостью ввиду чрезвычайной распаханности территорий, не всегда пригодных для высокотехнологичного эффективного растениеводства [6].

В связи с этим изучение роли новационных технологических решений в повышении устойчивости растениеводства и экологической стабильности постцелинных территорий, путём перевода в другие виды пользования (сенокосы, пастбища) непригодных земель, имеет высокую научную и практическую значимость.

Среди приграничных с Республикой Казахстан постцелинных степных регионов России высокой сельскохозяйственной освоенностью и вкладом в российские валовые сборы зерна характеризуются Оренбургская область и Алтайский край. Их участие в формировании урожая самой востребованной в продовольственном отношении яровой пшеницы за истекшие двадцать лет составило почти 4,0 млн т в год или около 20,0 % из 20,0 млн т общероссийского сбора, из которых более 2,5 млн т или около 14,0 % поступило с полей Алтайского края.

Объектом исследований выступали территории землепользования Домбаровского, Ясененского и Светлинского районов Оренбургской области, Бурлинского, Табунского, Кулундинского, Ключевского районов и МО г. Славгород Алтайского края, приграничные с Республикой Казахстан.

Анализ определяющих территориальную экологическую устойчивость факторов подтвердил существенное преобладание дестабилизирующих территориальных элементов над стабилизирующими в общей площади землепользования муниципальных образований. Установлена характерная для нестабильного и условно стабильного экологического состояния величина комплексного показателя экологической устойчивости и его значительная пространственная вариабельность во многих исследуемых территориях.

Среди них самая низкая оценка экологической устойчивости (стабильности) отмечена применительно к территориям землепользования Табунского и Кулундинского районов Алтайского края, составившая 0,24–0,28 единиц комплексного показателя и соответствующая отчётливо выраженной нестабильности ($< 0,5$). Нестабильное экологическое состояние территорий, с величиной комплексного показателя от 0,5 до 1,0 единиц, наблюдается в Ключевском районе (0,67) и МО г. Славгород (0,62) Алтайского края, а также в Ясенском (0,76) и Светлинском (0,84) районах Оренбургской области. В указанных территориях доля стабилизирующих территориальных элементов составляет от 19 до 45% общей площади землепользования.

Условно стабильное экологическое состояние территорий с долей стабилизирующих территориальных элементов, превышающей 50,0 %, отмечено только в Бурлинском районе Алтайского края (57,4 %) и Домбаровском районе Оренбургской области (67,8 %). Здесь комплексный показатель экологической устойчивости (стабильности) территории составляет 1,35 и 2,11 единиц, что укладывается в диапазон его значений, соответствующий условно стабильному состоянию (1,0–3,0).

В результате оценки территориально-функциональной устойчивости агроландшафтов исследуемых территорий по индексу экологической сбалансированности выявлена аналогичная пространственная картина. Его величина, составившая в целом по Оренбургской области и Светлинскому району 0,93 и 0,89 единиц, оказалась ниже величины, соответствующей устойчивому агроландшафту (1,0). Ещё большая разница, равная 0,24 и 0,27 единицам, отмечена в МО г. Славгород и Ключевском районе Алтайского края (0,76 и 0,73), а самыми низкими значениями индекса экологической сбалансированности агроландшафтов характеризовались Кулундинский (0,30) и Табунский (0,25) районы.

Приведённые данные вполне убедительно подтверждают целесообразность развиваемого Институтом степи УрО РАН научного направления, касающегося исправления сложившейся экологической ситуации в регионах степной зоны России путём оптимизации землепользования. Его суть заключается в разработке и научном обосновании мероприятий по изменению вида пользования неустойчивых обрабатываемых почв с целью увеличения доли стабилизирующих территориальных элементов [5]. В качестве средства повышения валовых сборов с сократившейся в соответствии с этим площади пашни и поддержания продовольственной безопасности рассматривается разработка и производственная верификация новационных технологических приёмов природоподобной направленности [4].

В результате корреляционного анализа временных рядов валовых урожаев (на примере яровой пшеницы) и структурных элементов урожая, установлена их преимущественная связь с урожайностью зерна. В среднем по исследуемым приграничным территориям за истекший двадцатилетний период коэффициент корреляции Пирсона (r) составил 0,83–0,87 единиц. Наиболее сильная связь между указанными параметрами отмечена в полеводстве Светлинского (0,88), Домбаровского (0,89) районов Оренбургской области и Ключевского (0,94), Табунского (0,90) и Кулундинского (0,85) районов Алтайского края. При этом в целом по регионам связь между указанными параметрами значительно ниже и является средней в Оренбургской области ($r = 0,52$) и близкой к сильной в Алтайском крае ($r = 0,69$).

По результатам корреляционного анализа, показавшим меньшую зависимость валовых сборов яровой пшеницы от площади посева и преимущественную зависимость от урожайности зерна, сделано заключение о перспективности выявления причин её вариабельности и разработки путей стабилизации зернового производства.

Среди рассматриваемых приграничных с Республикой Казахстан муниципальных образований Оренбургской области, территориально приуроченных к Восточной природно-климатической зоне, наибольшая изменчивость урожайности яровой пшеницы отмечена в Домбаровском районе. Так, за истекший пятнадцатилетний период (2008–2022 гг.), при широте вариации её значений от 0,30 (2012 г.) до 0,98 (2022 г.) т/га и средней величине 0,59 т/га, коэффициент вариации составил 46,4%. В двух других районах при аналогичной (Светлинский район) или несколько большей (0,64 т/га, Ясенский район) средней урожайности её вариабельность также была высокой и находилась в интервале от 40,9 % до 42,9 % соответственно.

В приграничных с Республикой Казахстан муниципальных образованиях Алтайского края, относящихся к Западно-Кулундинской природно-климатической зоне, за немногим более продолжительный период времени с 2000 по 2022 год наибольшая вариабельность урожайности, составившая 33,0 %, и меньшая её средняя величина, равная 0,71 т/га, отмечена в Табунском районе. В Кулундинском районе при близкой средней урожайности, составившей 0,70 т/га, её вариабельность была ниже на 3,1 п.п (процентных пункта) и еще на 5,8 п.п ниже в Ключевском районе, с самой высокой из этих территорий урожайностью, равной 0,96 т/га.

Научный поиск и систематизация причин высокой вариабельности урожайности полевых культур позволили нам сгруппировать их основную массу в две группы факторов – природного и антропогенного характера, принципиально отличающихся по происхождению. В результате анализа большого объёма статистической информации удалось установить, что из природных факторов наибольшее участие в дестабилизации урожайности принимают климатические факторы, в первую очередь сумма активных температур воздуха и количество атмосферных осадков вегетационного периода. Их неблагоприятное сочетание, выражающееся в избытке первых и недостатке вторых, сопровождается высокой засушливостью климата, что стало характерным для исследуемых территорий. Негативные проявления засухи, выражающиеся в снижении продуктивности растений, а зачастую и в их гибели, преимущественно отмечаются на низкоплодородных почвах, с недостаточным запасом органики, не обладающих достаточной водопоглощательной и водоудерживающей способностью.

Результаты пятилетних экспедиций, проведённых в исследуемых территориях, показали, что наибольшим дестабилизирующим урожайность яровой пшеницы эффектом из группы антропогенных обладают факторы сельскохозяйственной практики, сопровождающиеся значительным изреживанием плотности продуктивного стеблестоя и снижением продуктивности колоса.

В обобщённом виде среди них следует выделить неоднократно ранее упоминаемое нами нарушение оптимальной структуры угодий из числа земель сельскохозяйственного назначения, вовлечение в обработку неполнопрофильных, заовраженных, смытых и прочих неустойчивых почв, повышающих ресурсозатратность земледелия, отступление от севооборотов, преобладание в структуре посевов маргинальных культур, расширение посевов почвоутомительных культур (подсолнечник), исключительно растениеводческую специализацию хозяйств и пренебрежение удобрением полей, а также игнорирование технического прогресса и сдерживание технологических новаций.

В качестве адекватного ответа на отмеченные выше природные и антропогенные вызовы, ограничивающие полноту реализации урожайного потенциала полевых культур и дестабилизирующие зерновое производство приграничных с Республикой Казахстан постцелинных регионов России, высокую целесообразность имеет изучение роли природоподобных технологий в повышении устойчивости растениеводства и экологической стабильности территорий, а также разработка экологических основ и научное обоснование новационных технологических решений, основанных на использовании современного интеллектуального оборудования и информационных систем.

По нашему убеждению, основанному на глубоком научном анализе и широкой производственной верификации новационных технологических решений природоподобной направленности, их преимущественная особенность состоит в создании для растений полевой культуры условий, характерных для естественных растительных сообществ и, одновременно, в высоком ресурсосберегающем эффекте.

В обобщённом виде среди них следует выделить:

- ландшафтно-экологическое пространственное планирование и организацию землепользования путём «вписывания» полей в естественный природный ландшафт;
- минимизацию обработки почвы или её полное исключение с мульчированием поверхности пожнивными остатками и незерновой частью урожая;
- насыщение севооборотов многолетними травами и создание травяных экосистем, обеспечивающих благоприятные условия для почвообразования и развития почвенной биоты;
- практикование бинарных посевов, представляющих собой одновременное выращивание на одном и том же поле двух и более культур с разными биологическими и морфологическими признаками;
- выращивание скороспелых, засухоустойчивых и жаростойких сортов, способных формировать зерно за короткий период вегетации, противостоять болезням и эффективно конкурировать с сорняками без излишней химической нагрузки;
- внедрение разноразных посевов (смеси сортов) зерновых культур с целью повышения их устойчивости и объединения ценных хозяйственных признаков;
- использование цифровых ресурсов для мониторинга развития растительной массы с целью управления продуктивностью полевых культур в процессе вегетации путём дискретного внесения агрохимикатов и средств защиты растений по элементарным участкам полей в соответствии с их гетерогенностью, характеризующегося, наряду с экономическим, ещё и очевидным природосберегающим эффектом [2];
- уборку зерновых культур очёсывающими жатками с оставлением на поле практически не повреждённого стеблестоя с выбранным зерном.

По совокупности экологоориентированных составляющих, внедрение природоподобных агротехнологий предполагает существенное снижение нагрузки на агроэкосистемы и агроландшафты и их оптимальную организацию, приближённую к природной структуре и динамике.

Таким образом, повышение экологической устойчивости территорий и сбалансированности агроландшафтов приграничных с Республикой Казахстан постцелинных регионов Урала и Сибири может быть достигнуто путём оптимизации структуры землепользования путём приведения к оптимальным размерам площади обрабатываемых земельных угодий. В поддержании экологически сбалансированных агроландшафтов и сохранении продовольственной безопасности и экспортного потенциала страны весомая роль должна отводиться внедрению агротехнологий, имеющих природоподобную основу и обеспечивающих воспроизводство природных ресурсов.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда «Географические основы пространственного развития земледельческих постцелинных регионов Урала и Сибири» № 20-17-00069-П.

Список литературы

- 1 Belyaev V.I. Yield structure and grain quality of spring wheat varieties of Altai and foreign selection (Tyumentsevsky district, Altai krai) / V.I. Belyaev, N.V. Rudev, L.V. Sokolova // Siberian journal of life sciences and agriculture. – 2022. – Vol. 14, No. 2. – P. 427-440.

2 Гулянов Ю.А. Перспективы использования информационных ресурсов ДЗЗ для управления производственным процессом полевых агроценозов / Ю.А.Гулянов // Земледелие. – 2022. - № 2. – С. 26-31.

3 Кумратова А.М. Продуктивность зернового производства в России: тенденции и перспективы / А.М.Кумратова., В.В.Алещенко // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 16, №. 3 (63). – С. 142-146.

4 О развитии природоподобных технологий в Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации, 02 нояб. 2023 г., № 818 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/000120231102002>: 15.02.2024.

5 Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) / Ю.А.Гулянов [и др.] // Известия Российской академии наук. Серия географическая. - 2022. - Т. 86, № 1.- С. 28-40.

6 Левыкин С.В. Как сохранить природное разнообразие степей в Южно-Уральском секторе российско-казахстанского приграничья / С.В. Левыкин [и др.] // Степной бюллетень. - 2010. - № 30. – С. 4-9.

YU. A. GULYANOV¹, A. A. CHIBILYOV¹, S. V. LEVYKIN¹, M. M. SILANTIEVA²

THE ROLE OF NATURE-LIKE AGROTECHNOLOGIES IN INCREASING THE SUSTAINABILITY OF CROP PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL STABILITY OF THE TERRITORY IN THE REGIONS BORDERING THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN IN THE URALS AND SIBERIA

¹ *Institute of Steppe of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Orenburg, Russian Federation,
iury.gulynov@yandex.ru,
²Altai State University,
Barnaul, Russian Federation,
msilan@mail.ru*

The article discusses the problems of increasing the environmental stability of the territory of the Ural and Siberian regions bordering the Republic of Kazakhstan and the sustainability of crop production by optimizing the structure of land use and the introduction of high-tech nature-like agrotechnologies identified by the government of the Russian Federation as priorities.

Key words: border regions, the Urals and Siberia, ecological stability of the territory, sustainability of crop production.

А. П. ГУСЕВ, Е. И. КУЛЫБА, А. В. РУДАЯ

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
gusev@gsu.by*

В работе рассмотрены примеры использования геоэлектрических методов при оценке загрязнения поверхностных вод, почв, грунтов зоны аэрации и подземных вод. Для изучения загрязнения поверхностных вод и почв используется метод резистивиметрии. Оценка загрязнения зоны аэрации и подземных вод проводится с помощью вертикального электрического зондирования, на основе которого создается геоэлектрическая модель геологической среды.

Ключевые слова: геоэлектрические методы, резистивиметрия, вертикальное электрическое зондирование, химическое загрязнение.

Целью наших исследований являлось изучение химического загрязнения компонентов техногенных ландшафтов с помощью геоэлектрических методов, основанных на измерениях электрического сопротивления. Удельное электрическое сопротивление (УЭС или ρ) является важнейшим показателем среды, характеризующим ее способность пропускать электрический ток при возникновении электрического поля (измеряется в Ом·м). Удельное электрическое сопротивление обратно пропорционально удельной электрической проводимости ($\rho = 1/\sigma$). Применение геоэлектрических методов (электро-разведки) при оценке и картографировании химического загрязнения компонентов природных и техногенных ландшафтов основано на взаимосвязи между их электрическим сопротивлением и засолением, т.е. содержанием солей. Удельное электрическое сопротивление воды зависит от ее минерализации и состава растворенных веществ, а электрическое сопротивление рыхлых грунтов – от минерализации воды в порах и глинистости.

Для оценки химического загрязнения используются следующие геоэлектрические методы: резистивиметрия; электрическое профилирование; электрические вертикальные зондирование. Резистивиметрия – это определение минерализации воды или засоления почв по измеренному удельному электрическому сопротивлению. В ходе наших исследований для определения минерализации вод использован портативный резистивиметр, измеряющий удельную электрическую проводимость (в См/см) и соответствующую ей минерализацию воды (в мг/дм³). Для оценки загрязнения почв и грунтов использован портативный резистивиметр (Soil EC-meter), измеряющий проводимость в См/см. Для удобства сопоставления с данными других геоэлектрических исследований значения удельной электрической проводимости переводились в значения удельного электрического сопротивления (в Ом·м). Измерение электрического сопротивления почв может проводиться как непосредственно в поле (на разных глубинах, в том числе в шурфах), так и в лабораторных условиях. Для лабораторных исследований отбираются пробы почв и грунтов. Из проб почв и грунтов изготавливаются водные вытяжки и пасты. В полевых условиях может быть использован метод определения электрического сопротивления по горизонтам почвенного профиля, вскрытом в шурфе. Метод вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) основан на использовании установки, состоящей из 2 питающих и 2 приемных электродов, с помощью которой измеряется сила тока (I_{AB}) в питающей линии и разность электрических потенциалов на приемных электродах (ΔU_{MN}). По результатам измерений

можно судить об электрических свойствах геологической среды на глубинах проникновения тока. Глубина проникновения тока в геологическую среду зависит от расстояния между питающими электродами. Для выполнения зондирования производят серию измерений, постепенно увеличивая размер питающей линии АВ. Результаты измерений представляют в виде графика зависимости от r_k (в Ом·м) разноса АВ (в метрах). Такой график называется кривой зондирования (кривой ВЭЗ). Для интерпретации данных ВЭЗ используется специализированное программное обеспечение – IPI2Win.

Склад серы. Рассмотрим пример использования резистивиметрии для изучения загрязнения поверхностных вод и почв в зоне влияния экологически опасного объекта. Источник загрязнения – склад серы, находящийся на промышленной площадке крупного предприятия по производству минеральных удобрений. Для изучения загрязнения почв проводилась резистивиметрия поверхностных вод и почв по 2 профилям: 1 профиль – территория, непосредственно примыкающая к промышленной площадке предприятия (в центре профиля – зона влияния, лишенная растительного покрова); 2 профиль – территории, отделенная от зоны влияния насыпью железной дороги (фоновая экосистема). На 2 профиле сопротивление почв составляет 100-1000 Ом·м (что соответствует песчаными почвам в условиях низкой влажности). В зоне влияния предприятия сопротивление почв, как правило, ниже 100 Ом·м. Вблизи склада серы почвы характеризуются очень низким сопротивлением (менее 10 Ом·м). На 2 профиле минерализация поверхностных вод составляла 140-967 мг/дм³ (среднее значение – 486,6 мг/дм³). Наибольшие значения (более 700 мг/дм³) имели место напротив источника загрязнения. На других участках профиля – менее 300 мг/дм³ (удельное электрическое сопротивление 17,1-34,5 Ом·м). Данный факт указывает на то, что здесь загрязнение в поверхностных водах от источника проникло за железнодорожную насыпь. На 1 профиле в лужах вблизи источника минерализация составляла 4,7-10,0 г/дм³ (среднее значение – 6,7 г/дм³), что соответствует электрическому сопротивлению менее 1 Ом·м. Таким образом, резистивиметрия поверхностных вод подтвердила выводы по результатам изучения электрического сопротивления почв. Аномалии крайне низкого сопротивления вод и почв пространственно совпадают и приурочены к зоне влияния склада серы.

Автомобильные дороги. Широко распространенной в техногенных ландшафтах проблемой является засоление почв и грунтов при использовании песчано-солевых смесей в зимний период для борьбы с гололедом. Песчано-солевая смесь (пескосоль) представляет собой смесь технической соли (хлористый натрий) и песка в различных пропорциях (доля соли составляет до 10-30%). Пескосоль активно используется на автомобильных дорогах, пешеходных частях улиц, площадях. Эта смесь быстро плавит лед и улучшает коэффициент сцепления. После таяния снега солевая часть может задерживаться в почвах (техноземах, урбоземах), близлежащих к полотну дороги участках. Для оценки засоления почвогрунтов вдоль дорог также может применяться резистивиметрия. Были проложены 3 профиля (по 6 точек в каждом), перпендикулярных автомобильной дороге (участок Речицкого шоссе). Расстояния между точками 5 м. Определялось сопротивление почв на глубине 5 см. По всем трем профилям прослеживается закономерное изменение величины электрического сопротивления почв. Вблизи дороги (расстояние 5 м) сопротивление составляло 16-50 (среднее значение – 30,3) Ом·м. По мере удаления от дороги сопротивление резко увеличивалось до 1000-5000 (среднее значение 1990,0) Ом·м (в лесном массиве). Уже на расстоянии 15 м от дороги сопротивление увеличилось в 15-34 раза. Этот эффект объясняется накоплением солей в прилегающей к дороге полосе, ширина которой составляет до 10 м.

Коллектор ливневой канализации. В ходе локального мониторинга подземных вод в зоне влияния Гомельского химического завода были выявлены аномальные изменения химического состава подземных вод, которые наиболее сильно проявились в подморенной водоносном горизонте. Зафиксирован рост содержания сульфат-иона и сухого

остатка в водах подморенного горизонта. Указанные колебания имеют техногенный характер, однако, источник загрязнения неизвестен. Участок скважины находится в пределах промышленной зоны, в окружении целого ряда предприятий, деятельность которых потенциально может вызвать загрязнение подземных вод. Методом ВЭЗ была изучена верхняя часть геологической среды (до глубины, соответствующей разностям питающей линии АВ=100-150 м, т.е. до 25-35 м). Для значительной части территории характерна трехслойная кривая типа Q ($\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$). На участке южнее 200 м наблюдательной скважины получена кривая типа QH ($\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$). Обнаружено, что в интервале 12-22 м находится слой с аномально низким сопротивлением (1,4 Ом·м). Низкое сопротивление обусловлено повышенной минерализацией подземных вод в подморенном водоносном горизонте. При условии песчано-супесчаного состава водонасыщенных пород сопротивление 1-2 Ом·м соответствует минерализации 1-5 г/мд³ (в зависимости от пористости, глинистости и температуры). На основе проведенных исследований показано, что потенциальный источник загрязнения находится на глубине 10-20 м и характеризуется ареалом, вытянутым вдоль Объездной улицы. Причиной загрязнения могут являться утечки из подземного коллектора ливневой канализации (проходит вдоль проезжей части Объездной улицы). На основе анализа выполненных исследований разработана схема модель распространения загрязнения в зоне влияния потенциального источника – коллектора ливневой канализации.

Полигон твердых коммунальных отходов. В зоне влияния полигона твердых коммунальных отходов геоэлектрическими методами определены ареал загрязнения почв и подтопления территории грунтовыми водами. Установлено, что кажущееся электрическое сопротивление на эффективной глубине, соответствующей разностям питающих линий АВ=10 м и АВ=30 м, по градиенту подтопления изменяется от первых сотен Ом·м в фоновой геосистеме до первых десятков Ом·м в зоне максимальной трансформации. При этом минерализация поверхностных вод по градиенту подтопления изменяется в 6,2 раза; электрическое сопротивление почв по градиенту подтопления снижается в 226 раз; в зоне ТМ-1 оно находится в пределах 7,7-10,9 Ом·м.

A. P. GUSEV, E. I. KULYBA, A. V. RUDAYA

GEOELECTRIC METHODS IN ASSESSING POLLUTION OF TECHNOGENIC LANDSCAPE COMPONENTS

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

The paper discusses examples of the use of geoelectric methods in assessing contamination of surface waters, soils, aeration zone soils and groundwater. To study contamination of surface waters and soils, the resistivity method is used. The assessment of contamination of the aeration zone and groundwater is carried out using vertical electrical sounding, on the basis of which a geoelectric model of the geological environment is created.

Key words: geoelectric methods, resistivity measurements, vertical electrical sounding, chemical pollution.

А. П. ГУСЕВ¹, Н. Н. ФИЛОНЧИК²

ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛАНДШАФТОВ ШИРОКОЛИСТВЕННО-ЛЕСНЫХ ЗОН ЕВРАЗИИ

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
gusev@gsu.by,*

*²Ланьчжоуский транспортный университет,
г. Ланчжоу, Китайская Народная Республика,
filonchuk.mikalai@gmail.com*

В работе приводятся результаты изучения изменений NDVI в ландшафтах широколиственно-лесных зон Евразии по данным съемки MODIS Terra в 2000-2023 гг. Проводится сравнительный анализ изменений NDVI в ландшафтах восточной части Белорусского Полесья (Беларусь) и Хэйлуңцзяна (Китай).

Ключевые слова: NDVI, MODIS, продуктивность, ландшафты, геосистемы, тренды, изменения климата.

Изменения климата – одна из наиболее злободневных и обсуждаемых экологических проблем современности, которой уделяется значительное количество разнообразных исследований, охватывающих преимущественно глобальный и региональный уровни. Весьма чувствительны к изменениям климата геосистемы, которые расположены на границах природных зон, в которых могут возникать экологические проблемы, вызванные активизацией ряда негативных экологических процессов (обезлесивание, опустынивание, таяние вечной мерзлоты и т.д.). Важной и актуальной задачей является разработка системы экологических индикаторов на базе дистанционного зондирования Земли для прогноза неблагоприятных последствий климатических изменений. Одним из важнейших индикаторов состояния ландшафтов служит нормализованный дифференцированный вегетационный индекс – NDVI, который рассчитывают по соотношению коэффициентов отражения в красном и ближнем инфракрасном диапазонах электромагнитного спектра.

Цель представляемой работы – анализ многолетней динамики NDVI ландшафтов, состоящих из природных и антропогенных геосистем, как реакции на глобальные климатические изменения на примере широколиственно-лесных зон Евразии. Задачи: анализ изменений климата в изучаемых регионах в 2000-2023 гг.; статистическая оценка трендов NDVI природно-антропогенных сельскохозяйственных и лесных ландшафтах, в ненарушенных и нарушенных лесных геосистемах, болотных и пахотных геосистемах; выяснение корреляции между NDVI и климатическими характеристиками; определение возможных причин динамики усредненных значений NDVI.

Для получения значений NDVI использовался продукт MOD13Q1 (обработанные результаты съемки сенсора MODIS спутника Terra). Для уточнения границ геосистем и их типа – космические снимки спутников Landsat 8. Атмосферная коррекция, привязка, дешифрирование космических снимков выполнялись в геоинформационной системе QGIS 3.6. Показатели климата (средняя температура лета, летнее количество осадков, средняя температура года, годовое количество осадков) определялись на основе данных метеостанций. Сведения о содержании CO₂ были взяты с сайта Global Monitoring Laboratory. Изучение изменений NDVI и климатических показателей выполняли с помощью статистических методов: оценка точности подбора уравнения тренда – по коэффициенту детерминации (R²); оценка статистической значимости коэффициента детерминации и уравнения тренда – по критериям Стьюдента и Фишера; оценки связи между изменениями NDVI и климатическими показателями – непараметрический корреляционный анализ (коэффициент ранговой корреляции Спирмена).

Для изучения особенностей трендов NDVI на региональном уровне были проведен анализ ареала восточноевропейских широколиственно-лесных ландшафтов, расположенного на юге Беларуси (Полесская провинция), севере Украины (Волынское Полесье, Житомирское Полесье, Киевское Полесье, Черниговское Полесье) и западе России (Брянское Полесье). Полесская провинция на территории Беларуси была разделена на восточную и западную части. Во всех регионах в 2000–2023 гг. наблюдался положительный тренд NDVI. Наибольший прирост имел место в западных регионах – Волынском Полесье (коэффициент регрессии составил 0,0023 единицы в год), Житомирском Полесье (0,0020 единицы в год) и западной части Белорусского Полесья (0,0017 единицы в год). Соответственно для этих же регионов характерны наибольшие значения коэффициентов детерминации (от 0,371 до 0,521). В восточных регионах прирост NDVI был меньше (коэффициенты тренда от 0,0012 до 0,0014 единицы в год). В меридиональном направлении четко выраженной закономерности нет. Прирост NDVI в Брянском Полесье (север) выше, чем в Черниговском Полесье (юг), а прирост в западной части Белорусского Полесья (север) ниже, чем в Волынском Полесье (юг).

Линейный тренд нарушается резким снижением NDVI в отдельные годы. Так, в Брянском и Черниговском Полесье снижение NDVI имело место в 2002–2003 гг. и в 2010 году. В 2010 г. в Черниговском Полесье NDVI снизился с 0,717 до 0,681, в Брянском Полесье – с 0,747 до 0,693. В Киевском Полесье резкое уменьшение NDVI наблюдалось в 2015 г. – с 0,723 до 0,668. В Житомирском Полесье также в 2015–2016 гг., но с меньшей амплитудой (с 0,760–0,749 до 0,713–,717). В Белорусском Полесье снижение NDVI наблюдалось в 2015 году: с 0,724–0,733 до 0,707–0,713.

Западные регионы (Волынское и Житомирское Полесья) имеют более высокие значения среднемноголетних величин NDVI: соответственно 0,740 и 0,737. Наименьшие значения характерны для Киевского и Черниговского Полесья: соответственно 0,706 и 0,711. Аналогично медианное значение наибольшее у Волынского и Житомирского Полесья: 0,745 и 0,746; наименьшее – у Черниговского и Киевского: 0,713 и 0,714. Модальное значение наибольшее у Житомирского Полесья (0,755), а наименьшее – у западной части Белорусского Полесья (0,707). Амплитуда колебаний в течение рассматриваемого периода времени изменяется от 0,054 (Черниговское Полесье) до 0,089 (Волынское Полесье). В Белорусском Полесье амплитуда средних значений составляет 0,085 (западная часть) и 0,075 (восточная часть). Среднеквадратичное отклонение имеет величину от 0,016 (Черниговское Полесье) до 0,022 (Житомирское Полесье). Таким образом, восточноевропейские широколиственно-лесные ландшафты юго-западной части ареала (Волынское и Житомирское Полесье) отличаются более высокой продуктивностью и более выраженным трендом на ее увеличение.

Для изучения продуктивности маньчжурских широколиственно-лесных ландшафтов был выбран тестовый участок в районе, расположенном юго-восточнее Харбина, между Шанчжи и Муданьцзяном. На данном участке представлены сельскохозяйственные ландшафты (удельная площадь лесных геосистем – менее 10 %) и горнолесные ландшафты (удельная площадь лесных геосистем – более 70 %). климатические изменения в Полесье и Хэйлунцзяне имеют общие черты: рост температур, на что указывают положительные, статистически значимые, тренды среднегодовой и летней температуры; незначительные изменения количества осадков (статистически значимые тренды осадков отсутствуют). Рост температур при слабом изменении осадков в вегетационный период способствует росту засушливости климата в изучаемых регионах.

Средняя величина NDVI в сельскохозяйственных ландшафтах Хэйлунцзяна изменялась от 0,680 в 2000 г. до 0,752 в 2021 г. Средняя величина NDVI испытывает линейный тренд (коэффициент тренда составляет 0,0026 в год). Данный тренд статистически значим по критерию Стьюдента ($p < 0,05$). Медианное и максимальное значения NDVI также увеличиваются с коэффициентами тренда соответственно 0,0035 и 0,0017 в год. Средняя величина NDVI в лесных ландшафтах Хэйлунцзяна изменялась – от 0,807

в 2000 г. до 0,872 в 2021 г. Изменения среднего значения NDVI в лесных ландшафтах описываются уравнением линейного тренда с коэффициентом 0,0018 в год. Тренды средних, медианных и максимальных значений NDVI также статистически значимы по критерию Стьюдента ($p < 0,05$). Стандартное отклонение NDVI в сельскохозяйственных ландшафтах Хэйлунцзяна изменялось от 0,118 (2021) до 0,165 (2008), в среднем – 0,139 (т.е. существенно выше, чем в сельскохозяйственных ландшафтах Полесья). Стандартное отклонение лесных ландшафтов Хэйлунцзяна изменялось от 0,029 (2022) до 0,072 (2006), в среднем – 0,042.

Каковы же вероятные причины выявленных изменений NDVI и соответственно продуктивности ландшафтов? Ведущими факторами, обуславливающими наблюдаемые изменения NDVI, могут являться: трансформация структуры землепользования; климатические колебания; рост концентрации CO₂ в атмосфере, которое способствует фотосинтезу («fertilization effect»). Влияние трансформации структуры землепользования исключены нами способом подбора тестовых участков (главный критерий – отсутствие изменений структуры земель в 2000–2023 гг.). Для выяснения влияния на NDVI климатических показателей и содержания углекислого газа нами выполнен корреляционный анализ.

Изучение корреляции между NDVI и климатическими показателями показало ряд отличий между лесными и сельскохозяйственными ландшафтами. В Полесье NDVI сельскохозяйственных ландшафтов имеет статистически достоверную корреляцию только летними осадками (коэффициент корреляции Спирмена составил 0,27 при $p < 0,01$): при повышении летнего количества осадков величина NDVI возрастает. С температурами NDVI сельскохозяйственных ландшафтов имеет отрицательную корреляцию, однако, значения коэффициентов корреляции статистически недостоверны. NDVI лесных ландшафтов достоверно коррелирует с среднегодовой и летней температурами: при повышении температуры величина NDVI возрастает. Корреляция NDVI с осадками в лесных ландшафтах Полесья отсутствует. В сельскохозяйственных ландшафтах Хэйлунцзяна достоверная корреляция NDVI с температурой и осадками отсутствует. В лесных ландшафтах Хэйлунцзяна наблюдается достоверная корреляция NDVI со среднегодовой температурой (коэффициент корреляции Спирмена составил 0,36 при $p < 0,01$) и со средней температурой лета (0,28 при $p < 0,05$). С годовыми осадками корреляция недостоверна, с летними осадками наблюдается отрицательная корреляция, т.е. количество летних осадков увеличивается – NDVI снижается. Вероятно, что в данном случае снижение NDVI обусловлено неким процессом, который положительно коррелирует с количеством летних осадков. В ненарушенных лесных геосистемах NDVI положительно коррелирует со среднегодовой и летней температурами, а наиболее тесная связь наблюдается с содержанием CO₂. Потепление положительно сказывается на NDVI лесов за счет увеличения вегетационного периода, снижения риска повреждения деревьев морозами и снегопадами зимой. Следует отметить также положительное влияние роста концентрации углекислого газа в атмосфере на фотосинтез ненарушенной лесной растительности Полесья. В нарушенных лесных геосистемах статистически достоверная корреляция с каким-либо из рассматриваемых показателей отсутствует. Однако, наибольшую величину имеют коэффициенты корреляции годовыми и летними осадками. Вероятно, колебания NDVI в нарушенных лесах обусловлены в первую очередь динамикой нарушающих факторов, но чувствительны к осадкам. В болотных экосистемах NDVI не имеет статистически достоверной корреляции с климатическими показателями, но положительно коррелирует с содержанием углекислого газа (коэффициент корреляции составил +0,65 при $p < 0,001$).

В пахотных геосистемах колебания NDVI достоверно коррелируют только с величиной летних осадков (коэффициент корреляции составил +0,57 при $p < 0,005$). С другими климатическими показателями значения коэффициентов корреляции недостоверны. Вероятно, что именно в пахотных геосистемах в сильной мере сказываются отрицательные эффекты колебаний климата: рост частоты экстремальных и неблагоприятных метеорологических условий, рост частоты и интенсивности засух, увеличение пожарной опасности в прилегающих к полям лесах и на торфяниках, дефицит воды

в вегетационный период, падение уровня грунтовых вод, увеличение экстремальных осадков, инвазии чужеродных вредителей и болезней растений. В пахотных геосистемах положительный эффект увеличения вегетационного сезона скрадывается негативными последствиями увеличения засушливости климата (рост температур при незначительных колебаниях количества осадков).

Таким образом, на уровне локальных геосистем наблюдается неоднородная реакция их различных типов на воздействие одного и того же фактора. Из полученных результатов видно, что положительное влияние роста теплообеспеченности и содержания углекислого газа в атмосфере на NDVI характерно только для природных геосистем – болотных и ненарушенных лесных. В нарушенных лесных и сельскохозяйственных (пахотных) геосистемах положительное влияние роста содержания углекислого газа, вероятно, не проявляется, поскольку более значительное воздействие оказывает негативные последствия, обусловленные снижением влагообеспеченности. Продуктивность пахотных геосистем в наибольшей степени чувствительна к количеству летних осадков.

Установленные закономерности следует учитывать при прогнозировании реакций геосистем на изменения климата, а также при разработке мероприятий по адаптации ландшафтов к климатическим изменениям.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № X23КII-022).

A. P. GUSEV¹, M. FILONCHYK²

CHANGES IN THE PRODUCTIVITY OF LANDSCAPES OF LEAVED FOREST ZONES OF EURASIA

¹ *Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
gusev@gsu.by,*

² *Lanzhou Jiaotong University,
Lanzhou, China,
filonchyk.mikalai@gmail.com*

The paper presents the results of studying changes in NDVI in the landscapes of broad-leaved forest zones of Eurasia according to MODIS Terra survey data in 2000-2023. A comparative analysis of NDVI changes in the landscapes of the eastern part of Belarusian Polesie (Belarus) and Heilongjiang (China) is carried out.

Key words: NDVI, MODIS, productivity, landscapes, geosystems, trends, climate change.

А. П. ДЕМИН

ПРОГНОЗ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ УРАЛ НА ПЕРИОД ДО 2035 ГОДА

*Институт водных проблем Российской академии наук,
г. Москва, Российская Федерация,
deminap@mail.ru*

Цель статьи – получение прогнозных оценок водопотребления на хозяйственно-питьевые, производственные и нужды орошения, а также полного водопотребления (водозабора) в российской части трансграничной р. Урал на ближайшую и среднесрочную перспективу.

Ключевые слова: бассейн реки Урал, хозяйственно-бытовое и питьевое водоснабжение, орошение, коэффициент водооборота, прогноз водопотребления.

Введение. Урал – третья по длине река Европы (2428 км) с площадью бассейна (включая бессточные районы) около 380 тыс. км². Река относится к трансграничным водным объектам со всеми присущими для этого проблемами совместного использования водных ресурсов. Верховье бассейна находится в Республике Башкортостан и Челябинской области, средний участок – в Оренбургской области, нижний участок – в Актюбинской, Западно-Казахстанской и Атырауской областях Республики Казахстан. Российская часть бассейн р. Урал занимает территорию площадью 123,2 тыс. км² [1].

Сценарные оценки изменений характеристик стока рек бассейна Урала под влиянием климатических изменений показывают, что к середине XXI в. при среднем варианте развития произойдет снижение среднемноголетнего стока от 10–20 до 50 %. бшее сокращение стока и увеличение межгодовой его изменчивости приведут к увеличению повторяемости маловодных лет, включая годы с экстремально низкой водностью [3].

В связи с вышеперечисленными обстоятельствами прогноз водопотребления в этом бассейне является важной задачей. Целью данного исследования является получение прогнозных оценок водопотребления на хозяйственно-питьевые, производственные и нужды орошения, а также полного водопотребления (водозабора) в российской части трансграничной р. Урал на ближайшую и среднесрочную перспективу.

Прогноз водопотребления в коммунально-бытовом секторе. Объем коммунального водопотребления в любом регионе определяется численностью жителей и величиной удельного водопотребления, выраженной в л/сутки на одного жителя, которая зависит от степени благоустройства населенных пунктов, т.е. от наличия водопроводов, канализации, централизованного горячего водоснабжения и от климатических условий. В целом по России и большинству федеральных округов в XXI в. отмечено существенное снижение среднесуточного водопотребления.

Оценка развития водопроводно-канализационного хозяйства России и обеспечения населения чистой питьевой водой должна опираться на федеральный проект «Чистая вода», который будет продолжаться Доля населения РФ, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, должна повыситься с 87,5 % в 2018 г. до 90,8 % в 2024 г., а по городскому населению – соответственно с 94,5 до 99 % [4].

Важнейшую роль играют демографические прогнозы. С 2010 г. Федеральная служба государственной статистики периодически обновляет такие прогнозы по России в целом и отдельным субъектам РФ. Последний прогноз представлен в [6]. Во всех регионах бассейна р. Урал, численность населения в среднесрочной перспективе будет снижаться. Максимальные темпы снижения произойдут в Оренбургской области (13,9 %), минимальные в Республике Башкортостан (3,8 %). В соответствии с проведенными нами расчетами численность населения в российской части бассейна р. Урал по среднему варианту развития снизится с 2,32 млн человек в 2020 г. до 2,06 млн к 2035 г.

В последние годы повсеместно за счет привлечения средств бюджетов, внебюджетных источников, займов и других инвестиций проводится комплекс водосберегающих мероприятий по рациональному расходованию воды в жилом фонде, активно внедряются общедомовые и квартирные водосчетчики, применяется улучшенная санитарно-техническая арматура, новые машины (посудомоечные, стиральные), приборы и насадки, позволяющие существенно экономить воду в быту. В результате удельное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды в российской части бассейна р. Урал сокращается и будет снижаться дальше, но меньшими темпами, чем ранее. В соответствии с прогнозами численности населения и удельного водопотребления объем использования воды на хозяйственно-питьевые нужды в бассейне р. Урал снизится со 119 млн. м³ в 2020 г. до 108 и 93 млн. м³ в 2025 и 2035 гг.

Прогноз водопотребления в сельском хозяйстве. Для расчета прогнозных оценок водопотребления на орошение определяющее значение имеют достоверные оценки развития площадей орошаемых земель (ОЗ) по отдельным регионам. В каждом субъекте федерации с начала 2010-х гг. разрабатывались государственные программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Их составной частью являлись подпрограммы по развитию мелиорации земель, где, в частности, планировались площади ввода ОЗ в эксплуатацию в результате строительства, реконструкции и технического перевооружения мелиоративных систем.

В Республике Башкортостан за период 2013–2021 гг. было введено за счет нового строительства и реконструкции 7,8 тыс. га ОЗ. С 2021 по 2026 г. в регионе намечается вводить ежегодно от 0,47 до 0,65 тыс. га ОЗ. В основном орошение будет развиваться в бассейне р. Камы. По нашим оценкам площадь ввода ОЗ в 2027–2035 гг. будет по крайней мере не меньшей, чем в предыдущие годы.

В Челябинской части бассейна р. Урал на 1 июля 2016 г. находилось 1576 га ОЗ (35% от суммарной площади по области). В 2012–2020 гг. было введено за счет нового строительства и реконструкции более 1,2 тыс. га ОЗ. После 2020 г. новых объектов мелиорации в области вводить не предусматривалось.

В Оренбуржье за период 2010–2021 гг. было введено по программе развития мелиоративного комплекса более 4,6 тыс. га ОЗ. С 2019 г. дополнительно реализуется федеральный проект «Экспорт продукции АПК», в рамках которого вводится заметно больше ОЗ. Согласно ведомственной программе в регионе намечалось вводить с 2021 по 2024 г. ежегодно не менее 0,365 тыс. га ОЗ. В основном ОЗ будут прирастать в бассейне р. Урал. Дополнительно по проекту «Экспорт продукции АПК» предусмотрен ввод в оборот в 2022 году 2950 га ОЗ, в 2023 году – 3003 га [5]. Вероятно, существующие мощности позволят вводить ежегодно около 1,5–2,0 тыс. га ОЗ и до 2035 г.

В соответствии с представленными прогнозными данными площадь ОЗ в российской части бассейна к 2025 г. должна составить около 35 тыс. га, а к 2035 г. около 56 тыс. га.

По прогнозам климатологов в XXI в. на ЕТР ожидается увеличение расходной части водного баланса. Диапазон ожидаемого роста дефицита испарения может возрасти к 2030–2039 гг. для регионов Приволжского федерального округа от 30–60 мм для среднего и влажного сценариев до 90 мм для сухого сценария [2].

Итак, с одной стороны в результате роста засушливости климата и дефицита испарения частота поливов и оросительная норма должны увеличиваться. С другой стороны, в производстве все шире применяются водосберегающие технологии орошения (капельное орошение, экономичные дождевальные машины). В итоге к 2035 г. удельное водопотребление на 1 га может вырасти на 10–15%, что и было заложено в расчеты.

Исходя из прогнозных площадей орошения и удельных норм водопотребления, характерных для каждого региона, были рассчитаны объемы водопотребления на орошение сельскохозяйственных земель для каждого субъекта федерации. По прогнозу в целом для российской части бассейна р. Урал объем водопотребления для этих целей увеличится с 20,7 млн. м³ в 2020 г. до 35 млн. м³ в 2025 г. и 78 млн. м³ в 2035 г.

Прогноз водопотребления в секторе промышленности и энергетики. Водообеспечение промышленных предприятий требует высокой надежности ($P > 95\%$). На Верхнем Урале расположены крупные промышленные комплексы г. Магнитогорска. На Среднем Урале – комплексы гг. Оренбурга, Орска, Новотроицка, Кувандыка, Медногорска, Соль-Илецка и др. Наиболее крупными водопользователями в бассейне р. Урал являются объекты энергетики – Ириклинская ГРЭС, Сакмарская ТЭЦ, Каргалинская ТЭЦ, Орская ТЭЦ №1 и др.

Введение мощностей оборотного и повторно-последовательного водоснабжения – главная причина снижения забора свежей воды для использования на производственные нужды. С 1995 по 2022 гг. использование свежей вод в бассейне р. Урал на эти нужды сократилось с 1,78 до 0,52 км³, оборотной и повторно-последовательной воды увеличилось с 4,94 до 5,67 км³, а суммарное водоснабжение снизилось с 6,72 до 6,19 км³. Коэффициент водооборота (отношение объема оборотного и повторно-последовательного водопотребления к валовому водопотреблению на производственные нужды) в целом по российской части бассейна Урала за этот период вырос с 73,5 до 91,6 %. Поскольку основная доля воды в промышленности расходуется на охлаждение реакторов ТЭС и ГРЭС очень важное значение на изменения объема водопотребления в промышленности имеет также производство электроэнергии.

Покажем влияние изменения величины Коб (X_1) и производства электроэнергии (X_2) за 1997–2021 гг. на динамику объема использования воды на производственные нужды (Y) на примере Оренбуржья. Связь величины Коб и объема использования воды на эти нужды очень тесная и выражается следующим уравнением регрессии:

$$Y = -47,573 \cdot X_1 + 4107,1; \quad R^2 = 0,961$$

Связь величины производства электроэнергии и объема использования воды на производственные нужды менее тесная, но весьма существенная и выражается следующим уравнением регрессии:

$$Y = 132,16 \cdot X_2 - 687,79; \quad R^2 = 0,784.$$

Такие связи находились для всех регионов бассейна р. Урал. Далее строились множественные уравнения регрессии зависимости объема использования воды на производственные нужды одновременно от X_1 и X_2 за 1997–2021 гг. Получены достоверные множественные уравнения регрессии:

$$\text{Для Оренбургской области} \quad Y = -39,962 \cdot X_1 + 24,462 \cdot X_2 + 3241,58; \quad R^2 = 0,970.$$

$$\text{Для Республики Башкортостан} \quad Y = -62,769 \cdot X_1 + 9,218 \cdot X_2 + 6005,96; \quad R^2 = 0,534.$$

$$\text{Для Челябинской области} \quad Y = -73,582 \cdot X_1 + 4,747 \cdot X_2 + 7291,59; \quad R^2 = 0,945.$$

Прогноз производства электроэнергии по каждому субъекту Российской Федерации до 2025 г. приводится в [7]. Предполагается, что в Оренбургской области производство электроэнергии в 2025 увеличится по сравнению с 2020 г. на 12,6 %, в Республике Башкортостан на 17 %, в Челябинской области на 14 %.

Для предварительной оценки прогноза производства электроэнергии на 2035 г. мы использовали данные из [8]. Наибольшие изменения произойдут в энергосистеме Оренбургской области. На Ириклинской ГРЭС в период 2021–2025 гг. будет выведено из строя два энергоблока, а установленная мощность снизится по сравнению с 2016–2020 гг. на 27 %. В то же время будет увеличено производство электроэнергии на других ТЭЦ (Орская ТЭЦ-1, Сакмарская ТЭЦ, Каргалинская ТЭЦ и пр.) и в целом оно не снизится. Позже мощность Ириклинской ГРЭС будет повышаться за счет модернизации энергоблоков (на 6,6 %). В Челябинской и Башкортостанской энергосистемах рост мощности к 2031–2035 гг. будет увеличиваться за счет средних и мелких ТЭЦ.

По нашим оценкам производство электроэнергии в Башкортостане вырастет в 2035 г. относительно 2022 г. на 18,4 %, в Челябинской области на 12,2 %, в Оренбуржье на 17,2 %. Коб к 2035 г. повысится в этих регионах соответственно до 94; 95,5 и 86 %.

Выявлено, что во всех регионах российской части бассейна произойдет сокращение промышленного водопотребления. Максимальным оно будет в Оренбургской области в результате существенного роста Коб и незначительного увеличения производства электроэнергии. В целом по бассейну объем водопотребления на производственные нужды снизится в 2025 г. по сравнению с 2020 г. на 57 %, а к 2035 г. – в 3.2 раза.

Прогноз объема использования воды на все нужды и полного водопотребления (водозабора). Для всех регионах бассейна р. Урал расходы воды в трех основных блоках водопотребителей (ЖКХ, сельское хозяйство, промышленность) составляют 85–98 % суммарного водопотребления на все нужды. Если раньше доля сельскохозяйственного водоснабжения составляла 5–12 % в структуре водопотребления, то в последнее время она мала (0,1–0,7 %). Так как намечается развитие животноводства, следует ожидать роста объема с/х водоснабжения в субъектах федерации с аграрной специализацией. Расходы воды на поддержание пластового давления существенны в Башкортостане и составляют в разные годы 12–18 % суммарного водопотребления. Расходы воды на все остальные нужды, кроме вышеперечисленных, в большинстве субъектов федерации невелики, и суммарно в общей структуре водопотребления равны максимуму 1–5 %.

Для расчета объемов полного водопотребления (водозабора) на среднесрочную перспективу мы использовали отношение объема использования воды на все нужды к объему водозабора, специфические для каждого субъекта федерации и в то же время довольно устойчивые во временном аспекте из-за существенной консервативности структуры водопотребления, которая меняется довольно медленно. В результате получены прогнозные величины объема водозабора по регионам бассейна р. Урал (таблица 1).

Таблица 1 – Фактический и прогнозный объем изъятия воды из водных источников (водозабора) в субъектах федерации бассейна р. Урал, млн. м³

Субъект РФ	Объем изъятия воды из водных источников в бассейне р. Урал		
	2020 г.	2025 г.	2035 г.
Республика Башкортостан	20.1	25.5	26.1
Челябинская область	162.9	159	119
Оренбургская область	791.9	350	322
Итого бассейн р. Урал	974.9	535	467

По нашим оценкам объем водозабора в бассейне р. Урал ощутимо снизится к 2025 г. (на 45 % по сравнению с 2020 г.) и менее значительно в период 2025–2035 гг. Максимальное снижение объема водозабора произойдет на территории Оренбургской области в связи с дальнейшим развитием оборотного водоснабжения и снижением забора свежей воды для обеспечения производственных нужд.

Исследование выполнено в рамках гос. задания ИВП РАН (тема № FMWZ-2022-0001).

Список литературы

1 Дёмин, А. П. Трансформация водопотребления и водоотведения в российской части бассейна трансграничной реки Урал / А. П. Дёмин // Юг России: экология, развитие. – 2023. – Т. 18. – № 1. – С.82–93. DOI: 10.18470/1992-1098-2023-1-82-93.

2 Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). – СПб; Саратов: Амирит, 2020. – 120 с.

3 Магрицкий, Д. В. Научно-прикладное изучение стока рек в бассейне Урала в XX в. – начале XXI в. Часть 1. Сток и водный режим. Многолетние изменения /Д.В. Магрицкий, Ж. Т. Сивохиц, В.М. Павлейчик, Д. К. Кисебаев // Вопросы степеведения. – 2023. – № 1. – С. 25–44. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-1-25-44.

4 Паспорт федерального проекта «Чистая вода» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pdminstroy.ru/federalniy-proekt-chistaya-voda>. – Дата доступа: 05.03.2024.

5 Перспективы развития мелиоративного комплекса обсудили в Минсельхозе РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.orb.ru/presscenter/news/18705/> . – Дата доступа: 03.04.2024.

6 Предположительная численность населения Российской Федерации до 2045 года (статистический бюллетень) [Электронный ресурс] / Росстат. М., 2023. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13285>. – Дата доступа: 03.04.2024.

7 Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2022-2028 годы: Приказ Минэнерго России от 28.02.2022 №146 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404487690>. – Дата доступа: 04.04.2024.

8 Об утверждении Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2035 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2017 г. № 1209-р. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/28131>. – Дата доступа: 04.04.2024.

A. P. DEMIN

FORECAST OF WATER CONSUMPTION IN THE RUSSIAN PART OF THE TRANSBOUNDARY URAL RIVER BASIN FOR THE PERIOD UNTIL 2035

*Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russian Federation,
deminap@mail.ru*

The purpose of the article is to obtain forecast estimates of water consumption for household, drinking, industrial and irrigation needs, as well as total water consumption (water intake) in the Russian part of the transboundary Ural River for the short and medium term.

Key words: Ural River basin, domestic and drinking water supply, irrigation, water turnover coefficient, water consumption forecast.

Е. А. ДИКУСАР¹, И. В. КОСОБУЦКИЙ¹, С. Г. СТЕПИН²

**ВЫСШИЕ ТОЧКИ ВОЗВЫШЕННОСТЕЙ И ГРЯД ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ:
КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ
ЭКСУРСИОННЫХ ОБЪЕКТОВ В ТУРИСТСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

¹*Институт физико-органической химии НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь,
evgen_58@mail.ru,*

²*УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь,
stepins@tut.by*

В статье представлены данные оригинальной классификации всех выявленных нами путем анализа топографических карт и изучения геоморфологической литературы возвышенностей и гряд Витебской области Республики Беларусь, имеющих собственные названия. Определены высшие точки этих объектов положительных форм рельефа и приведены примеры их использования в качестве экскурсионных объектов.

Ключевые слова: возвышенности, гряды, высшие точки, геоморфология, экскурсионные объекты, туристские технологии, Витебская область.

По устройству поверхности Витебская область представляет собой чередование холмистых возвышенностей и расположенных между ними низин [1]. Путем анализа доступных нам топографических карт и изучения геоморфологической литературы было выявлено 73 возвышенности и гряды, имеющих собственное (оронимическое) название и полностью или частично расположенных в пределах административных границ Витебской области (таблица 1) [2].

С целью упорядочивания разрозненных сведений о возвышенностях и грядах, расположенных на территории Витебской области, была разработана удобная их классификация (таблица 1). Например: Саранчанские гряды (4.3.10.1) входят в состав Северо-Нарочанской гряды (4.3.10), которая в свою очередь относится к системе Свенцянских гряд (4.3), входящих в состав Завилейской возвышенности (4). Были определены высшие точки этих геоморфологических объектов положительных форм рельефа.

Многие из холмов, являющихся высшими точками возвышенностей и гряд, издавна были известны местным жителям близлежащих населенных пунктов в качестве «гор» [3]. Например: «гора» Княжья, высотой 294.1 м является высшей точкой Оршанской и Белицкой возвышенностей и одновременно – высшей точкой Толочинского района; «гора» Горшева, 295.8 м – высшая точка Витебско-Невельской гряды, Витебско-Руднянской возвышенности, Витебско-Кольшской гряды, Витебской области и Лиозненского района; «гора» Гвоздиха, 224.1 м – высшая точка Нещердовской возвышенности, Заборских гряд и Россонского района [2].

Эти высшие точки возвышенностей являются привлекательными экскурсионными объектами – с их вершин обычно открываются захватывающие дух панорамы исконно белорусских ландшафтов. По мнению авторов, все эти объекты необходимо оборудовать смотровыми вышками, информационными стендами и геодезическими знаками [4, 5], наподобие тех, что установлены на «горах» Вежица (высшей точки Балтийской гряды), высотой 328.7 м (Польша) или Маяк, 174.4 м (Браславский район, Плюсский сельсовет, расположена между озерами Снуды и Струсно).

Таблица 1 – Структура возвышенностей и гряд Витебской области

№	Структура	Название	Высшая точка, м
1	2	3	4
1	1	Балтийская гряда	329.0 ¹
2	1.1	Аугшземская возвышенность	220.6 ²
3	1.1.1	Скрудалиенское взгорье	201.1 ³
4	1.2	Браславские гряды	210.9
5	1.2.1	Горянская гряда	165.5
6	1.2.2	Слободковская гряда	154.3
7	1.3	Латгальская возвышенность	289.8 ⁴
8	1.3.1	Дагдское взгорье	229.3 ³
9	1.3.1.1	Освейская гряда	191.8 ⁵
10	2	Белорусская гряда	345.0 ⁶
11	2.1	Лукомская возвышенность	279.4 ⁷
12	2.1.1	Холопеничская возвышенность	248.8 ⁸
13	2.1.2	Черейская гряда	212.1
14	2.2	Минская возвышенность	345.0 ⁶
15	2.2.1	Плещеницкая возвышенность	315.4 ⁸
16	2.2.1.1	Зембинско-Березинская гряда	285.3 ⁹
17	2.3	Оршанская возвышенность	294.1 ¹⁰
18	2.3.1	Алантьево-Курейшанская гряда	263.0
19	2.3.1.1	Алантьевская гряда	237.5 ¹¹
20	2.3.2	Белицкая возвышенность	294.1 ¹⁰
21	2.3.2.1	Сенненская гряда	249.5
22	2.3.3	Высоковская гряда	210.4
23	2.3.4	Лучосская гряда	206.2
24	2.3.4.1	Орешкинская гряда	193.7
25	3	Витебско-Невельская гряда	295.8 ¹²
26	3.1	Белозерские гряды	185.3
27	3.2	Витебско-Руднянская возвышенность	295.8 ¹²
28	3.2.1	Витебско-Кольшская гряда	295.8 ¹²
29	3.3	Городокская возвышенность	263.7 ¹³
30	3.3.1	Вировлянская возвышенность	259.9
31	3.3.2	Езерищенские гряды	222.4 ¹⁴
32	3.3.3	Лосвидское взгорье	207.0
33	3.3.3.1	Удебненская гряда	176.7 ¹⁵
34	3.3.4	Хвошновская возвышенность	254.9
35	3.3.5	Центральногородокские гряды	263.7 ¹³
36	3.3.6	Южно-Городокское взгорье	218.0
37	3.4	Нещердовская возвышенность	224.1 ¹⁶
38	3.4.1	Заборские гряды	224.1 ¹⁶
39	3.4.2	Межевская гряда	170.8
40	3.4.3	гряда «Рыли»	161.8
41	3.5	Шумилинские гряды	199.3 ¹⁷
42	4	Завилейская возвышенность	289.0 ¹⁸
43	4.1	Кривичские гряды	226.0
44	4.1.1	Докшицкая возвышенность	226.0

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
45	4.2	Нарочано-Вилейские гряды	234.2 ⁸
46	4.2.1	Константиновская гряда	234.2 ⁸
47	4.3	Свенцяньские гряды	289.0 ¹⁸
48	4.3.1	Глубокская гряда	166.0
49	4.3.2	Горкинская гряда	186.1
50	4.3.3	Жуперская гряда	165.4
51	4.3.4	Забельская гряда	164.9
52	4.3.5	гряда «Зенкевича»	164.0
53	4.3.6	Ковалевская возвышенность	226.4 ¹⁹
54	4.3.7	Малиновщинская возвышенность	205.1
55	4.3.8	Медведковская гряда	186.0
56	4.3.9	Мядельская гряда	230.5 ²⁰
57	4.3.10	Северо-Нарочанская гряда	233.9 ⁸
58	4.3.10.1	Саранчанские гряды	209.7 ²¹
59	4.4	Ушачско-Лепельская возвышенность	238.3
60	4.4.1	Ветринская гряда	180.4
61	4.4.2	Гамовщинская гряда	141.8
62	4.4.3	Глинская гряда	178.8
63	4.4.4	Жары-Матыринская гряда	219.0
64	4.4.5	Зябковская возвышенность	221.5
65	4.4.6	Коптевская гряда	148.5
66	4.4.7	Кубличская возвышенность	238.3
67	4.4.7.1	Кубличская гряда	221.5
68	4.4.8	возвышенность «Пышногор»	228.0
69	5	Смоленско-Московская возвышенность	319.8 ²²
70	5.1	Заднепровская возвышенность	242.8 ¹⁴
71	5.1.1	Оршано-Могилевская гряда	231.5
72	5.1.2	Горецко-Мстиславская возвышенность	236.3 ²³
73	5.1.2.1	Горецкая возвышенность	234.8 ²⁴
<p>Примечания: 1. «Гора» (г.) Вежица (Польша); 2. г. Еглукалнс (Латвия); 3. в Латвии; 4. г. Лиелайс-Лиепукалнс (Латвия); 5. г. Городиловская; 6. г. Дзержинская (Минская обл.); 7. в.т. Лепельского р-на; 8. в Минской обл.; 9. г. Замковая; 10. г. Княжья; 11. в.т. Оршанского р-на; 12. г. Горшева; 13. г. Горватка; 14. в России; 15. г. Холма; 16. г. Гвоздиха; 17. в.т. Бешенковичского р-на; 18. г. Невайшяй (Литва); 19. г. Ковалевская; 20. г. Пустовины (Минская обл.); 21. г. Вёшка; 22. в.т. Смоленской обл. (Россия); 23. в.т. Могилевской обл.; 24. в Могилевской обл.</p>			

В качестве примера приведено описание Слободковской озовой гряды (таблица 1, № 6): гряда расположена в Браславском районе, на территории Слободковского сельсовета, находится на южной околице агрогородка Слободка. Слободковская гряда протянулась между озерами Потех и Недрово на 2.5 км, ее относительная высота 20-15 м, ширина 200-250 м. На одном из гребней, расположенному в северо-западной части гряды находится высшая точка Слободковской озовой гряды с абсолютной отметкой 154.3 м (расположена в 1.5 км на запад от юго-западной околицы агрогородка Слободка). Высшая точка гряды возвышается над урезом воды озера Потех (130.1 м) на 24.2 м. Склоны гряды в районе ее высшей точки очень крутые – свыше 25°.

По гребню гряды проходит хорошо оборудованная экологическая туристская тропа, снабженная информационными стендами и указателями. Геодезический пункт или обзорная вышка на высшей точке этой озовой гряды отсутствуют (рисунки 1, 2). Координаты высшей точки гряды: 55° 40,976' N, 27° 09,074' E.



Рисунок 1 – Группа минских краеведов на высшей точке Слободковской гряды



Рисунок 2 – Схема расположения высшей точки Слободковской гряды

Список литературы

1 Якушко, О.Ф. Геоморфология Беларуси: Учебное пособие для студентов географических и геологических специальностей / О.Ф. Якушко, Л.В. Марьина, Ю.Н. Емельянов. – Мн.: БГУ, 1999. – 173 с.

2 «Горные» вершины Витебской области / В.Э. Пасанен [и др.] – Мн.: Право и экономика, 2023. – 405 с.

3 Сакральныя ўзгоркі Беларусі / В. Ф. Вінакураў [і інш.]; навук. рэд.: С. П. Віцязь. – Мн.: Беларуская навука, 2021. – 268 с.

4 Фурсов, В.И. Геодезические сигналы и их постройка: Учеб. пособие для геодезических вузов и факультетов / В.И. Фурсов. – М.: Геодезиздат, 1953. – 327 с.

5 Знаки государственной геодезической сети в качестве туристских и экскурсионных краеведческих объектов / Е.А. Дикусар [и др.] // Колпинские чтения по краеведению и туризму: Материалы VI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, 31 марта 2023 г. / Отв. ред. С.В. Бочкарев, А.М. Макаровский, Н.Е. Самсонова; науч. ред. А.А. Дмитриева. – СПб.: ЛОИРО, 2023. – С. 294–297.

E. A. DIKUSAR¹, I. V. KOSOBUTSKY¹, S. G. STEPIN²

**THE HIGHEST POINTS OF THE UPLENDS AND RIDGES
OF THE VITEBSK REGION: CLASSIFICATION AND EXAMPLES
OF USE AS EXCURSION OBJECTS IN TOURIST TECHNOLOGIES**

¹*Institute of Physical-Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
evgen_58@mail.ru,*

²*Vitebsk State Order of Friendship of Peoples Medical University,
Vitebsk, Republic of Belarus,
stepins@tut.by*

The article presents the data of the original classification of all the uplands and ridges of the Vitebsk region of the Republic of Belarus, which have their own names, identified by us through the analysis of topographic maps and the study of geomorphological literature. The highest points of these objects of positive relief forms are determined and examples of their use as sightseeing objects are given.

Key words: uplands, ridges, highest points, geomorphology, sightseeing sites, tourist technologies, Vitebsk region.

Н. П. ДМИТРОВИЧ, А. В. СВИНТОХА

РОСТ И РАЗВИТИЕ МИКРОЗЕЛЕНИ КАПУСТЫ КРАСНОКОЧАННОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕПАРАТОВ ВОДОРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS*

УО «Полесский государственный университет»,
г. Пинск, Республика Беларусь,
natali-rigo@mail.ru

Препараты на основе суспензии водоросли *Chl. vulgaris* оказывали положительное влияние на рост побегов и корней микрозелени капусты краснокочанной относительно контрольной группы, для полива которой использовалась дистиллированная вода. Однако влияния на такие показатели как энергия прорастания и всхожесть не выявлено.

Ключевые слова: суспензия хлореллы, биоудобрение, стимулятор роста, микрозелень, капуста краснокочанная.

За последние двадцать лет спрос на новые виды пищевых продуктов значительно увеличился. Это связано с тем, что потребители желают придерживаться правильного питания, чтобы сохранить свое здоровье [5]. В конце 20 века в США начал появляться такой продукт как микрозелень, который повара использовали в качестве акцента для закусок, салатов и основных блюд [7]. Обычно микрозелень потребляется в сыром виде, что позволяет сохранить полезные свойства [2]. Исследователями было выявлено большое содержание фитонутриентов, макро- и микроэлементов и витаминов в микрозелени. Одновременно с этим отмечено меньшее количество нитратов по сравнению с аналогичными зрелыми растениями [6].

Представители семейства *Brassicaceae* (капуста краснокочанная, репа, редис) наиболее часто используются для производства микрозелени. Микрозелень различают по вкусу, запаху, цвету и текстуре. В частности микрозелень капусты краснокочанной обладает легким освежающим вкусом, запахом капусты и фиолетово-зеленым цветом. В зависимости от вида и условий культивирования микрозелень, как правило, собирают на уровне почвы, после появления первой пары настоящих листьев. Растения срезают, когда они достигают высоты от 3 до 9 см, без корешков. Стебель, листья и семядольные листочки с первым настоящим листом считают съедобными и употребляют в пищу [7].

Спрос на микрозелень увеличивается, благодаря ее высокой питательной ценности, следовательно, требуется разработка новых технологий наиболее продуктивного выращивания данной культуры. Например, чтобы ускорить процесс всхожести семян используют различные стимуляторы роста. В качестве примера благотворного влияния на микрозелень можно рассматривать суспензии зеленых водорослей, в частности *Chlorella vulgaris*. К тому же применение данного биостимулятора способствует укреплению корневой системы растения и повышению урожайности [4, 8]. Таким образом, целью исследования было определение влияния коммерческого препарата и лабораторной суспензии водоросли *Chlorella vulgaris* на процессы роста и развития микрозелени капусты краснокочанной.

В качестве объекта исследований использовались семена капусты краснокочанной (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*). Для полива микрозелени применяли коммерческий препарат «Хлорелла» производителя «Микромин» и суспензию хлореллы (*Chlorella vulgaris*, Beijerinck) штамма IBCE C-19 из коллекции водорослей Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси. Суспензию получали при культивировании водоросли в лабораторных условиях с применением питательной среды Тамия, фитолампы красно-синего спектра и барботаж при температуре 25 ± 1 °C в течение 20 суток. Фотопериод 12 ч света / 12 ч темноты регулировали с помощью реле времени.

Семена капусты краснокочанной в количестве 100 шт. помещали в пластиковые контейнеры на субстрат – фильтровальную бумагу, после чего закрывали крышкой для предотвращения испарения и подсыхания семян. Микрозелень капусты краснокочанной выращивали в течение 13-ти дней при температуре 25 °С под установкой со светодиодными фитолампами с интенсивностью освещения 10 мкмоль / м²×с и с фотопериодом 12 ч света / 12 ч темноты (регулировали, используя реле времени) [1].

Полив микрозелени капусты краснокочанной осуществляли суспензией хлореллы коммерческой и лабораторной исходя из рекомендуемого производителем разведения коммерческого препарата: 50 мл суспензии клеток на 250 мл дистиллированной воды, а также культуральной жидкостью, полученной при фильтровании соответствующих суспензий. Концентрацию клеток у обоих образцов суспензии хлореллы приводили к равному значению.

Определение энергии прорастания семян было проведено на 3-и сутки, а всхожести – на 7-е сутки по стандартной методике [3]. Ежедневно с 4-го по 13-ий день роста измеряли высоту побега и длину корня у 10 растений из каждого контейнера. Все варианты опытных групп выращивали в трехкратной повторности. Полученные результаты изложены как среднее арифметическое трех независимых измерений. В последующем данные подвергли статистической обработке с использованием программы MS Excel.

Максимальное значение энергии прорастания наблюдалось при поливе дистиллированной водой – 52,0±0,0 %, а минимальное – 36,7±3,3 % было получено при использовании культуральной жидкости хлореллы коммерческой (таблица 1).

Таблица 1 – Энергия прорастания и всхожесть семян капусты краснокочанной при поливе препаратами хлореллы

Повторность	Вариант полива				Контроль
	Суспензия хлореллы		Культуральная жидкость хлореллы		
	лабораторная	коммерческая	лабораторная	коммерческая	
Энергия прорастания, %					
1	51,0	46,0	32,0	41,0	52,0
2	55,0	48,0	56,0	36,0	
3	44,0	52,0	45,0	33,0	
Ср. ± станд. ош.	50,0±3,2	48,7±1,8	44,3±6,9	36,7±3,3	52,0±0,0
Всхожесть, %					
1	59,0	76,0	63,0	71,0	62,0
2	66,0	74,0	68,0	72,0	
3	58,0	72,0	67,0	70,0	
Ср. ± станд. ош.	61,0±2,5	74,0±1,2	66,0±1,5	71,0±0,6	62,0±0,0
Примечание: ср. ± станд. ош. – среднее арифметическое ± стандартная ошибка среднего.					

При использовании суспензии хлореллы коммерческой всхожесть семян достигала максимального значения – 74,0±1,2 %. В свою очередь, минимальная всхожесть отмечена при применении суспензии хлореллы лабораторной и составила 61,0±2,5 %. Значения данных показателей были меньше 94,0 % во всех группах.

В начале измерений использование суспензии хлореллы коммерческой позволило получить наивысшие значения высоты побегов у опытной группы (0,65±0,02 см) (таблица 2).

Таблица 2 – Высота побега капусты краснокочанной при поливе препаратами хлореллы, см

Повторность	Вариант полива				Контроль
	Суспензия хлореллы		Культуральная жидкость хлореллы		
	лабораторная	коммерческая	лабораторная	коммерческая	
День 4-й					
1	0,61±0,05	0,68±0,03	0,41±0,03	0,49±0,03	0,34±0,06
2	0,54±0,04	0,62±0,04	0,36±0,02	0,43±0,03	
3	0,60±0,04	0,66±0,03	0,43±0,04	0,41±0,03	
Ср. ± станд. ош.	0,58±0,02	0,65±0,02	0,40±0,02	0,44±0,02	0,34±0,06
День 13-й					
1	3,31±0,25	3,94±0,22	3,43±0,23	3,22±0,23	2,31±0,16
2	3,46±0,23	3,35±0,23	3,27±0,19	3,32±0,16	
3	3,99±0,16	3,15±0,15	3,40±0,18	3,44±0,14	
Ср. ± станд. ош.	3,59±0,21	3,48±0,24	3,37±0,05	3,33±0,06	2,31±0,16

Сходные значения наблюдались у опытной группы, при поливе которой использовали суспензию хлореллы лабораторную – 0,58±0,02 см. По истечении 13-ти дней максимальные значения высоты побега (3,59±0,21 см) зафиксированы именно в этой опытной группе растений капусты краснокочанной. Высота побега в контроле была ниже, чем при применении суспензий хлореллы как лабораторной, так и коммерческой на 55,41 % и 50,65 % соответственно, а при использовании культуральных жидкостей – на 45,89 % и 44,16 % соответственно.

Изначально культуральная жидкость хлореллы коммерческой оказывала наилучшее стимулирующее действие на рост корней. Вследствие этого на 4-й день максимальная их длина (3,16±0,06 см) была отмечена у растений опытной группы, полив которой производился культуральной жидкостью хлореллы коммерческой (таблица 3).

Таблица 3 – Длина корней капусты краснокочанной при поливе препаратами хлореллы, см

Повторность	Вариант полива				Контроль
	Суспензия хлореллы		Культуральная жидкость хлореллы		
	лабораторная	коммерческая	лабораторная	коммерческая	
День 4-й					
1	1,57±0,14	1,65±0,07	1,74±0,15	3,24±0,28	1,34±0,20
2	1,81±0,18	2,24±0,18	1,81±0,10	3,05±0,14	
3	1,93±0,12	2,15±0,16	1,58±0,10	3,19±0,34	
Ср. ± станд. ош.	1,77±0,11	2,01±0,18	1,71±0,07	3,16±0,06	1,34±0,20
День 13-й					
1	4,66±0,25	5,88±0,70	4,46±0,41	6,39±0,35	5,80±0,66
2	5,05±0,45	6,10±0,33	4,40±0,67	5,75±0,26	
3	5,93±0,33	4,46±0,40	4,23±0,56	6,67±0,56	
Ср. ± станд. ош.	5,21±0,38	5,48±0,51	4,42±0,12	6,27±0,27	5,80±0,66

Данная закономерность наблюдалась до конца опыта. Длина корней при поливе культуральной жидкостью хлореллы коммерческой превышала таковую во всех опытных

группах на 20,35 % и 14,40 % при поливе суспензиями хлореллы лабораторной и коммерческой, и на 41,86 % и 8,10 % при поливе культуральной жидкостью хлореллы лабораторной и дистиллированной водой соответственно.

В ходе исследования дана оценка эффективности использования суспензии *Chl. vulgaris*, в качестве биоудобрения, влияющего на рост и развитие микрозелени капусты краснокочанной. Препараты водоросли *Chl. vulgaris* оказывали незначительное воздействие на энергию прорастания и всхожесть микрозелени капусты краснокочанной. При этом они положительно повлияли на рост вегетативных частей растений. Это проявлялось в достаточно высоких показателях высоты побегов и длины корней микрозелени относительно контрольной группы, для полива которой использовалась дистиллированная вода.

Список литературы

1 Дмитриевич, Н. П. Рост и развитие микрозелени капусты китайской при использовании препаратов водоросли *Chlorella vulgaris* / Н. П. Дмитриевич, Д. С. Петухов, М. А. Мартинчик // Биотехнология: достижения и перспективы развития: сборник материалов VI международной научно-практической конференции, Пинск, 30 ноября – 1 декабря 2023 г. / М-во обр. РБ [и др.]; редкол.: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2023. – С. 83–86.

2 Микрозелень – новая категория органической овощной продукции / А. М. Пашкевич [и др.] // Научно-инновационные основы развития отрасли овощеводства: тезисы докладов Международной научно-практической конференции, аг. Самохваловичи, Минский район. – Самохваловичи: Институт овощеводства, 2018. – С. 25–28.

3 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 32 с.

4 Шалыго, Н. В. Микроводоросли и цианобактерии как биоудобрение / Н. В. Шалыго // Наука и инновации. – 2019. – № 3. – С. 10–12.

5 Sprouts, microgreens, and edible flowers: the potential for high value specialty produce in Asia / A. W. Ebert [et al.] // Proceeding SEAVED 2012, Chiang Mai, Thailand. 24–26 January (Conference paper). – 2012. – P. 216–227.

6 Profiling polyphenols in five Brassica species microgreens by uHPLC-PDA-ESI/HMRSn / J. Sun [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2013. – Vol. 61. – P. 10960–10970.

7 Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine / P. J. White [et al.] // New Phytologist. – 2009. – Vol. 182 (1). – P. 49–84.

8 EffectBio [Electronic resource]. – Mode of access: https://effectbio.ru/shop/tsitokininovaya_pasta/Biostimulyator-dlya-rasteniy-UltraEffekt-Khlorella-poroshok-60ml. – Date of access: 10.04.2023.

N. P. DMITROVICH, A. V. SVINTOKHA

GROWTH AND DEVELOPMENT OF RED CABBAGE MICROGREENS WITH THE USE OF ALGAE CHLORELLA VULGARIS PREPARATIONS

*Polessky State University,
Pinsk, Republic of Belarus,
natali-rigo@mail.ru*

*Preparations based on a suspension of *Chlorella vulgaris* had a positive effect on the growth of shoots and roots of red cabbage microgreens relative to the control group, in which distilled water was used for irrigation. However, no effect on indicators such as germination energy and germination was detected.*

Key words: chlorella suspension, biofertilizer, growth stimulator, microgreen, red cabbage.

Я. К. ЕЛОВИЧЕВА

ТРАНСГРАНИЧНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ БЕЛАРУСИ И УКРАИНЫ КАК ОБЪЕКТЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
yelovicheva@yandex.ru*

Показано различие в характере растительности палинологически изученных отложений трансграничных разрезов голоценового, муравинского/прилукского, шкловского/кайдацкого и александрийского/завадовского межледниковий Беларуси и Украины, расположенных в ледниковой и внеледниковой областях Восточно-Европейской равнины. Южные разрезы более выразительны климатическими оптимумами.

Ключевые слова: трансграничные разрезы, ледниковая и внеледниковая области, голоценовое, муравинское/прилукское, шкловское/кайдацкое, александрийское/завадовское межледниковья.

При ведении геолого-съёмочных работ на территории юго-западной, южной и юго-восточной частей Беларуси для полноты площади их охвата и межрегиональной корреляции практикуется бурение и на прилегающей к ее границам смежной территории Украины, что позволяет эти важные трансграничные геологические разрезы рассматривать с позиции охраны объектов окружающей среды бассейнов Западного Буга, правобережья Припяти и нижнего течения Днепра. В пределах этой обширной части Полесья на Беларуси и Украине палинологически изучено по 30–40 геологических разрезов гляциоплейстоцена и голоцена, которые ныне входят в состав различного ранга охраняемых территорий [1]. Составленные геологические и палинологические профили пограничных разрезов позволяют уточнить возрастное положение ископаемых озерно-болотных толщ в разрезе гляциоплейстоцена и сравнить смену состава растительности ледниковой (белорусской) и внеледниковой (украинской) территорий Восточно-Европейской равнины.

При сравнении результатов палинологических данных в отношении отложений голоценового межледниковья — Заболотье-I, Заболотье-II, Святое (скв. 1), Займище (скв. 182), Воловое, Стоянов-II, Ельное, Горника-II, Бабий Мох, Шацк (скв. 4-а), Шацк (скв. 4-б), Шацк (скв. 4-в), Долгое, Островенское, Тур (профиль 6-а), Кортилисы (скв. 58) (рисунки 1, 2).

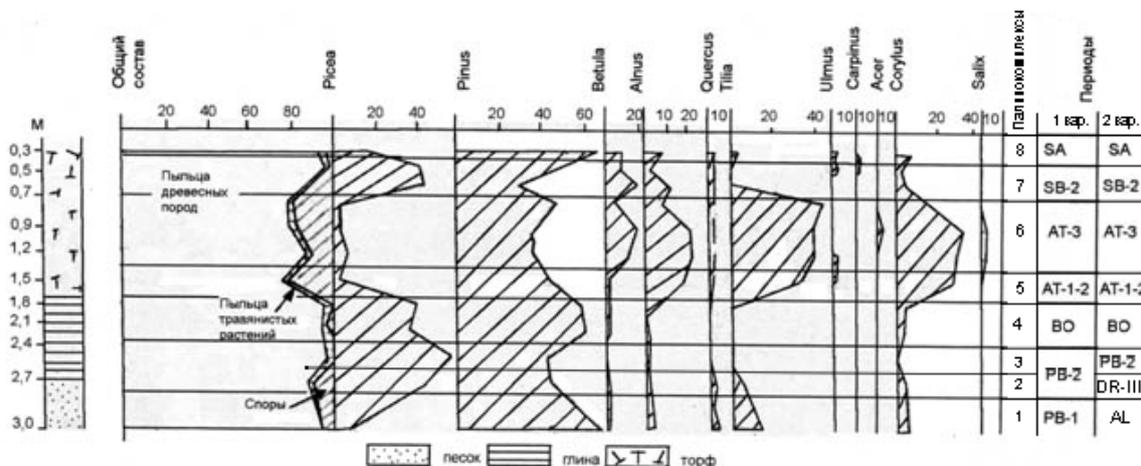


Рисунок 1 – Пыльцевая диаграмма отложений голоценового межледниковья в оз. Долгое (скв., Украина). Анализ Е. И. Шириной

Установлено, что диаграммы низменной части территории (так называемый «полеский тип диаграмм» с доминированием *Pinus*) весьма схожи по составу спектров, а расположенные на возвышенных местах Украины отличаются более высоким содержанием термо- (*Tilia*) и мезофильных (*Corylus*, *Alnus*) пород в климатический оптимум, в межстадиал аллерёд; предоптимальным интервалам свойственна малая роль *Betula*, постоптимальным – ее большее участие, наряду с высокими значениями *Picea* на северо-западе региона.

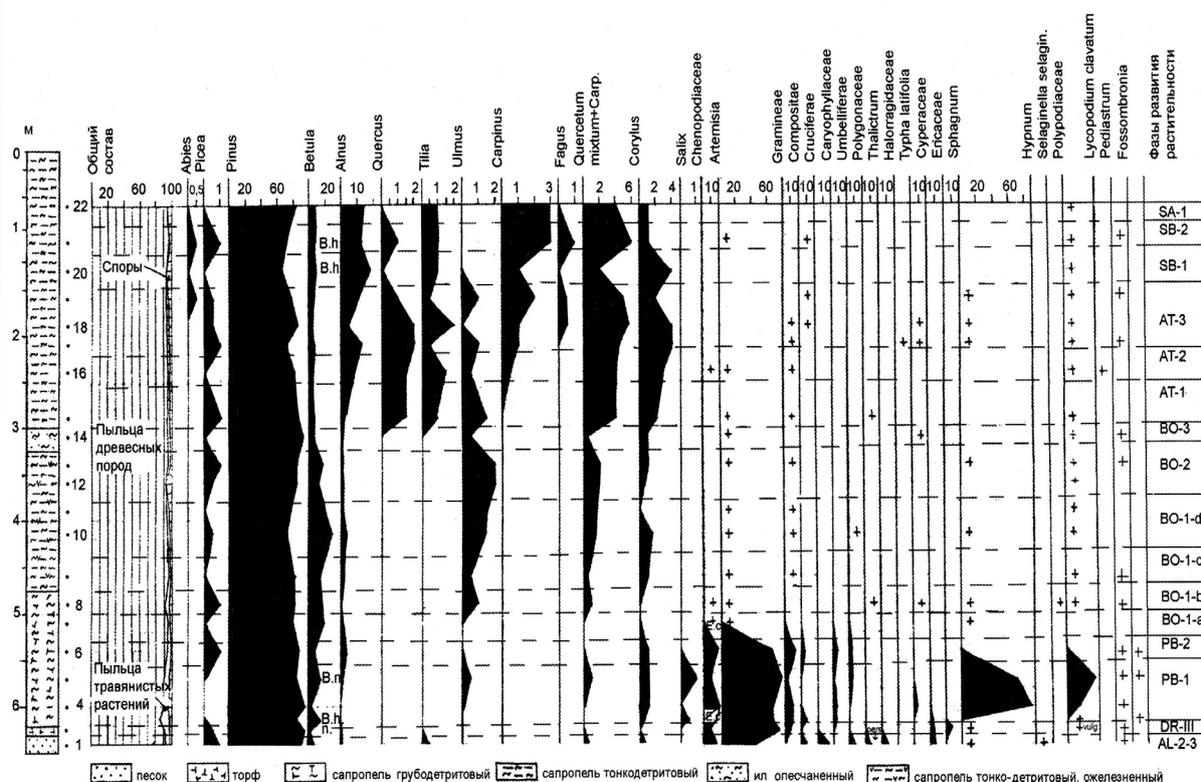


Рисунок 2 – Пыльцевая диаграмма отложений голоценового межледниковья в оз. Ореховское (скв., Беларусь). Анализ Я. К. Еловичевой

Сопоставление палинологических данных в отношении отложений муравинского/прилукского межледниковья (Полуботки (скв.), Новая Радча (скв. 51), Любязь (скв. 176) (рисунки 3, 4) определено, что этот наиболее теплый в гляциоплейстоцене период сохраняет в климатический оптимум определенное сходство в характере растительности на обоих соседних территориях: абсолютное господство широколиственных пород в ранний основной оптимум. Классическая сукцессия палеофитоценозов (*Quercus*+*Ulmus* → *Corylus*+ *Alnus* → *Tilia* → *Carpinus*) на территории Беларуси несколько отличается на Украине (*Quercus* → *Corylus*+*Alnus* → *Tilia*+*Ulmus* → *Carpinus*), фаза граба сменяется на Украине сосной и уж после – ели, в отличие от смены граба фазой ели на Беларуси. При этом темнохвойная *Picea* имеет значительно меньшее значение на Украине и практически замещается *Pinus*.

При сравнении результатов палинологических данных в отношении отложений шкловского/кайдацкого межледниковья – Гута (скв. 5537), Канев-2, Канев-2а, Тур (скв.) – (рисунки 5, 6) установлено, что в основном раннем оптимуме величина мезо- и термофильных пород невелика, но единично встречающийся на Беларуси *Carpinus* в пределах территории Украины присутствует постоянно; наличие же *Picea* в постоптимальный интервал наоборот: невысокий, но четкий максимум на Беларуси и единичное его присутствие на Украине.

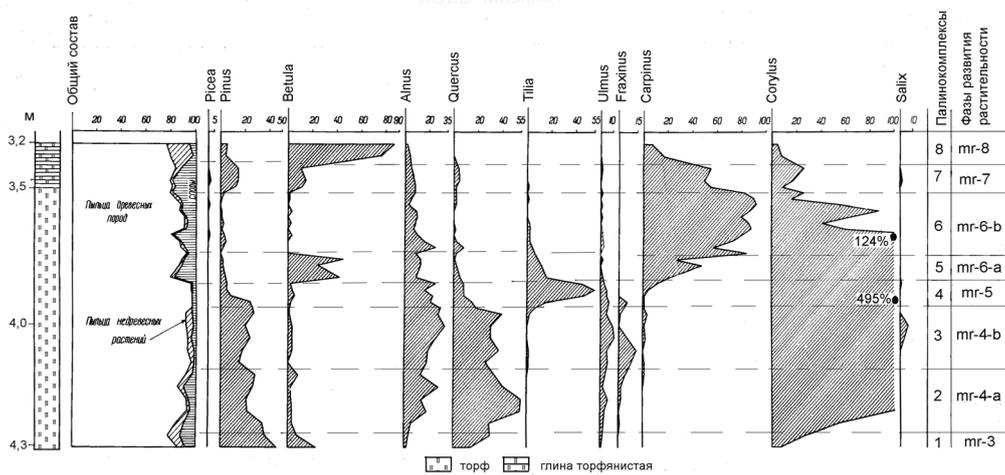


Рисунок 3 – Пыльцевая диаграмма отложений муравинского/прилукского межледниковья у г. Лоев (обн., Беларусь). Анализ Н. А. Махнач

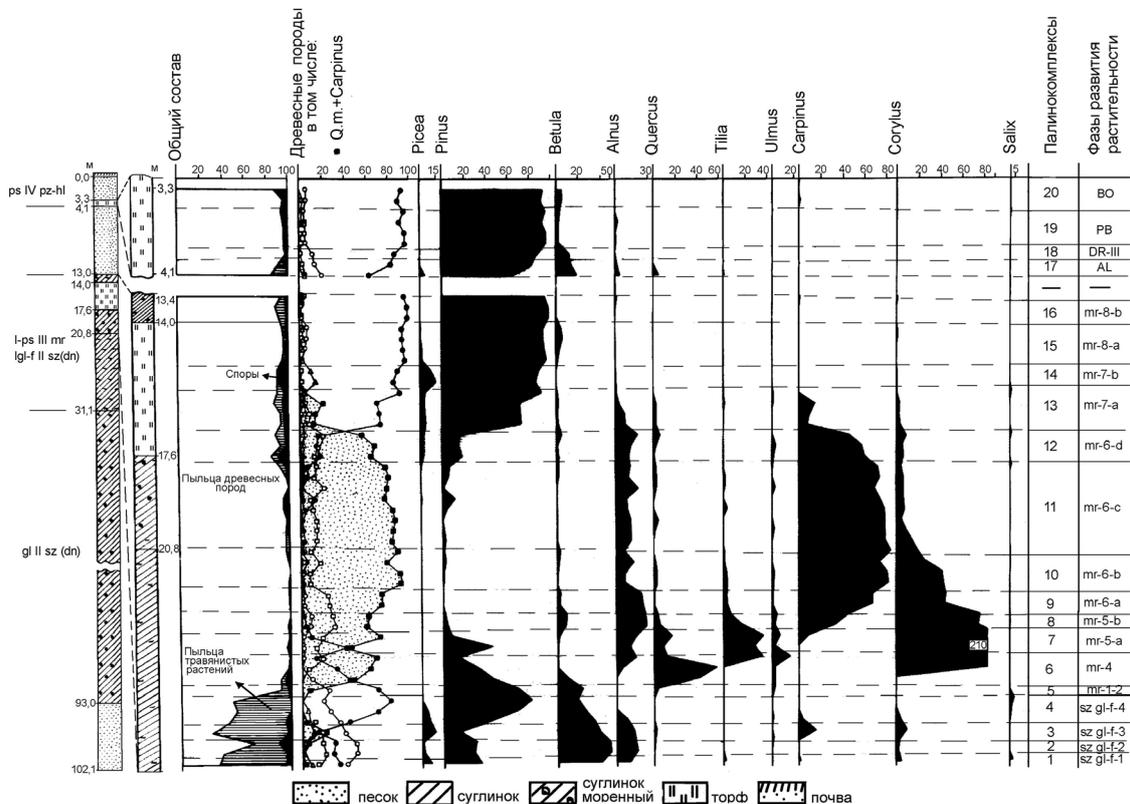


Рисунок 4 – Пыльцевая диаграмма отложений муравинского/прилукского межледниковья у с. Полуботки (скв., Украина). Анализ Н. А. Махнач

Сопоставление палинологических данных в отношении отложений александрийского/завадовского межледниковья – Тур (скв. 5517), Островье (скв. 576), Доманово (скв. 11), Млинок (скв. 41Д), Пульмо (скв. 619), Канев (скв. 5356) (рисунки 7, 8, 9) – определено, что на территории Украины значительно больше участие в климатический оптимум принимают широколиственные породы (в особенности *Carpinus*), а также *Alnus*, *Corylus*; основной фон все же сохраняется за хвойными породами: *Pinus*, *Picea*, *Abies*. Причем последние две из них значительно лучше выражены в северо-западной части территории, а в количественном отношении – в пределах территории Беларуси.

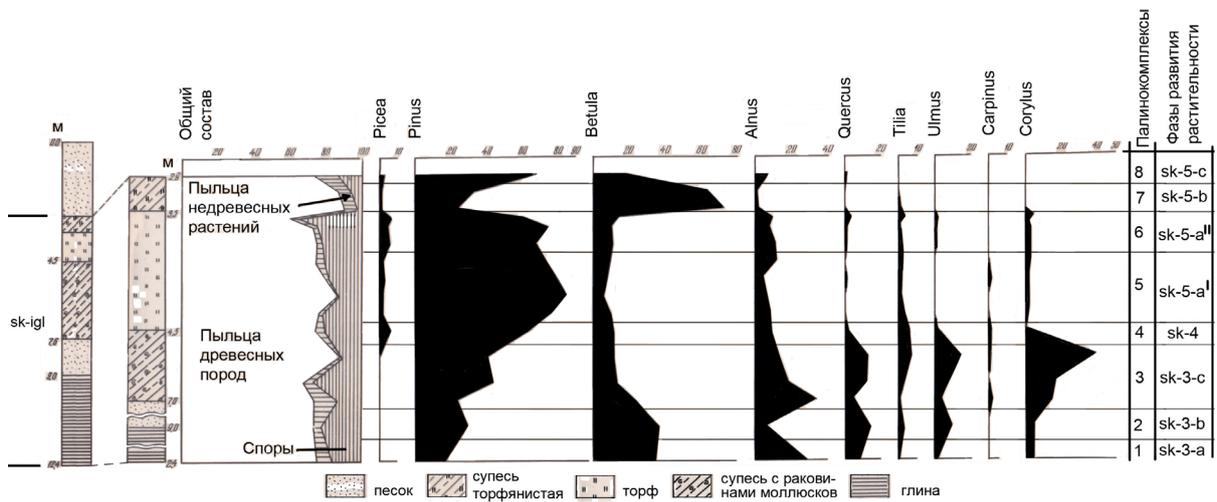


Рисунок 5 – Пыльцевая диаграмма отложений шкловского/кайдаковского межледникового у д. Рудавец (скв. 360, Беларусь). Анализ Н. Ф. Тылиндус

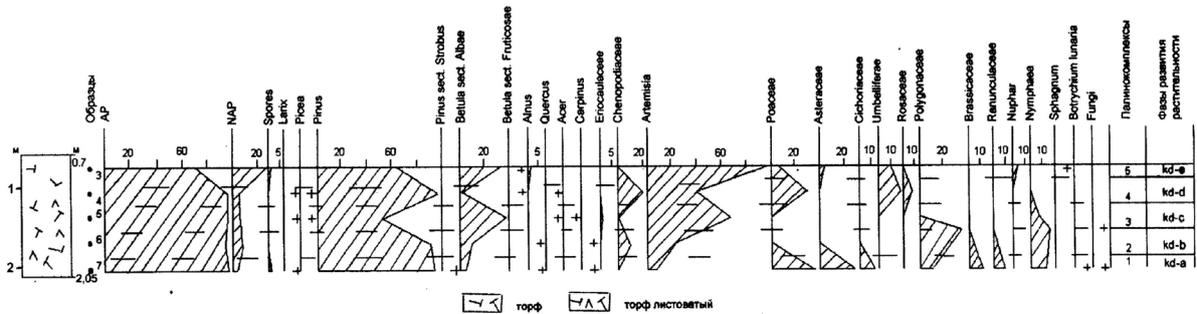


Рисунок 6 – Пыльцевая диаграмма отложений шкловского/кайдаковского Межледникового у г. Канев (скв. 2-а, Украина). Анализ Я. К. Еловичевой

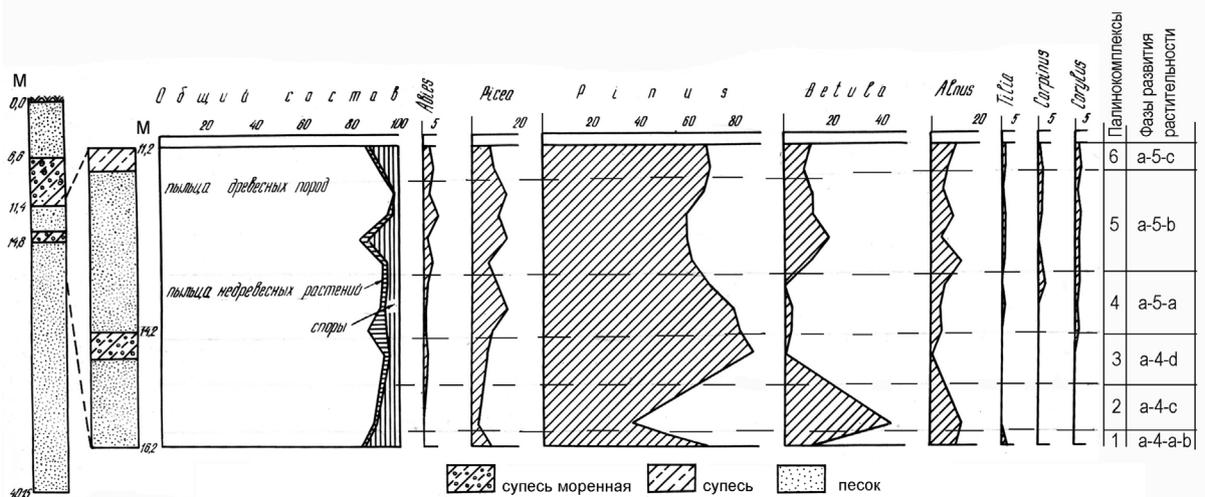


Рисунок 7 – Пыльцевая диаграмма отложений александрийского/завадовского межледникового у д. Лески (скв. 14, Беларусь). Анализ Е. И. Демешко

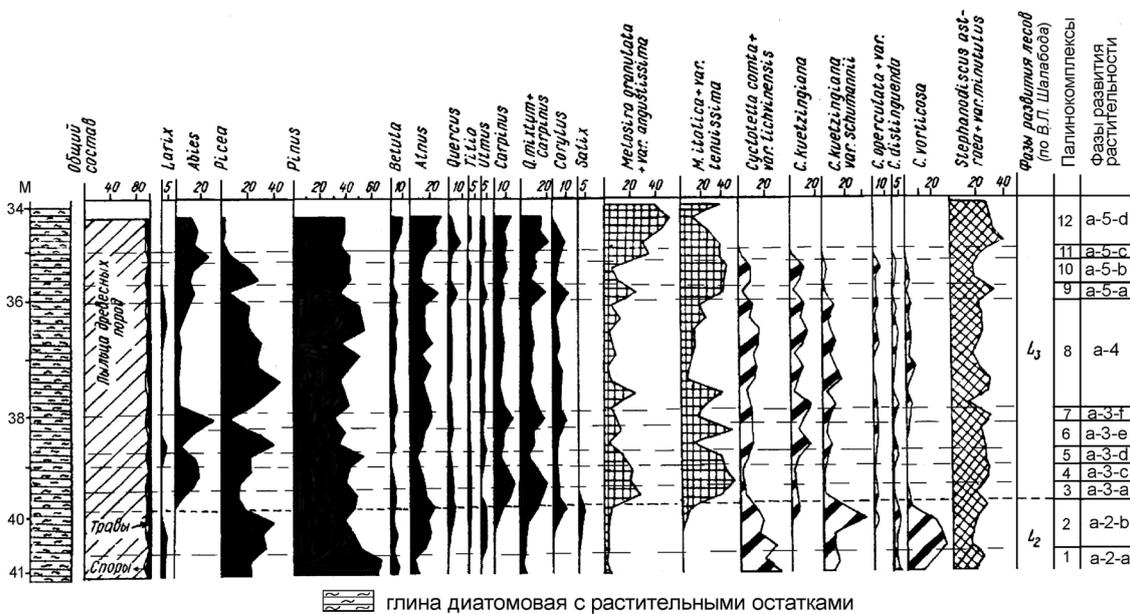


Рисунок 8 – Пыльцевая и диатомовая диаграмма отложений александрийского/завадовского межледникового у с. Доманово (скв. 11, Украина). Анализ В. Л. Шалабода

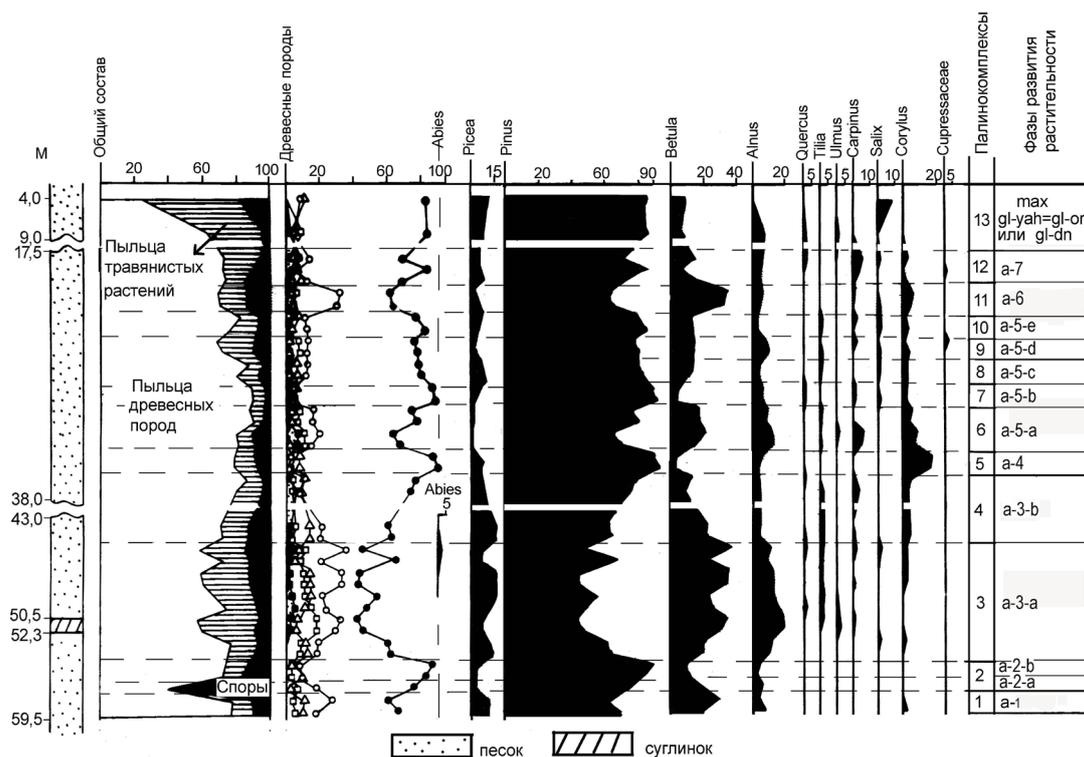


Рисунок 9 – Пыльцевая диаграмма отложений александрийского/завадовского межледникового у г. Канев (скв. 5356, Украина). Анализ Н. А. Махнач

Таким образом, палинологически изученные разновозрастные гляциоплейстоценовые и голоценовые отложения, находящиеся в погребенном состоянии и выходящие на поверхность в естественных обнажениях, сохраняют летопись природных событий и заменяют разрезы в целом как геологические памятники, которые ныне входят в состав различного ранга охраняемых территорий и представляют интерес как объекты для туризма.

Список литературы

1 Еловичева Я.К. Разрезы гляциоплейстоцена и голоцена Украины в палинологической базе данных Беларуси. – Минск: БГУ, 2013. – 162 с. – Деп. в БГУ, Минск, 17.09.2013 г., № Д 002517092013.

YA. K. YELOVICHEVA

TRANSBOUNDARY GEOLOGICAL SECTIONS OF BELARUS AND UKRAINE AS OBJECTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
yelovicheva@yandex.ru*

The difference in the nature of the vegetation of palynologically studied deposits of transboundary sections of the Holocene, Murava/Priluki, Shklov/Kaidaki and Alexandrian/Zavadov interglacials of Belarus and Ukraine, located in the glacial and extra-glacial areas of the East European Plain, is shown. The southern sections are more expressive of climatic optimums.

Key words: Transboundary sections, glacial and extraglacial areas, Holocene, Murava/Priluki, Shklov/Kaidaki, Alexandrian/Zavadov interglacials.

Е. В. ЕРМИЛОВА, Т. А. ТИМОФЕЕВА

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА И ВОД СТАЦИОНАРНЫМИ И ПЕРЕДВИЖНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ГОРОДА ЖЛОБИНА И ЖЛОБИНСКОГО РАЙОНА

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
ekaterinaermilova90@gmail.com, myshlion@mail.ru*

В статье рассматривается одна из глобальных экологических проблем – загрязнение воздуха и водных ресурсов как стационарными, так и передвижными источниками в городах и населенных пунктах Республики Беларусь. В частности, дана оценка уровня загрязнения атмосферы и водных наземных источников в городе Жлобин и Жлобинском районе.

Ключевые слова: атмосфера, источники загрязнения, промышленные предприятия, химическое загрязнение.

Качество атмосферного воздуха в городе формируется под воздействием разнообразных факторов, включая природные условия, особенности застройки и климатические особенности. Мониторинг атмосферного воздуха в Республике Беларусь включает в себя контроль за содержанием загрязняющих веществ в атмосфере, атмосферных осадках и снежном покрове. На данный момент мониторинг проводится в 19 промышленных городах республики, включая Жлобин.

В атмосфере городов определяются концентрации основных загрязнителей, таких как твердые частицы, оксиды углерода и азота, а также специфические вещества, такие как формальдегид, аммиак, фенол и другие (таблица 1).

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в Гомельском районе и городе Жлобин в 2021 году, тыс. т [13]

Вещества	Город Жлобин	Гомельская область
Твердые вещества	0,7	6,2
Оксид углерода	3,4	12,5
Диоксид серы	0,4	32,1
Оксиды азота	0,8	11,9
Углеводороды (без ЛОС)	0,0	5,4
НМЛОС	0,2	17,1
Прочие	0,0	6,0
Всего	5,5	91,2

В Жлобине и Минске установлены анализаторы твердых частиц размером до 2,5 микрон. Мониторинг качества атмосферного воздуха в Жлобине осуществляется на двух наблюдательных пунктах с различными режимами отбора проб. В районе улицы Пригородной проводятся непрерывные измерения концентраций твердых частиц фракции размером до 2,5 и 10 микрон.

В первом квартале 2021 года наблюдалось увеличение содержания азота диоксида и снижение концентрации твердых частиц в сравнении с предыдущим периодом. В том же периоде 2020 года концентрация твердых частиц была выше. В последние годы отмечается проблема загрязнения воздуха твердыми частицами размером до 2,5 микрон, причиной чего является деятельность Белорусского металлургического завода. Уровень

загрязнения воздуха значительно возрастает в периоды с недостатком осадков. В 2020 году на улице Пригородной доля дней с превышением предельно допустимых концентраций твердых частиц составила 75,6% (рисунок 1).

Результаты постоянного мониторинга показывают, что проблема загрязнения воздуха частицами ТЧ-2,5 в районе улицы Пригородной остается актуальной. Сравнивая с данными четвертого квартала 2020 года, можно отметить снижение уровня загрязнения воздуха ТЧ-2,5 на 30%. В то же время, в сопоставимом периоде 2020 года среднее содержание этих частиц в атмосфере было выше [1].



Рисунок 1 – Выбросы Белорусского металлургического завода [1]

Одним из значимых источников этого загрязнения является транспорт, включая железнодорожный. В отличие от автомобильного, вредный эффект железнодорожного транспорта на окружающую среду значительно меньше, в основном из-за его более эффективного энергопотребления. Тем не менее, у железнодорожного транспорта все еще есть проблемы с загрязнением окружающей среды, и для их решения необходимо принятие целенаправленных мер, направленных на охрану окружающей среды.

Существует общее мнение о том, что воздействие железнодорожного транспорта на окружающую среду определяется различными факторами, включая производственно-хозяйственную деятельность предприятий, новые участки железнодорожных путей, эксплуатацию подвижного состава и выбросы продуктов горения топлива.

Специалисты классифицируют факторы воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду по различным признакам: механическим, физическим, химическим и биологическим. Белорусская железная дорога придает большое значение уменьшению негативного воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду, осуществляя меры по энергосбережению и модернизации оборудования [2].

В условиях антропогенного воздействия сохранение и рациональное использование рек невозможно без подробной информации о их физико-химических показателях. Наблюдения за реками включают измерения pH, анализ содержания тяжелых металлов и другие параметры. На реке Днепр и ее притоке Сож функционируют гидрологические посты для контроля за качеством воды. Исследования показывают, что железо является наиболее распространенным загрязнителем, преобладающим в водах реки Днепр в районе городов Жлобин и Рогачев [3].

Список литературы

1 Галай, Е. И. Пространственное распределение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Гомельской области / Е. И. Галай // Вестник Брестского государственного технического университета: водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2008. – № 2. – С. 77–81.

2 Пронин, А. П. Влияние железнодорожного транспорта на окружающую среду / А. П. Пронин // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2 – № 4. – С. 610–623.

3 Состояние атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Система наблюдений за качеством воздуха. – URL: <https://belgidromet.by/ru/news-ru/view/sostojanie-atmosfernogo-vozduxa-v-gorodax-3104/> – Дата доступа: 25.04.2024.

E. V. ERMILOVA, T. A. TIMOFEEVA

ASSESSMENT OF AIR AND WATER POLLUTION BY STATIONARY AND MOBILE SOURCES IN ZHLOBIN CITY AND ZHLOBIN DISTRICT

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
ekaterinaermilova90@gmail.com, myshlion@mail.ru*

The article deals with one of the global environmental problems - air and water pollution by both stationary and mobile sources in cities and settlements of the Republic of Belarus. In particular, an assessment of the level of pollution of the atmosphere and water land sources in the city of Zhlobin and its Zhlobin district is given.

Key words: atmosphere, pollution sources, industrial enterprises, chemical pollution.

К. В. ЕФИМЧИК, Е. Ф. КУДИНА

**РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ПОДЛЕЖАЩИХ РЕЦИКЛИНГУ**

*УО «Белорусский государственный университет транспорта»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
efim_by@mail.ru*

Загрязнение окружающей среды – основная проблема экологии. Отходы производства и потребления попадают на свалки, полигоны, где отравляют почву, воду, атмосферный воздух. Таким образом, в настоящее время остро стоит проблема разработки полимерных композиционных материалов, подлежащих рециклингу.

Ключевые слова: полипропилен, рециклинг, шунгит, экология.

Продукты распада пластика наносят ущерб человеческому здоровью, особенно если концентрация такого мусора превышает допустимую норму. Не менее вредны продукты распада для природных ресурсов.

В связи с широким применением полимерных композиционных материалов (далее ПКМ), составляющих основную часть вторичного сырья, а также с учетом их специфических свойств, в частности, высокой стойкости к воздействиям окружающей среды, проблема их утилизации актуальна и носит, как экономический, так и экологический характер [1].

В настоящее время в Республике Беларусь уделяется большое внимание переработке вторичных материальных ресурсов (далее ВМР), а также проводится комплекс мероприятий по строительству (реконструкции и модернизации) объектов по сортировке, обезвреживанию или использованию отходов (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Объем сбора ВМР за 2023 год

Согласно данным (рисунок 2), государственного учреждения «Оператор вторичных материальных ресурсов» всего за 2023 год в Республике Беларусь собрано 822,86 тыс. тонн вторичных материальных ресурсов.



Рисунок 2 – Объем сбора ВМР за 2023 год

В Республике Беларусь вопросы рециклинга стоят также остро, как и во всем мире, ему подвергаются только 15,6 % полимерных отходов.

Кроме рециклинга, государством принимаются все меры на уменьшение использования пластиковой посуды в сфере общественного питания (составляющей наибольшее количество отходов полипропилена).

Так, в 2022 году в сфере общественного питания введен запрет на использование некоторых видов пластиковой посуды. В результате, количество пластика в общепите значительно снизилось.

С 1 января 2022 года, использование и продажа некоторых видов одноразовой пластиковой посуды запрещается в объектах общественного питания [3].

В перечень запрещенных для использования в общепите вошли одноразовые пластиковые палочки для размешивания напитков, стаканы, тарелки, трубочки (соломинки) для напитков, чашки, вилки, ложки, ножи. Запрет также коснется упаковки для продукции общественного питания и пищевых продуктов (контейнеры, лотки, коробки, ланч-боксы, коррексы, банки, бутылки), за исключением упаковки для кулинарных полуфабрикатов и кондитерских изделий.

Пластиковые отходы превращаются в проблему, представляющую угрозу экологической безопасности и здоровью человека. Они отрицательно влияют на окружающую среду, включая земельные ресурсы, недра, поверхностные и подземные воды, леса и иную растительность, а также на среду обитания животных и объекты окружающей среды.

Таким образом, с целью предотвращения загрязнения окружающей среды и обеспечения экологической безопасности необходимо эффективно организовывать процесс разработки и рециклинга полимерных материалов.

В ходе проведения в УО «Белорусский государственный университет транспорта» эксперимента по разработке ПКМ, в качестве полимерной матрицы был выбран полипропилен марки PP 8300G (EPYS30RE). Полипропилен обладает повышенной долговременной термостабильностью, стойкостью к термоокислительной деструкции в процессе производства ПП и его переработке, а также эксплуатации изделий с улучшенными антистатическими свойствами при производстве изделий.

По международному стандарту изделия из ПП для вторичной переработки маркируются цифрой 5 в треугольнике. Рециклинг ПП – метод утилизации, позволяющий повторно использовать материал в производстве (рисунок 3).

Рециклинг, в свою очередь, позволяет:

- вернуть вторичные материальные ресурсы в сферу производства и потребления;
- сократить потребление первичных природных ресурсов;

- значительно снизить поток отходов на полигонное захоронение и сжигание, следовательно, уменьшить нагрузку на природную среду;
- значительно уменьшить себестоимость производимой из вторичного сырья продукции, следовательно, сделать ее конкурентоспособной на рынке.



Рисунок 3 – Этапы рециклинга ПП

Также, в ходе проведения эксперимента по разработке ПКМ, в качестве наполнителя были применяли шунгит. Шунгит – природный материал, содержащий углерод в виде фрагментов фуллереноподобных структур. Интерес применения шунгита вызван особенностями его химического строения и структуры, природным происхождением, экологической безопасностью, а также не высокой стоимостью.

Испытание образцов на сжатие проводилось в соответствии с ГОСТ 4651-2014 [4] в лаборатории «Электрические и электронные системы» УО «Белорусский государственный университет транспорта» на универсальной разрывной машине ТС244.31А.

Анализ проведенных исследований показал, что введение в качестве наполнителя диспергированного шунгита в количестве от 0,5 до 4 масс. % нецелесообразно, т.к. прочность композиции уменьшается. При введении дисперсного шунгита в количестве от 5 до 7 масс. %, прочность композиции увеличивается практически на 23 %. Введение наполнителя более 8 масс. % является нецелесообразным, т.к. не влияет на прочность формируемого материала.

После исследования влияния состава композиции на механические свойства, разрушенные образцы, наполненные диспергированным шунгитом в количестве от 5 до 7 масс. % были подвергнуты вторичной переработке для оценки изменения их свойств в процессе рециклинга.

Изучение изменения прочности при сжатии полученных образцов показало, что физико-механические характеристики разрабатываемого материала после повторной переработки ухудшились не более чем на 2 %.

Выводы. Таким образом, изготовление изделий на основе модифицированного шунгитом полипропилена позволяет получить экологически безопасный материал с повышенной прочностью, не оказывающий негативного влияния на окружающую среду в процессе жизненного цикла изделия, а также повторного использования его в качестве вторичного сырья.

Список литературы

1 Кудина, Е.Ф. Методы утилизации и рециклинга полимерных композиционных материалов / Е.Ф. Кудина, К.В. Ефимчик // Полимерные материалы и технологии. – 2022. – Т. 8, № 4. – С. 77–86. doi: 10.32864/polymmattech-2022-8-4-77-86.

2 Официальный сайт «Оператора вторичных материальных ресурсов» [Электронный ресурс]. URL: https://vtoroperator.by/sites/default/files/operator_2023.pdf (дата обращения: 26.04.2024).

3 О перечне одноразовой пластиковой посуды [принят Постановлением Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 19 февраля 2020 г. № 14].

4 ГОСТ 4651 – 2014 (ISO 604:2002) Пластмассы. Метод испытания на сжатие. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

K. V. YEFIMCHYK, E. F. KUDINA

DEVELOPMENT OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS TO BE RECYCLED

*Belarusian State University of Transport,
Gomel, Republic of Belarus,
efim_by@mail.ru*

Environmental pollution is a major environmental problem. Production and consumption waste ends up in landfills, landfills, where soil, water, and atmospheric air are poisoned. Thus, the problem of developing polymer composite materials subject to recycling is currently acute.

Key words: polypropylene, recycling, shungite, ecology.

Д. Г. ЖОРОВ¹, М. М. ВОРОБЬЁВА²

ВИДОВОЙ СОСТАВ ЧУЖЕРОДНЫХ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ ФИТОФАГОВ В УСЛОВИЯХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

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

²УО «Полесский государственный университет»,
г. Пинск, Республика Беларусь,
masch.89@mail.ru

Установлен видовой состав и распространение чужеродных инвазивных видов-фитофагов в условиях зеленых насаждений Гомельской области. Констатировано, что в качестве вредителей выступают 22 инвазивных вида членистоногих-фитофагов из 19 родов и 6 семейств.

Ключевые слова: зеленые насаждения, инвазивные виды, интродуцированные растения, распространение, фитофаги, фауна.

В настоящее время процесс урбанизации неуклонно растет в связи с чем озеленение городских пространств приобретает особую актуальность. Оно не только улучшает эстетическую привлекательность городских территорий, но и выполняет ряд важных экологических функций, которые включают: регуляцию микроклимата, снижение уровня шума и пыли, а также создают благоприятную среду для жизни населения [17]. Проведение целенаправленных мероприятий по озеленению городских территорий является важным этапом, так как зеленые насаждения повышают в 5–8 раз степень ионизации воздуха, аккумулируют до 70–80 % пылевых частиц и аэрозолей, а также снижают в 5–7 раз уровень шума [8].

В ассортименте древесных и кустарниковых растений, используемых в настоящее время в озеленении городов и других населенных пунктов Беларуси, широкое представительство получили интродуцированные виды [15], что создает предпосылки для проникновения и натурализации связанных с ними чужеродных инвазивных видов-фитофагов, которые могут выступать в качестве экономически значимых вредителей.

Территория Гомельской области располагается в юго-восточной части Беларуси и занимает западную часть Восточно-Европейской равнины в пределах Полесской и Приднепровской низменностей. Климат – умеренно-континентальный. Понижение температуры воздуха наблюдается с юго-запада на северо-восток. Среднегодовая температура воздуха составляет +6,3 °С. Большая часть области расположена в Южной агроклиматической области, которая ограничена изолиниями сумм температур выше +10 °С от 2400 °С до 2500 °С. Для области характерны: короткая и мягкая зима, неустойчиво влажное лето, продолжительный вегетационный период – от 191 до 199 дней. Крайняя северо-восточная часть Гомельской области входит Центральную агроклиматическую область, где сумма температур выше 10 °С и составляет менее 2400 °С. Для этой области характерны: относительно теплая зима с частыми оттепелями, продолжительный вегетационный период и умеренное увлажнение. Значительная часть территории Гомельской области относится к Полесско-Приднепровскому геоботаническому округу подзоны широколиственнососновых лесов, тогда как крайняя северо-восточная часть – к Березинско-Предполесскому округу подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов.

По состоянию на 2017 г. в Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь приводится информация о 573 видах интродуцированных растений. Наибольшее число (381) видов-интродуцентов отмечено на территории Минской, а свыше 200 видов –

Брестской областях, тогда как в Гомельской области зарегистрировано 38 интродуцированных видов растений [12]. В настоящее время в Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь содержится информация о 1040 видах интродуцированных растений, из которых 319 – отмечены на территории Гомельской области [9]. Целью настоящего сообщения является установление видового состава и распространения чужеродных инвазивных видов-фитофагов в условиях зеленых насаждений Гомельской области.

В основу работы были положены результаты исследований, выполненных в период полевых сезонов 2013–2023 гг., а также коллекционные материалы. Сбор фактических данных (включая энтомологический материал, регистрации и наблюдения) проводился во время экспедиционных обследований на территории Гомельской области по стандартным методикам энтомологических исследований [10]. Тлей фиксировали в 75 и 96 % этаноле, образцы листовых блошек – в 70–80 % этаноле или в сухом виде в микропробирках, кокциды – в сухом виде [10]. Тератоморфы галлоформирующих фитофагов сушили в мелкопросеянном песке. Экземпляры повреждений этикетировали, указывая вид растения, географическую точку сбора [7]. Установление таксономической принадлежности инвазивных видов фитофагов осуществляли с использованием материалов справочных пособий, атласов-определителей и специализированных интернет-порталов [6; 14; 2].

По результатам проведенных эколого-фаунистических исследований на территории Гомельской области было отмечено присутствие, в условиях зеленых насаждений, 22 инвазивных видов членистоногих-фитофагов 19 родов и 6 семейств.

Acariformes: Eriophyidae

1. *Aceria erinea* (Nalepa)

Кормовое растение: орех грецкий (*Juglans regia* L.)

Распространение: Гомельский р-н: г. Гомель; Калининковский р-н: г. Калинковичи; Лельчицкий р-н: г. Лельчицы; Мозырский р-н: г. Мозырь; Петриковский р-н: г. Петриков; Речицкий р-н: г. Речица, д. Озерище.

2. *Aceria tristriata* (Nalepa)

Кормовое растение: орех грецкий (*Juglans regia* L.)

Распространение: Гомельский р-н: г. Гомель; Мозырский р-н: г. Мозырь; Петриковский р-н: г. Петриков.

Auchenorrhyncha: Fulgoroidea: Membracidae

3. *Stictocephala bisonia* Kopp & Yonke

Кормовое растение: плодово-ягодные культуры.

Распространение: Житковичский р-н: г. Житковичи; Жлобинский р-н: д. Солоное; Речицкий р-н: Борщёвский сельсовет [3], Мозырская гряда [5], территория Мозырско-Лельчицкой равнины [4].

Sternorrhyncha: Coccoidea: Coccidae

4. *Parthenolecanium fletcheri* (Cockerell)

Кормовое растение: туя западная (*Thuja occidentalis* L.)

Распространение: Брагинский р-н: г. Брагин; Гомельский р-н: г. Гомель; Калининковский р-н: г. Калинковичи.

Sternorrhyncha: Psylloidea: Psyllidae

5. *Psylla buxi* Linnaeus

Кормовое растение: самшит вечнозеленый (*Buxus sempervirens* L.)

Распространение: Брагинский р-н: г. Брагин; Гомельский р-н: г. Гомель, г. Гомель (ДКСУП «Красная гвоздика»); Жлобинский р-н: г. Жлобин; Лельчицкий р-н: г. Лельчицы.

Sternorrhyncha: Aphidoidea: Eriosomatidae

6. *Pemphigus spyrothecae* Passerini [1]

Кормовое растение: тополя (*Populus* sp.)

Распространение: Гомельский р-н: г. Гомель; Добрушский р-н: г. Добруш; Кормянский р-н: г.п. Корма; Мозырский р-н: г. Мозырь; Светлогорский р-н: г. Светлогорск.

Sternorrhyncha: Aphidoidea: Drepanosiphidae

7. *Appendiseta robiniae* (Gillette)

Кормовое растение: робиния обыкновенная (*Robinia pseudoacacia* L.)

Распространение: Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Гомельский р-н: г. Гомель; Житковичский р-н: г. Житковичи, г. Туров; Калинковичский р-н: г. Калинковичи; Мозырский р-н: г. Мозырь; Петриковский р-н: г. Петриков.

8. *Chromaphis juglandicola* Kaltenbach

Кормовое растение: орех грецкий (*Juglans regia* L.)

Распространение: Гомельский р-н: г. Гомель; Калинковичский р-н: г. Калинковичи.

9. *Drepanosiphum platanoidis* (Schrank)

Кормовое растение: клен ложноплатановый, или явор (*Acer pseudoplatanus* L.)

Распространение: Жлобинский р-н: г. Жлобин, ст. Красный берег; Светлогорский р-н: г. Светлогорск.

10. *Myzocallis walshii* Monell

Кормовое растение: дуб красный, или северный (*Quercus rubra* L.)

Распространение: Калинковичский р-н: г. Калинковичи.

11. *Panaphis juglandis* (Goeze)

Кормовое растение: орех грецкий (*Juglans regia* L.)

Распространение: Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Гомельский р-н: г. Гомель; Добрушский р-н: г. Добруш; Житковичский р-н: г. Туров; Жлобинский р-н: г. Жлобин; Калинковичский р-н: г. Калинковичи; Лельчицкий р-н: г. Лельчицы; Мозырский р-н: г. Мозырь; Петриковский р-н: г. Петриков.

12. *Therioaphis tenera* Aizenberg [11].

Кормовое растение: карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.)

Распространение: Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Добрушский р-н: г. Добруш; Житковичский р-н: г. Житковичи, д. Замошье; Жлобинский р-н: г. Жлобин; Калинковичский р-н: г.п. Озаричи, г. Калинковичи; Октябрьский р-н: д. Волосовичи; Петриковский р-н: г. Петриков, д. Макаричи; Рогачевский р-н: д. Ямное.

Sternorrhyncha: Aphidoidea: Aphididae

13. *Acyrtosiphon caraganae* Cholodkovsky

Кормовое растение: карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.)

Распространение: Добрушский р-н: г. Добруш; Ельский р-н: аг. Добрынь; Житковичский р-н: д. Замошье; Петриковский р-н: д. Макаричи; Хойникский р-н: г. Хойники.

14. *Aphis craccivora* Koch [13].

Кормовое растение: карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.), робиния обыкновенная (*Robinia pseudoacacia* L.).

Распространение: Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Гомельский р-н: г. Гомель; Добрушский р-н: г. Добруш; Ельский р-н: г. Ельск, д. Ремезы, аг. Добрынь; Житковичский р-н: д. Кожановичи, д. Замошье, г. Житковичи, г. Туров; Жлобинский р-н: г. Жлобин; Калинковичский р-н: г. Калинковичи, г.п. Озаричи; Кормянский р-н, аг. Литвиновичи, д. Выношевка; Лельчицкий р-н: г. Лельчицы; Мозырский р-н: г. Мозырь; Наровлянский р-н: г. Наровля; Октябрьский р-н: г.п. Октябрьский, аг. Волосовичи; Петриковский р-н: д. Белановичи, г.п. Петриков, д. Макаричи; Рогачевский р-н: д. Ямное; Хойникский р-н: д. Козелужье.

15. *Aphis intybi* Koch

Кормовое растение: цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.)

Распространение: Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Гомельский р-н: г. Гомель; Жлобинский р-н: г. Жлобин; Калинковичский р-н: г. Калинковичи; Хойникский р-н: г. Хойники.

16. *Aphis spiraeicola* Patch

Кормовое растение: спиреи (*Spiraea* spp.), кизильники (*Cotoneaster* Medik.) и другие представители семейства Rosaceae

Распространение: Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Мозырский р-н: г. Мозырь.

17. *Brachycaudus divaricatae* Shaposhnikov

Кормовое растение: алыча (*Prunus divaricata* Ledeb. syn *Prunus cerasifera* Ehrh.)

Распространение: Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Гомельский р-н: г. Гомель, оп. Грабова; Добрушский р-н: г. Добруш; Житковичский р-н: г. Туров; Жлобинский р-н: г. Жлобин; Калинковичский р-н: г. Калинковичи; Кормянский р-н: г.п. Корма; Октябрьский р-н: д. Любань; Светлогорский р-н: г. Светлогорск.

18. *Brachycaudus spiraeae* Börner

Кормовое растение: спирея иволистная (*Spiraea salicifolia* L.)

Распространение: Гомельский р-н: г. Гомель; Мозырский р-н: г. Мозырь.

19. *Hyadaphis tataricae* Aizenberg

Кормовое растение: жимолость татарская (*Lonicera tatarica* L.)

Распространение: Брагинский р-н: г. Брагин.

20. *Macrosiphum albifrons* Essig

Кормовое растение: люпина многолистного (*Lupinus polyphyllus* Lindl.)

Распространение: Чечерский р-н: г. Чечерск.

21. *Myzus cerasi* Fabricius

Кормовое растение: вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris* Mill.)

Распространение: Брагинский р-н: г. Брагин; Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Гомельский р-н: г. Гомель.

22. *Uroleucon cichorii* (Koch)

Кормовое растение: цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.)

Распространение: Буда-Кошелевский р-н: г. Буда-Кошелево; Гомельский р-н: г. Гомель; Добрушский р-н: г. Добруш; Житковичский р-н: д. Кожановичи, г. Туров; Жлобинский р-н: г. Жлобин; Калинковичский р-н: г. Калинковичи; Мозырский р-н: г. Мозырь; Хойникский р-н: д. Звенятское.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор от 02.05.2023 № Б23М-049).

Список литературы

1 Aphids of the family Eriosomatidae (Insecta: Homoptera) in Belarus / S.V. Buga, D.G. Zhorov [et al.] // Zoosystematica Rossica. – 2016. – Vol. 25, n. 2. – P. 226–232.

2 Aphids on the World's Plants: An online identification and information guide [Electronic resource] / Ed. R. Blackman. – London: Natural History Museum, 2012. – Mode of access: <http://www.aphidsonworldsplants.info>. – Date of access: 03.05.2024.

3 *Stictoccephala bisonia* Kopp & Yonke, 1977 in GBIF Secretariat GBIF. Backbone Taxonomy. Checklist dataset [Electronic resource]. – 2023. – Mode of access: <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org – Date of access: 02.05.2024.

4 Бородин, О.И. Общая характеристика фауны цикадовых (Hemiptera: Fulgoromorpha-Cicadomorpha) Беларуси. хорологическая характеристика. Часть 1. Fulgoromorpha-Cicadomorpha исключая Typhlocybiniae и Deltoccephalinae / О.И. Бородин // Труды БГУ. – 2015. – Т. 10, ч. 1. – С. 298–308.

- 5 Бородин, О.И. Цикадовые (Homoptera: Auchenorrhyncha) агроэкосистем Беларуси / О.И. Бородин. – Минск: БГУ, 2012. – 232 с.
- 6 Борхениус, Н.С. Червецы и щитовки СССР (Coccoidea) / Н.С. Борхениус. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 250 с.
- 7 Гербарное дело. Справочное руководство / под ред. Д.В. Гельтмана. – Кью: Королевский ботанический сад, 1995. – 356 с.
- 8 Гладов, А.В. Озеленение как фактор повышения благоустройства города (на примере городского округа Самары) / А.В. Гладов // Вестник Самарского государственного университета. – 2015. – № 2 (124). – С. 207–214.
- 9 Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://plantcadastre.by/> – Дата доступа: 02.05.2024.
- 10 Жоров, Д.Г. Методические рекомендации по сбору, учету, оценке поврежденности, вредоносности и вредоспособности гемиптероидных насекомых-вредителей (Insecta: Hemipteroidea) : учебные материалы / Д.Г. Жоров. – Минск: БГУ, 2023. – 47 с.
- 11 Жоров, Д.Г. Распространение *Therioaphis tenera* (Aizenberg, 1956) (Sternorrhyncha: Drepanosiphidae) в условиях зеленых насаждений Беларуси / Д.Г. Жоров, Ф.В. Сауткин, С.В. Буга // Труды БГУ. – 2014. – Т. 9, ч. 2. – С. 124–129.
- 12 Интродуцированные виды растений в Государственном кадастре растительного мира Республики Беларусь / О.М. Масловский [и др.] // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира: материалы Междунар. научн. конф., посвящ. 85-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси, Минск, 6–8 июня 2017 г. – Минск: Медисонт, 2017. – Ч. 1. – С. 177–180.
- 13 Люцерновая тля (*Aphis craccivora* Koch) в декоративных зеленых насаждениях Беларуси / Д.Г. Жоров [и др.] // Труды БГУ. – 2015. – Т. 10, ч. 1. – С. 381–388.
- 14 Поддубный, А.Г. Псиллиды (Homoptera, Psylloidea) юго-запада Европейской части СССР / А.Г. Поддубный. – Кишинев: ШТИИИЦА, 1989. – 183 с.
- 15 Сидорович, Е.А. Ассортимент декоративных древесных и кустарниковых растений для зеленого строительства Беларуси / Е.А. Сидорович. – Минск: НПК «Тэхналогія»; 1997. – 61 с.
- 16 Чомаева, М.Н. Роль зеленых насаждений для городской среды / М.Н. Чомаева // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 4–3. – С. 12–14.
- 17 Экология городской среды: учебное пособие / А.А. Челноков [и др.]; под общ. ред. К.Ф. Саевича. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 368 с.

D. G. ZHOROV¹, M. M. VARABYOVA²

**SPECIES COMPOSITION OF ALIEN INVASIVE SPECIES OF PHYTOPHAGES
IN GREEN PLANTINGS IN THE GOMEL REGION**

¹*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
zhorovdg@mail.ru,*

²*Polessky State University,
Pinsk, Republic of Belarus,
masch.89@mail.ru*

The species composition and distribution of alien invasive phytophagous species in the green spaces of the Gomel region has been established. It was stated that 22 invasive species of phytophagous arthropods from 19 genera and 6 families act as pests.

Key words: green spaces, invasive species, introduced plants, distribution, phytophages, fauna.

Н. В. КАРЛИОНОВА¹, А. В. БОРОДИН², А. Е. ВИНЧЕВСКИЙ³, М. Е. НИКИФОРОВ¹

РЕГИСТРАЦИИ РЕДКИХ ВИДОВ ПТИЦ, УТВЕРЖДЕННЫЕ БЕЛОРУССКОЙ ОРНИТО-ФАУНИСТИЧЕСКОЙ КОМИССИЕЙ В 2023 ГОДУ

¹ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,

г. Минск, Республика Беларусь,

karlionova@tut.by,

²УП «Рифтур»,

г. Минск, Республика Беларусь,

³ООО «Дикая природа»,

г. Минск, Республика Беларусь,

Приведена информация о регистрациях 21 редкого вида птиц в 2023 году, которые утверждены Белорусской орнито-фаунистической комиссией. Список птиц Беларуси пополнился одним новым видом птиц и стал включать 343 вида.

Ключевые слова: редкие виды, птицы, Беларусь, Белорусская орнито-фаунистическая комиссия.

В результате рассмотрения и утверждения Белорусской орнито-фаунистической комиссией сообщений о регистрациях редких и новых для территории Беларуси видов птиц за 2023 год, официальный список птиц Беларуси увеличился на один вид и теперь содержит 343 вида птиц. Новым для территории нашей страны видом оказалась тускляя зарничка (*Phylloscopus humei*). Ниже представлена информация об утвержденных регистрациях редких видов, включая один новый для Беларуси вид. Систематика птиц приведена согласно рекомендациям Европейской комиссии по редкостям (AERC) [1].

Регистрации, утвержденные протоколом от 27.12.2023 г.

1. Пискулька *Anser erythropus*

1) 1 ос.: 24.03.2023 (Субботина И., Косарь Н., Алешка Т.), ТВП «Березина-Гайна», Смолевичский р-н, Минская обл.

1 ind.: 24.03.2023 (Subbotina I., Kosar' N., Aleshka T.), «Biarezina-Hajna» ИВА, Smaliavičy district, Minsk region.

2. Короткоклювый гуменник *Anser brachyrhynchus*

1) 1 ос.: 29.03.2023 (Трейтяк В., Рындевич В.), болото Грайно, Берестовицкий р-н, Гродненская обл.; 08.04.2023 (Тиханович А., Тиханович М.), заказник «Гродненская Свислочь», Берестовицкий р-н, Гродненская обл.; 23.04.2023 (Винчевский А., Винчевский Д.), болото Грайно, Берестовицкий р-н, Гродненская обл.

1 ind.: 29.03.2023 (Treityak V., Ryndevich V.), Hrajna fen mire, Bierastavicy district, Hrodna region; 08.04.2023 (Tihanovich A., Tihanovich M.), «Hrodzienskaja Svislač» reserve, Bierastavicy district, Hrodna region; 23.04.2023 (Vintchevski A., Vintcheuski D.), Hrajna fen mire, Bierastavicy district, Hrodna region.

3. Белоглазая чернеть *Aythya nyroca*

1) 1 ос.: 22.04.2023 (Субботина И., Алешка Т., Клевец О.), очистные сооружения г. Туров, Житковичский р-н, Гомельская обл.

1 ind.: 22.04.2023 (Subbotina I., Aleshka T., Klevets O.), sewage water treatment pond, Turaŭ, Žytkavičy district, Homiel region.

4. Колпица *Platalea leucorodia*

1) 3 ос.: 11-14.05.2023 (Шевчик А. и др.), р/х «Тремля», Петриковский р-н, Гомельская обл.

3 ind.: 11-14.05.2023 (Shevchik A. et al.), «Tremliа» Fishfarm, Pietrykaў district, Homiel region.

5. Белоголовый сип *Gyps fulvus*

1) 1 ос.: 07-25.06.2023 (Прудовская Ю. и др.), д. Выходцы и ее окрестности, Лиозненский р-н, Витебская обл.

1 ind.: 07-25.06.2023 (Prudovskaya Yu. Et al.), Vychadcy village and its surroundings, Liozna district, Viciebsk region.

6. Курганник *Buteo rufinus*

1) 1 ос.: 08.08.2023 (Вертадь С.), окр. аг. Парохонск, Пинский р-н, Брестская обл.

1 ind.: 08.08.2023 (Vertal S.), vicinity of Parachonsk village, Pinsk district, Brest region.

1 ос.: 02.10.2023 (Гуца Е., Гуца Д.), окр. оз. Черное, Березовский р-н, Брестская обл.

1 ind.: 02.10.2023 (Huscha E., Huscha D.), surroundings of Čornaje Lake, Viarozа district, Brest region.

7. Степной орел *Aquila nipalensis*

1) 1 ос.: 2-21.06.2023 (Tutar В.), Брестская и Гомельская обл.

1 ind.: 2-21.06.2023 (Tutar В., signal from a tagged bird), Brest and Homiel regions.

8. Орел-могильник *Aquila heliaca*

1) 1 ос.: 07-09.06.2023 (Schmidt М.), Гродненская и Брестская обл.

1 ind.: 07-09.06.2023 (Schmidt М., signal from a tagged bird), Hrodna and Brest regions.

9. Ходулочник *Himantopus himantopus*

1) 1 гнездящаяся пара и 1 молодая особь: 29.07.2022 (Алешка Т.), окр. д. Синило, Минский р-н, Минская обл.

1 breeding pair and 1 juv.: 29.07.2022 (Aleshka T.), sewage water treatment pond near Siniło village, Minsk district, Minsk region.

2) 1 пара: 30.04.2023 (Карлионова Н., Горошко З.), разливы реки Сож близ д. Однополье, Ветковский р-н, Гомельская обл.

1 pair: 30.04.2023 (Karlionova N., Goroshko Z.), floodings of Sož river near Adnapolle village, Vietka district, Homiel region.

3) 5 гнездящихся пар и 14 молодых особей: 12-17.06.2023 (Карлионова Н., Хурсанов В., Субботина И. и др.), окр. г. Туров, Житковичский р-н, Гомельская обл.

5 breeding pairs and 14 juv.: 12-17.06.2023 (Karlionova N., Khursanov V., Subbotina I. et al.), surroundings of Turaў, Žytkavičy district, Homiel region.

10. Хрустан *Charadrius morinellus*

1) 1 ос.: 07.11.2023 (Сацута П.), окр. д. Ивольск, Гомельский р-н, Гомельская обл.

1 ind.: 07.11.2023 (Sacuta P.), vicinity of Ivolsk village, Homiel district, Homiel regions.

11. Средиземноморская чайка *Larus michahellis*

1) 1 ос.: 07.05.2023 (данные спутникового передатчика), Гомельская, Минская и Гродненская обл.

1 ind.: 07.05.2023 (signal from a tagged bird), Homiel, Minsk and Hrodna regions.

2) 1 ос.: 15-19.07.2023 (Самусенко И., Субботина И., Винчевский А., Бородин А.), г. Минск.

1 ind.: 15-19.07.2023 (Samusenko I., Subbotina I., Vintchevski A., Borodin A.), Minsk.

1 ос.: 19.09.2023 (Ардюк Г., Капорикова Н.), г. Минск

1 ind.: 19.09.2023 (Ardziuk H., Kaporykava N.), Minsk.

12. Делавэрская чайка *Larus delawarensis*

1) 1 ос.: 28.03.2023 (данные спутникового передатчика), Гродненская и Брестская обл.

1 ind.: 28.03.2023 (signal from a tagged bird), Hrodna and Brest regions.

2) 1 ос.: 28-29.07.2023 (данные спутникового передатчика), Витебская обл.

2) 1 ind.: 28-29.07.2023 (signal from a tagged bird), Viciebsk region.

13. Моевка *Rissa tridactyla*

1) 1 ос.: 28.10-05.11.2023 (Подвербный Ю. и др.), Заславское вдхр, Минский р-н, Минская обл.

1 ind.: 28.10-05.11.2023 (Podverbny Yu. et al.), Zaslauſkaje water reservoir, Minski district, Minsk region.

2) 1 ос.: 28.10.2023 (Месяц А.), г. Борисов, Борисовский р-н, Минская обл.

1 ind.: 28.10.2023 (Mesjats A.), Barysau, Minsk region.

1 ос.: 12.11.2023 (Дражин В.), Солигорское вдхр, Солигорский р-н, Минская обл.

1 ind.: 12.11.2023 (Drazhyn V.), Salihorskaje water reservoir, Salihorsk district, Minsk region.

14. Пестроногая крачка *Thalasseus sandvicensis*

1) 1 ос.: 07.09.2023 (Elts J.), Витебская, Минская и Гомельская обл.

1 ind.: 07.09.2023 (Elts J., signal from a tagged bird), Viciebsk, Minsk and Homiel regions.

15. Сипуха *Tyto alba*

1) 1 ос.: 01.05.2023 (Журавлев Д., Богданович И.), Брестский р-н, Брестская обл.

1 ind.: 01.05.2023 (Zhuravlev D., Bogdanovich I.), Brest district, Brest region.

16. Горная трясогузка *Motacilla cinerea*

1) 1 самец: 06.07.2023 (Винчевский Д.), г. Гродно, Гродненская обл.

1 ad. male: 06.07.2023 (Vintcheuski D.), Hrodna, Hrodna region.

17. Синехвостка *Tarsiger cyanurus*

1) 1 ос.: 21.09.2023 (Карлионова Н. и др.), д. Сосновый Бор, Россонский р-н, Витебская обл.

1 ind.: 21.09.2023 (Karlionova N. et al.), Sasnovy Bor village, Rasony district, Viciebsk region.

18. Пеночка-зарничка *Phylloscopus inornatus*

1) 1 ос.: 23.09.2023 (Карлионова Н. и др.), д. Сосновый Бор, Россонский р-н, Витебская обл.

1 ind.: 23.09.2023 (Karlionova N. et al.), Sasnovy Bor village, Rasony district, Viciebsk region.

2) 1 ос.: 25-28.11.2023 (Субботина И. и др.), ур. Серебряный Лог, г. Минск.

1 ind.: 25-28.11.2023 (Subbotina I. et al.), Siarebrany Łoh Tract, Minsk. Photo by N. Vorobey

19. Тускляя зарничка *Phylloscopus humei*

1 ос.: 24.11-07.12.2023 (Помеленок С. и др.), ур. Серебряный Лог, г. Минск. Первая регистрация для страны. Фото И. Субботиной

1 ind.: 24.11-07.12.2023 (Pamialonak S. et al.), Siarebrany Łoh Tract, Minsk. The first record for the country. Photo by Subbotina I.

20. Чернолобый сорокопут *Lanius minor*

1) 1 гнездящаяся пара: 03.06.2023 (Бачуринская Н., Субботина И., Данченко С.), Уборковский с/с, Лоевский р-н, Гомельская обл.

1 breeding pair: 03.06.2023 (Bachurynskaya N., Subbotina I., Danchenko S.), surroundings of Ubarok village, Łojeŭ district, Homiel region.

21. Черная ворона *Corvus corone corone*

1) 1 ос.: 30-31.08.2023 (Субботина И., Карлионова Н., Хурсанов В.), г. Туров, Житковичский р-н, Гомельская обл.

1 ind.: 30-31.08.2023 (Subbotina I., Karlionova N., Khursanov V.), Turaŭ, Źytkavičy district, Homiel region.

Список литературы

1 Crochet, P.-A., Joynt, G AERC list of Western Palearctic birds / P.-A. Crochet, G.Joynt // July 2015 version. Available at <http://www.aerc.eu/tac.html>.

N. V. KARLIONOVA¹, A. V. BORODIN², A. E. VINTCHEVSKI³, M. E. NIKIFOROV¹

**RECORDS OF BIRD RARITIES APPROVED BY THE BELARUSIAN
RARITY COMMISSION IN 2023**

*¹State Scientific and Production Association “Scientific and Practical Center
of the National Academy of Sciences of Belarus for Bioresources”,*

Minsk, Republic of Belarus,

karlionova@tut.by,

²“Riftur”,

Minsk, Republic of Belarus,

³“TAA “Dzikaja pryroda” / The Wilderness LLC”,

Minsk, Republic of Belarus

*A list of 21 rare bird species approved by the Belarusian Rarity commission for the 2023 is given. The
list of birds of Belarus has been replenished with one new bird species and now includes 343 species.*

Key words: rare species, birds, Belarus, Belarusian Rarity commission

А. А. КОЛОШКИНА

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ
НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕК БЕЛАРУСИ
НА ПРИМЕРЕ РЕКИ СВИСЛОЧЬ**

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
koloshkinaanya@gmail.com*

Данная статья посвящена изучению влияния природных и антропогенных факторов на гидрохимический режим рек Беларуси. В статье рассматриваются основные источники загрязнения водных ресурсов, анализируются особенности гидрохимического режима рек с учетом природных условий и антропогенного воздействия, а также предлагаются пути решения выявленных проблем.

Ключевые слова: гидрохимический режим, поверхностные воды, антропогенное воздействие, загрязнение, река Свислочь, Беларусь, очистные сооружения, сточные воды, минерализация.

Реки Беларуси, включая Свислочь, играют важную роль в водоснабжении, сельском хозяйстве и промышленности. Однако, их гидрохимический режим подвержен влиянию как природных, так и антропогенных факторов. В представленной статье рассматриваются эти факторы на примере реки Свислочь, на основании анализа данных качества воды Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) за 2018 и 2022 года.

Гидрохимический режим рек Беларуси формируется под влиянием ряда природных факторов. Климат Беларуси, характеризующийся умеренно континентальным типом с четко выраженными сезонами, оказывает существенное влияние на интенсивность испарения, сток воды и процессы выветривания, что, в свою очередь, определяет минерализацию и химический состав поверхностных вод. Количество осадков и температурный режим напрямую влияют на водный баланс рек, определяя объемы стока и процессы растворения минеральных веществ из почв и горных пород. Рельеф Беларуси преимущественно равнинный, с незначительными возвышенностями, а геологическое строение представлено различными породами, включая осадочные, магматические и метаморфические. Состав горных пород влияет на химический состав подземных вод, которые питают реки и формируют их гидрохимические характеристики. Например, наличие карбонатных пород приводит к формированию вод гидрокарбонатного типа, а породы, богатые сульфатами, могут способствовать повышению содержания сульфатов в речных водах [3].

Почвы и растительный покров также играют важную роль в формировании гидрохимического режима рек Беларуси. Преобладание дерново-подзолистых почв способствует формированию вод гидрокарбонатного характера с малой и средней минерализацией. Эти почвы, как правило, обеднены легкорастворимыми солями, что обуславливает низкую минерализацию речных вод. Наличие торфяно-болотных почв в понижениях рельефа приводит к обогащению вод органическими соединениями, повышая их цветность и окисляемость. Органические вещества из торфяных болот придают воде характерный коричневатый оттенок и могут влиять на содержание растворенного кислорода. Лесные массивы влияют на минерализацию воды и ее химический состав, в частности, за счет выщелачивания органических веществ из лесной подстилки. Лесная подстилка, богатая органическими кислотами, может снижать рН воды и влиять на растворимость минеральных веществ [4]. Влияние антропогенной деятельности на гидрохимический режим рек Беларуси

является многогранным и представляет собой серьезную угрозу для экологического состояния водных ресурсов. Промышленные предприятия, сельское хозяйство и коммунальное хозяйство являются основными источниками сточных вод, содержащих различные загрязняющие вещества. В сточных водах промышленных предприятий могут содержаться тяжелые металлы, нефтепродукты, органические соединения и другие токсичные вещества, в зависимости от специфики производства. Сельское хозяйство вносит свой вклад в загрязнение рек через стоки с полей, содержащие остатки удобрений, пестицидов и гербицидов. Отходы животноводства, богатые органическими веществами и биогенными элементами, также являются серьезным источником загрязнения. Коммунальное хозяйство сбрасывает в реки очищенные и недостаточно очищенные сточные воды, содержащие органические вещества, биогенные элементы и другие загрязняющие вещества.

Река Свислочь, протекающая через город Минск, испытывает значительное антропогенное воздействие. Основными источниками загрязнения реки являются Минская очистная станция (МОС), промышленные предприятия, поверхностный сток. МОС сбрасывает в Свислочь большие объемы очищенных сточных вод, которые, несмотря на очистку, содержат повышенные концентрации биогенных веществ (соединений азота и фосфора), способствующих эвтрофикации воды. Сточные воды промышленных предприятий Минска содержат различные загрязняющие вещества, включая тяжелые металлы и нефтепродукты, которые оказывают токсическое воздействие на водные организмы и накапливаются в донных отложениях. Дождевые и талые воды смывают с городских территорий нефтепродукты, тяжелые металлы и другие загрязнители, которые попадают в реку. Поверхностный сток является одним из основных путей поступления загрязняющих веществ в реки, особенно в городах, где большая часть поверхности покрыта асфальтом и бетоном, что препятствует инфильтрации воды в почву.

Анализ данных НСМОС за 2018 и 2022 годы выявил ряд тенденций в изменении гидрохимического режима реки Свислочь (рисунок 1). Концентрации аммоний-иона, нитрит-иона, фосфат-иона, меди, цинка и нефтепродуктов увеличиваются по мере протекания к Минску и ниже выпуска сточных вод МОС, что свидетельствует о негативном влиянии антропогенных факторов. В пункте наблюдения в населенном пункте Королищевичи, расположенном ниже Минска и выпуска сточных вод МОС, регулярно фиксируется превышение ПДК по ряду показателей (фосфаты, азот аммонийный), что свидетельствует о сильном загрязнении воды. За период 2018-2022 годов не наблюдается существенной тенденции к улучшению качества воды реки Свислочь, что указывает на необходимость принятия срочных мер по снижению антропогенного воздействия. Снижение содержания растворенного кислорода в воде может указывать на ухудшение экологического состояния реки и развитие процессов эвтрофикации [1].

Влияние отдельных загрязняющих веществ на гидрохимический режим реки Свислочь разнообразно и зависит от их химических свойств и концентрации. Взвешенные вещества снижают прозрачность воды, затрудняя проникновение света и фотосинтез водных растений, а также могут быть носителями других загрязняющих веществ. ХПК_{Cr} и БПК₅ указывают на органическое загрязнение воды. Высокие значения этих показателей приводят к снижению содержания кислорода в воде и ухудшению условий для живых организмов. Аммоний-ион и нитрит-ион в высоких концентрациях могут привести к снижению pH воды, увеличению растворимости токсичных металлов и эвтрофикации. Нитриты также могут образовывать канцерогенные соединения. Фосфат-ион является питательным веществом для роста водорослей и других водных растений, что приводит к эвтрофикации и снижению качества воды. Железо, медь и цинк в высоких концентрациях могут оказывать токсическое воздействие на водные организмы, нарушая биологическое равновесие экосистемы. Нефтепродукты создают пленки на поверхности воды, затрудняя доступ кислорода и света, и наносят ущерб водным растениям и животным [2].

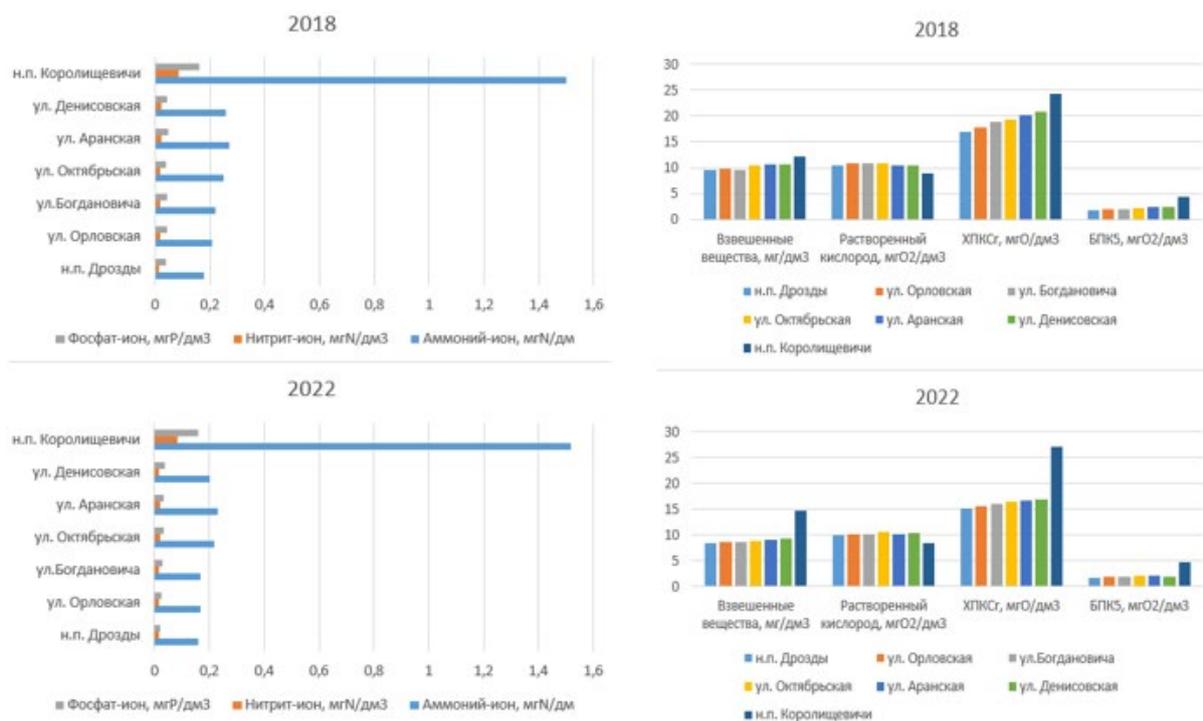


Рисунок 1 – Показатели загрязняющих веществ в р. Свислочь по результатам наблюдений НСМОС

Для улучшения качества воды реки Свислочь и восстановления ее экологического состояния необходима реализация комплекса мер, направленных на глубокую очистку сточных вод, ужесточение контроля за соблюдением экологических норм и стандартов, восстановление экосистемы реки и проведение регулярного мониторинга.

Очистка сточных вод является одним из ключевых направлений в улучшении качества воды. Модернизация МОС с внедрением современных технологий очистки сточных вод, включая удаление биогенных элементов и тяжелых металлов, позволит снизить нагрузку на реку. Ужесточение контроля за сбросом промышленных сточных вод и внедрение замкнутых циклов водоснабжения на предприятиях также снизит поступление загрязняющих веществ в реку. Особенно важным представляется строительство ливневой канализации и очистных сооружений для поверхностного стока, что позволит улавливать загрязнители с городских территорий и предотвращать их попадание в реку.

Гидрохимический режим реки Свислочь является результатом сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов. Антропогенное воздействие, в особенности сточные воды города Минска, оказывает существенное негативное влияние на качество воды и экологическое состояние реки. Для улучшения ситуации необходима реализация комплекса мер, направленных на очистку сточных вод, ужесточение контроля за соблюдением экологических норм и стандартов, восстановление экосистемы реки. Только комплексный подход к решению проблемы загрязнения воды позволит обеспечить экологическую безопасность и устойчивое развитие региона, сохраняя ценные водные ресурсы Беларуси для будущих поколений.

Список литературы

1 Мониторинг поверхностных вод [Электронный ресурс] // Национальная система мониторинга окружающей среды. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/environmental-monitoring/monitoring-poverkhnostnykh-vod> – Дата доступа: 20.04.2024.

2 Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод: сборник статей, посвященный 100-летию со дня образования Гидрохимического института. Часть 1. – Ростов-на-Дону, 2020. – 323 с.

3 Волчек, А.А. Трансформация качества поверхностных вод рек Беларуси / А. А. Волчек, Ан. А. Волчек // Вестник Брест. гос. тех. ун-та. – 2007. – № 2 – С. 5–16.

4 Двинских, С. А. Факторы формирования и элементы химического состава поверхностных вод / С.А. Двинских. – Пермь: ИЦ «Perm University Press», 2020. – 77 с.

A. A. KOLOSHKINA

**INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS
ON THE HYDROCHEMICAL REGIME OF THE RIVERS OF BELARUS
ON THE EXAMPLE OF THE RIVER SVISLOCH**

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
koloshkinaanya@gmail.com*

This article is devoted to the study of the influence of natural and anthropogenic factors on the hydrochemical regime of rivers in Belarus. The article considers the main sources of pollution of water resources, analyses the features of the hydrochemical regime of rivers taking into account natural conditions and anthropogenic impact, and suggests ways of solving the identified problems.

Key words: hydrochemical regime, surface water, anthropogenic impact, pollution, Svisloch River, Belarus, sewage treatment plants, wastewater, mineralisation.

И. Д. КОМАРОВ, Д. И. КАМИНЧЕНКО

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА НА ДЕМОГРАФИЮ: РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация,
igor.komarof@gmail.com, dmitkat@iee.unn.ru*

В статье изучается влияние фактора цифровизации на демографическую ситуацию на примере 8 субъектов РФ. При помощи корреляционного анализа выявлена устойчивая статистически значимая связь между целым рядом показателей цифровизации и демографии. Сделан вывод о значимой роли современных информационно-коммуникационных технологий в реализации демографической политики.

Ключевые слова: цифровизация, демография, второй демографический переход, статистика, корреляция.

Введение. Изучение проблем и особенностей демографии вызвано наблюдаемыми изменениями показателей рождаемости, смертности, численностью населения (снижение, рост). Исследователями были введены категории первого, второго демографического перехода (ВДП) [1–2], связывающие изменение показателей с процессами модернизации и изменениями социальных особенностей обществ. Преимущественно концепция ВДП может с той или иной точностью объяснять демографию стран по культурным и/или социально-экономическим типам близкие западным странам. Одной из характеристик ВДП считается возникновение потребностей «высшего порядка»: индивидуальная автономия, экспрессивная деятельность и ценности социализации, самореализация, демократия на низовом уровне, признание; толерантность как главная ценность; отказ от участия в гражданских и общественных сетях [1].

Данной характеристике уделено внимание в текущем исследовании. Немаловажное влияние на её формирование и проявление оказывает стремительное развитие современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и сети интернет. Обозначенные технологии открывают дополнительные и существенные возможности для социализации, образования, самореализации и самоактуализации личности и складыванию ее индивидуальной автономии. В этой связи актуальным является поиск связи между степенью распространённости в обществе современных ИКТ и интернет-платформ и демографической обстановки в нем. В данной работе будет предпринята попытка выявить наличие/отсутствие количественной связи между указанными факторами на примере ряда субъектов, входящих в Приволжский федеральный округ (ПФО), а именно: Кировская, Нижегородская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Ульяновская области и Пермский край.

Методология исследования. В качестве основного прикладного метода исследования выбран корреляционный анализ, он релевантен поставленным в работе цели и задачам. Чтобы избежать воздействия разброса количественных данных на общие результаты вычислений корреляции в работе использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Учитывая, что в исследовании осуществляется поиск количественной связи между двумя переменными – цифровизации и демографической ситуации в обществе – авторы подобрали ряд показателей, в совокупности определяющих обе переменные.

Совокупную переменную цифровизации общества составили следующие показатели:

1. Число пользователей сети Интернет на 100 человек населения;
2. Доля домашних хозяйств, имеющих доступ к сети интернет, в общем числе домашних хозяйств (в процентах);

3. Доля домашних хозяйств, имеющих широкополосный доступ к информационно-коммуникационной сети интернет, в общем числе домашних хозяйств (в процентах);
 4. Доля домашних хозяйств, имеющих компьютер, в общем числе домашних хозяйств (в процентах);
 5. Доля граждан, использующих механизм получения государственных и муниципальных услуг в электронной форме (в процентах);
 6. Доля населения, являющегося активными пользователями сети интернет, в общей численности населения (в процентах);
 7. Доля населения, не использующего информационно-коммуникационную сеть интернет по соображениям безопасности, в общей численности населения (в процентах).
- Разумеется, обозначенные показатели не исчерпывают содержание переменной цифровизации общества, но они являются её важнейшими компонентами и вполне подходят для проведения текущего исследования.

Совокупную переменную демографической ситуации в обществе составили два ключевых показателя, которые комплексно отражают представленный фактор:

1. Суммарный коэффициент рождаемости (число рождений, приходящиеся в среднем на одну женщину за всю жизнь);
2. Число родившихся на 1000 населения (промилле (0,1 процента)).

Информационный массив составили количественные данные по обозначенным выше показателям в восьми указанных субъектах ПФО. Использована общая годовая статистика, представленная на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат)¹, за период с 2014 по 2022 г.г. включительно.

Результаты исследования. Итоги вычисления коэффициента ранговой корреляции Спирмена представлены в таблице 1.

Обсуждение результатов. Результаты проведенного корреляционного анализа, в котором используются две базовые переменные – демографическая ситуация и цифровизация общества – позволяют сделать ряд выводов. Во-первых, наблюдается устойчивая, статистически значимая связь между двумя важнейшими демографическими показателями и пятью (из семи используемых) показателями цифровизации. Это свидетельствует о том, что между двумя выбранными переменными присутствует статистическая связь, что дополнительно обосновывает необходимость выбора именно переменной цифровизации общества как оказывающей влияние на демографическую ситуацию.

Во-вторых, в случаях со всеми выбранными для анализа субъектами РФ отмечаем сильную, отрицательную корреляцию (размах вариации составляет величины от «-0,725» до «-1») между такими показателями цифровизации российского общества, как (1) число пользователей сети интернет на 100 человек населения, (2) доля граждан, использующих механизм получения государственных и муниципальных услуг в электронной форме и (3) доля населения, являющегося активными пользователями сети интернет, с одной стороны, и демографическими показателями – с другой – что подчеркивает идею о связи между данными переменными, а также – подтверждает то, что индустриализация и урбанизация общества на примере явления цифровизации общества способны кардинальным образом влиять на демографическую ситуацию. Данный вывод во многом созвучен концепции второго демографического перехода.

В-третьих, отсутствие устойчивой статистически значимой связи между двумя показателями цифровизации общества (1) доля домашних хозяйств, имеющих компьютер и (2) доля населения, не использующего информационно-коммуникационную сеть интернет по соображениям безопасности) и демографическими показателями может быть объяснено несколькими причинами.

¹ Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 30.04.2024)

Таблица 1 – Результаты вычисления коэффициента корреляции Спирмена между показателями цифровизации общества и демографии в восьми субъектах ПФО РФ по официальным данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат) за период 2014–2022 гг.

Переменная цифровизации		Число пользователей сети Интернет на 100 человек населения	Доля домашних хозяйств, имеющих доступ к сети Интернет, в общем числе домашних хозяйств (в процентах)	Доля домашних хозяйств, имеющих широкополосный доступ к информационно-коммуникационной сети Интернет, в общем числе домашних хозяйств (в процентах)	Доля домашних хозяйств, имеющих компьютер, в общем числе домашних хозяйств (в процентах)	Доля граждан, использующих механизм получения государственных и муниципальных услуг в электронной форме (в процентах)	Доля населения, являющегося активными пользователями сети Интернет, в общей численности населения (в процентах)	Доля населения, не использующего информационно-коммуникационную сеть Интернет по соображениям безопасности, в общей численности населения (в процентах)
Демографическая переменная								
Суммарный коэффициент рождаемости (число рождений, приходящиеся в среднем на одну женщину за всю жизнь)	Кировская область	-0,725**	-0,425**	-0,425**	0,875**	-0,725**	-0,725**	0,525**
	Нижегородская область	-0,97**	-0,97**	-0,97**	-0,42**	-0,87**	-0,97**	0,78**
	Оренбургская область	-0,954**	-0,97**	-0,97**	-0,9**	-0,983**	-0,97**	0,271
	Пензенская область	-0,917**	-0,971**	-0,93**	0,283*	-0,97**	-0,95**	0,929**
	Пермский край	-0,87**	-0,72**	-0,5**	0,383**	-0,92**	-0,87**	0,51**
	Самарская область	-0,908**	-0,858**	-0,796**	-0,33**	-0,958**	-0,917**	0,033
	Саратовская область	-0,929**	-0,954**	-0,886**	-0,113	-0,813**	-0,946**	0,596**
	Ульяновская область	-0,917**	-0,77**	-0,77**	-0,1	-0,93**	-0,917**	0,7**
Число родившихся на 1 000 населения (промилле (0,1 процента))	Кировская область	-1**	-0,816**	-0,816**	0,9**	-1**	-1**	0,67**
	Нижегородская область	-0,98**	-0,97**	-0,97**	-0,44**	-0,87**	-0,97**	0,79**
	Оренбургская область	-0,954**	-0,97**	-0,97**	-0,9**	-0,983**	-0,97**	0,271
	Пензенская область	-0,958**	-0,971**	-0,93**	0,13	-1**	-0,97**	0,929
	Пермский край	-0,975**	-0,89**	-0,73**	0,29*	-0,975**	-0,975**	0,529**
	Самарская область	-0,904**	-0,854**	-0,783**	-0,321**	-0,954**	-0,913**	-0,096
	Саратовская область	-0,946**	-0,971**	-0,921**	-0,146	-0,846**	-0,963**	0,7**
	Ульяновская область	-0,954**	-0,871**	-0,871**	-0,079	-0,988**	-0,954**	0,7**
Примечание: **p < 0,01 – уровень статистической значимости рассчитанных коэффициентов корреляции. *p < 0,05 – уровень статистической значимости рассчитанных коэффициентов корреляции.								

В случае с первым из указанных выше показателей цифровизации необходимо отметить, что наличие стационарного компьютера в домашнем хозяйстве уже не является неотъемлемым атрибутом цифровизации, так как в последние годы наиболее популярными для выхода в сеть являются именно мобильные устройства. В случае со вторым показателем необходимо указать, в целом, на не очень значительную долю населения, не использующего интернет по соображениям безопасности (размах вариации составляет величины от «0» до «3,2» (в процентах), что во многом объясняет отсутствие устойчивой статистически значимой корреляционной связи между базовыми переменными. Причем, там, где статистически значимая связь между показателем доли населения, не использующего интернет по соображениям безопасности, и демографическими показателями всё-таки присутствует, она принимает либо средние, либо высокие значения, но обязательно – со знаком «+» (т.е. – прямая связь). Иными словами, потенциально, чем выше доля тех, кто не использует сеть интернет по соображениям безопасности, тем выше и показатели демографии. Впрочем, подчеркнем, учитывая незначительную долю граждан, не использующих по указанной причине интернет-технологии, подобный вывод требует дополнительной проверки.

В-четвертых, практически во всех случаях выявлена сильная корреляция и между показателем домашних хозяйств, имеющих широкополосный доступ к информационно-коммуникационной сети интернет, и одним из используемых демографических показателей (суммарный коэффициент рождаемости) за исключением вычисления двух коэффициентов корреляции по статистическим данным Пермского края и Кировской области, где выявлены показатели средней по силе связи – «-0,425» и «-0,5» – соответственно. Причем, связь указанного показателя цифровизации общества с другим демографическим показателем (число родившихся на 1000 человек населения) в указанных регионах так же, как и в других субъектах – сильная и отрицательная, что гармонизирует с общей тенденцией. Выявленное же различие по двум коэффициентам корреляции может носить случайный характер, хотя его и нельзя не учитывать.

Выводы. В анализе и объяснении особенностей современной демографической ситуации важнейшую роль играет концепция второго демографического перехода. Одной из её неотъемлемых характеристик является возникновение так называемых потребностей «высшего порядка» (включающих в себя, среди прочего, индивидуальную автономию личности, экспрессивную деятельность, ценности социализации, самореализацию и т.п.). Стремительное распространение в обществе ИКТ и сети интернет, определяющие фактор его цифровизации, во многом способствует проявлению указанных выше характеристик ВДП. В текущей работе представлена попытка установить количественную связь между показателями цифровизации общества и демографической ситуации в нем (на примере рождаемости).

По итогам проведенного анализа выявлена устойчивая статистически значимая корреляционная связь между ключевыми показателями рождаемости и пятью из семи показателей цифровизации общества в восьми субъектах ПФО России, что отчасти подтверждает наличие влияния фактора цифровизации (через его воздействие на возможности удовлетворения потребностей «высшего порядка») на демографическую ситуацию. Таким образом, наличие связей цифровизации и рождаемости позволяет говорить об использовании/применении цифровых технологий для изменения негативного тренда рождаемости. Применительно к имеющимся трендам высокой смертности (зависимость, в том числе и от причин смертей), цифровые ИКТ являются сильным подспорьем для изменения тренда и в области совершенствования медицины, что в прямой связи должно снизить показатель смертности в рассматриваемых субъектах. Другими словами, современные цифровые технологии являются хорошим инструментальным фактором влияния при реализации соответствующей государственной политики.

Список литературы

1 Lesthaeghe R. The second demographic transition: A concise overview of its development: In Proceedings of the National Academy of Sciences. 2014. – DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1420441111>

2 Notestein F.W. Population – the Long View: In Food for the World / ed.: Th.W. Schultz – Chicago: University of Chicago Press, 1945. P.35–57.

I. D. KOMAROV, D. I. KAMICNHENKO

IMPACT OF SOCIETY DIGITALIZATION ON DEMOGRAPHY: RESULTS OF STATISTICAL ANALYSIS

*Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod – National Research University,
Nizhni Novgorod, Russian Federation,
igor.komarov@gmail.com, dmitkam@iee.unn.ru*

The influence of the digitalization factor on the demographic situation is considered in the paper. Using correlation analysis, a stable statistically significant relationship was identified between a number of indicators of digitalization and demographics. A conclusion is drawn about the significant role of modern information and communication technologies in the implementation of demographic policy.

Key words: digitalization, demography, second demographic transition, statistics, correlation.

В. А. КОРОЛЕВ, Л. А. БАБКИНА, Н. А. БОЕВ

ВЛИЯНИЕ ЦИНКА И КАДМИЯ НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ МАССУ СЕМЕННИКОВ КРЫС

*Курский государственный медицинский университет,
г. Курск, Российская Федерация,
L-Babkina@yandex.ru*

Действие Cd и Zn+Cd в дозах 1/50 LD₅₀ приводит к снижению относительной массы семенников крыс по сравнению с контролем в течение 14 дней интоксикации, в дальнейшем статистически значимых различий не наблюдается. Избыточное поступление цинка не оказывает влияния на морфометрические показатели семенников.

Ключевые слова: кадмий, цинк, относительная масса органа.

Интенсивная антропогенная деятельность способствует поступлению и накоплению в окружающей среде в значительных количествах тяжелых металлов. Тяжелые металлы аккумулируются в почве, воде, растениях и, мигрируя по пищевым цепям, могут оказывать необратимое неблагоприятное воздействие на организм человека [1, 2, 5]

Кадмий является одним из токсичных металлов. Источниками кадмиевого загрязнения служат промышленные и автотранспортные выбросы, захоронение и сжигание отходов, использование минеральных удобрений. Длительное поступление кадмия в небольших дозах может привести к системному накоплению с последующим проявлением токсичности [4]. Кадмий накапливается в растениях и животных с длительным периодом полураспада более 20 лет. В организме животных и человека кадмий связывается альбумином и металлотионеинами в плазме и транспортируется в различные органы, преимущественно в печень и почки [4, 7] Один из наиболее распространенных отрицательных эффектов кадмия – взаимодействие с тиоловыми группами белков, что приводит к нарушению активности ферментов и клеточного метаболизма. Ткани семенников являются чрезвычайно чувствительными к кадмию. Хроническое поступление кадмия в организм вызывает функциональные нарушения репродуктивной системы [6].

Цинк является необходимым микроэлементом для поддержания гомеостаза организма, однако высокие дозы потенциально токсичны. В исследованиях показано, что дополнительное поступление цинка в организм может снижать токсичность кадмия. Это может обусловлено тем, что переносчики ZIP8, ZIP14, некоторые кальциевые каналы и переносчик DMT1 могут конкурентно переносить как цинк, так и кадмий, а также индукцией цинком синтеза металлотионеина и участием его в редокс-гомеостазе [8].

Одним из показателей состояния внутренних органов и их поражения ксенобиотиками служит определение относительной массы органа и сравнение с контролем [3].

Цель работы заключалась в изучении динамики относительной массы семенников крыс при субхроническом поступлении низких доз кадмия и цинка. В качестве модельных животных использовали половозрелых самцов крыс линии Wistar в возрасте 8 недель и массой тела 220-230 г, которые случайным образом были разделены на группы по 5 особей в каждой. Контрольную группу составили здоровые интактные крысы, которые получали чистую питьевую воду в течение 28 дней. Экспериментальные животные были разделены на три группы и получали металлы в дозе 1/50 LD₅₀: группа «Cd» получала ацетат кадмия, группа «Zn» – сульфат цинка; группа «Zn+Cd» – смесь соединений. Животных выводили из эксперимента на 7, 14, 21, 28 дни путем эвтаназии эфирным наркозом и взвешивали. После некропии извлекали семенники, промывали физиологическим раствором, взвешивали и рассчитывали процентное отношение массы

органа к массе тела животного. Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программы «STATISTICA 13.0». Для сравнения групп применяли однофакторный дисперсионный анализ. Различия между группами считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Относительная масса семенников в течение 28 дней исследования снижается как в контрольной, так и в экспериментальных группах, что может быть обусловлено более выраженным увеличением массы тела за счет прироста мышечной и жировой тканей в процессе роста по сравнению с массой семенников (рисунок 1).

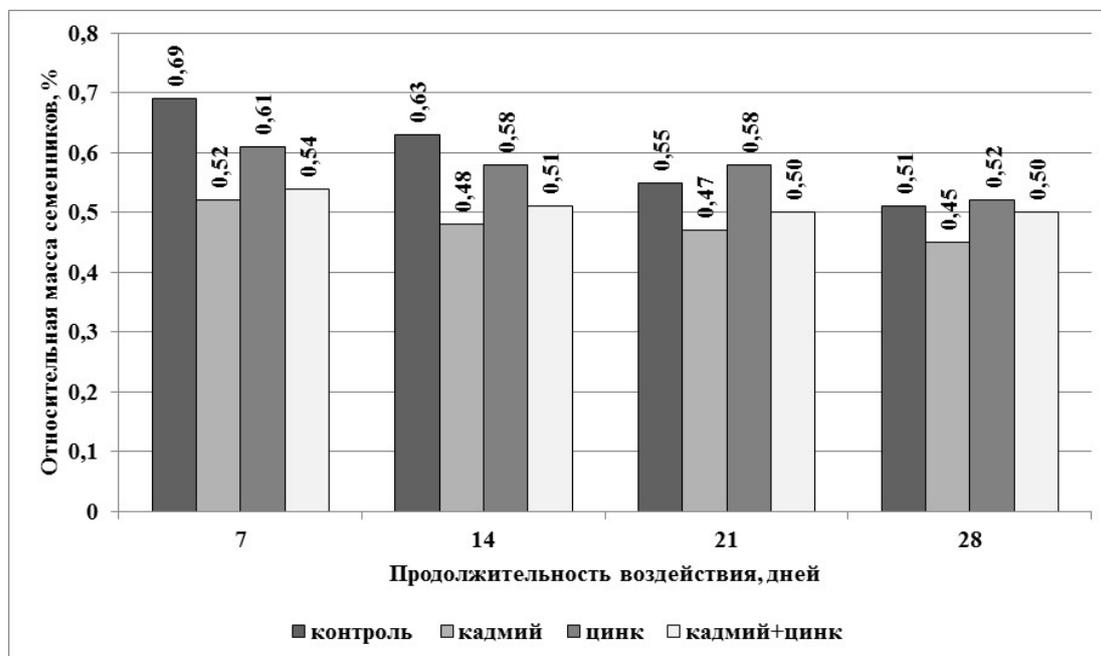


Рисунок 1 – Динамика относительной массы семенников крыс при действии тяжелых металлов

При поступлении кадмия в течение 7 дней наблюдается уменьшение в 1,33 раза относительной массы семенников по сравнению с контролем ($p = 0,0009$). На 14 день интоксикации кадмием также наблюдается статистически значимое снижение в 1,31 раза относительной массы семенников по сравнению с контролем ($p = 0,0019$). Дальнейшее поступление кадмия в организм крыс не приводит к выраженным различиям в относительной массе семенников по сравнению с контролем ($p > 0,05$).

При комбинированном поступлении цинка и кадмия в дозах $1/50 LD_{50}$ динамика относительной массы семенников аналогична кадмиевой интоксикации: изменения по сравнению с контролем на 7 и 14 дни составили в 1,28 и 1,24 раза ($p = 0,0013$ и $p = 0,0059$ соответственно). В последующие 14 дней интоксикации цинком и кадмием не наблюдаются статистически значимых различий показателей относительной массы семенников по сравнению с контролем ($p > 0,05$).

Значительное снижение относительной массы семенников в первые 14 дней интоксикации возможно связано с нарушением клеточного гомеостаза. В дальнейшем происходит активация механизмов детоксикации, усиленный синтез металлотионеинов и связывание избыточных количеств металлов.

Добавление цинка в рацион питания не приводит к статистически значимому изменению относительной массы семенников по сравнению с контрольной группой ($p > 0,05$).

Таким образом, низкие дозы кадмия и кадмия в комбинации с цинком приводят к негативному воздействию на семенники крыс, что проявляется снижением относительной массы органов в течение 14 дней интоксикации. Цинк в низких дозах не оказывает токсического влияния на относительную массу семенников крыс.

Список литературы

- 1 Бабкина, Л.А. Особенности аккумуляции тяжелых металлов листьями подорожника большого (*Plantago major* L.) в условиях урбанизированных территорий / Л.А. Бабкина, Д.С. Лукьянчиков, О.В. Лукьянчикова // Самарский научный вестник, 2018. – Т. 7. – №1 (22). – С. 19–24.
- 2 Бабкина, Л.А. Особенности накопления кадмия тысячелистником обыкновенным *Achillea millefolium* / Л.А. Бабкина, Е.В. Королев // Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. – Гродно: ГрГУ, 2021. – С. 4–6.
- 3 Луговик, И.А. Токсикологические исследования. Референтные интервалы массовых коэффициентов внутренних органов на выборке, состоящей из 1000 аутбредных крыс / И.А. Луговик, М.Н. Макарова // Лабораторные животные для научных исследований, 2021. – №1. – С. 3–11.
- 4 Фаздыева, А.С. Влияние кадмия на здоровье населения и способы профилактики его токсических эффектов / А.С. Фаздыева, Р.А. Даукаев, Д.О. Каримов // Медицина труда и экология человека, 2022. – №1. – С. 220–235.
- 5 Genchi, G. The effects of cadmium toxicity / G. Genchi, M.S. Sinicropi, G. Lauria, A. Carocci, A. Catalano // Int. j. environ res public health, 2020. – №17 (11). – Art. 3782.
- 6 Kumar, S. Cadmium toxicity: effects on human reproduction and fertility / S. Kumar, A. Sharma // Reviews on environmental health, 2019. – Т. 34. – №4. – С. 327–338.
- 7 Nordberg, M. Metallothionein and cadmium toxicology-historical review and commentary / M. Nordberg, G.F. Nordberg // Biomolecules, 2022. – №12(3). – Art.360.
- 8 Yu, H.T. Zinc as a countermeasure for cadmium toxicity / H.T. Yu, J. Zhen, J.Y. Leng, L. Cai, H.L. Ji, B.B. Keller // Acta pharmacol. sin., 2021. – №42(3). – С. 340–346.

V. A. KOROLEV, L. A. BABKINA, N. A. BOEV

EFFECT OF ZINC AND CADMIUM ON THE RELATIVE WEIGHT OF RAT TESTES

*Kursk State Medical University,
Kursk, Russian Federation,
L-Babkina@yandex.ru*

The effect of Cd and Zn+Cd in doses of 1/50 LD50 leads to a decrease in the relative weight of rat testes compared to the control during 14 days of intoxication. Further, statistically significant differences are not observed. Excessive zinc intake has no effect on morphometric parameters of testes.

Key words: cadmium, zinc, relative mass of the organ.

Д. О. КОРОТЕЕВА

**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОСОБРАЗНЫХ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ
(HYMENOPTERA: VESPOFORMIA) – ПОСЕТИТЕЛЕЙ СОЦВЕТИЙ
ЗОЛОТАРНИКОВ (*SOLIDAGO* L.) В УСЛОВИЯХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
daryakoroteeva1996@gmail.com

Золотарники (Solidago spp.) североамериканского происхождения – одни из наиболее опасных инвазивных растений, распространенных по всей Беларуси. На соцветиях золотарников было отмечено 25 видов особобразных – посетителей соцветий инвазивных золотарников, 6 видов было отмечено на золотарниках впервые.

Ключевые слова: антофилы, биоразнообразие, инвазии, перепончатокрылые насекомые, особобразные, опыление.

Вселение чужеродных видов растений в естественные биоценозы приводит к изменениям структуры комплексов антофильных насекомых различными способами: инвазивные виды вызывают упрощение видового состава фитоценозов, а также трансформируют существующие экологические связи между опылителями и растениями аборигенной флоры.

Произрастающие в Беларуси высокоинвазивные золотарники *Solidago canadensis* L. s.l. рассматриваются в качестве самостоятельного таксона, отличного от «родительского» *Solidago canadensis* L. s.str. [1, 9]. Эти растения негативно влияют на биоразнообразие не только аборигенных видов растений, но и обитающих в травостое насекомых и паукообразных [11, 14, 15, 16]. Морфология цветков золотарников и их привлекательность для перепончатокрылых в качестве источника нектара и пыльцы дают основание полагать, что большое количество антофильных на имагинальной стадии особобразных, а также особобразных, активно охотящихся в зарослях золотарников, будет посещать соцветия и, следовательно, переносить на теле пыльцу этих растений. В большинстве своем особобразные играют второстепенную роль в опылении цветковых растений: осы зачастую только питаются на посещаемых ими растениях [7]. Однако частые посещения цветков и соцветий одних и тех же растений в местах их сплошного произрастания все равно дают основание полагать, что особобразные будут участвовать в семенном воспроизводстве посещаемых ими растений.

Сбор материала осуществляли в летне-осенний период 2023 г. на территории деревни Калинино (Гомельская область, Гомельский район). Насекомые были собраны вручную и зафиксированы в пластиковых пробирках для дальнейшего замораживания. В результате работы была сформирована энтомологическая коллекция особобразных – посетителей соцветий золотарников в условиях рассматриваемого стационара. Таксономическую принадлежность собранных посетителей соцветий устанавливали по специализированным ключам [2, 12, 13, 17]. Для оценки относительного обилия отдельных видов особобразных перепончатокрылых, отмеченных на соцветиях золотарников, была использована предложенная Ю.В. Песенко [8] ограниченная сверху пятибалльная логарифмическая шкала. При соответствующем объеме сборов пороговые значения для разграничения видов по уровню относительного обилия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Логарифмическая шкала для разграничения групп видов, отмеченных в ходе работы особобразных по уровню относительного обилия

Классы по уровню обилия	Граница интервала класса	
	нижняя	верхняя
1 (единичный вид)	1	2
2 (малочисленный вид)	3	5
3 (обычный вид)	6	13
4 (многочисленный вид)	14	30
5 (доминирующий вид)	31	69

На соцветиях золотарника нами было зарегистрировано 69 имаго особобразных, принадлежащих 25 видам (таблица 2).

Таблица 2 – Структура сборов особобразных – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) и отнесение видов к соответствующим пятибалльной логарифмической шкале классам обилия

Вид	Кол-во особей	Соответствующий класс обилия
1	2	3
Надсемейство APOIDEA Секция Spheciformes Семейство Sphecidae		
<i>Ammophila sabulosa</i> (Linnaeus, 1758)	2	1
<i>Prionyx viduatus</i> (Christ, 1791)	2	1
<i>Sphex funerarius</i> Gussakovskij, 1934	2	1
Семейство Crabronidae		
<i>Cerceris albofasciata</i> (Rossi, 1790)	1	1
<i>Cerceris arenaria</i> (Linnaeus, 1758)	6	3
<i>Cerceris interrupta</i> Klug, 1835	1	1
<i>Cerceris quinquefasciata</i> (Rossi, 1792)	1	1
<i>Ectemnius continuus</i> (Fabricius, 1804)	1	1
<i>Ectemnius lituratus</i> (Panzer, 1803)	2	1
<i>Lestica clypeata</i> (Schreber, 1759)	3	2
<i>Lestica alata</i> (Panzer, 1797)	1	1
<i>Lestica pluschtshevskyi</i> (F.Morawitz, 1891)	1	1
<i>Lindenius albilabris</i> (Fabricius, 1793)	2	1
<i>Philanthus triangulum</i> (Fabricius, 1775)	1	1
Надсемейство CHRYSIDOIDEA Семейство Chrysididae		
<i>Hedychrum nobile</i> (Scopoli, 1763)	2	1
<i>Hedychrum rutilans</i> Dahlbom, 1854	1	1
Надсемейство SCOLIOIDEA Семейство Scoliidae		
<i>Scolia hirta</i> (Schrank, 1781)	4	2
<i>Scolia quadripunctata</i> Fabricius, 1775	5	2

Окончание таблицы 2

1	2	3
Надсемейство VESPOIDEA		
Семейство Vespidae		
<i>Ancistrocerus antilope</i> (Panzer, 1789)	1	1
<i>Dolichovespula sylvestris</i> (Scopoli, 1763)	1	1
<i>Polistes dominula</i> (Christ, 1791)	24	4
<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	3	2
<i>Symmorphus bifasciatus</i> (Linnaeus, 1761)	1	1
<i>Vespa crabro</i> Linnaeus, 1758	1	1
<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	1	1

Большинство отмеченных в работе видов своеобразных и ранее уже регистрировались на соцветиях золотарников в Беларуси [4, 5, 6, 10]. Важно отметить, что ряд видов был отмечен на золотарниках впервые, например, *Lestica pluschtshevskyi* (F. Morawitz, 1891), *Prionyx viduatus* (Christ, 1791), *Cerceris albofasciata* (Rossi, 1790), *Ectemnius continuus* (Fabricius, 1804), *Hedychrum rutilans* Dahlbom, 1854, *Ancistrocerus antilope* (Panzer, 1789).

Многочисленными в условиях рассматриваемого стационара являются бумажные осы *Polistes dominula*. Это широко распространенные на территории Беларуси хищные общественные насекомые. Причиной обилия *Polistes dominula* на соцветиях золотарников может быть возможное близкое расположение их гнезд. Ранее уже было установлено активное посещение бумажными осаами этого вида соцветий золотарников в условиях различных биотопов Беларуси [4, 5, 6].

Соответствующими отнесению к группе обычных видов по выстроенной нами шкале являются песочные осы *Cerceris arenaria*. Обилие ос-крабронид обусловлено особенностями местопроизрастаний золотарников: эти растения зачастую растут на песчаных грунтах, являющихся излюбленной средой для постройки гнезд церцерисов [3].

Имаго остальных отмеченных видов встречались в единичных экземплярах и отнесены к 1–2 классам обилия.

Таким образом, на соцветиях инвазивных золотарников в условиях Гомельской области было отмечено 69 экземпляров ос, принадлежащих 25 видам, 5 семействам и 4 надсемействам; представители 6 видов были впервые отмечены в качестве посетителей золотарников. Многочисленными в рассматриваемом комплексе оказались бумажные осы *Polistes dominula*, обычными – песочные осы *Cerceris arenaria*.

Список литературы

1 Гусев, А. П. Воздействие вторжения золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) на растительное биоразнообразие в условиях ландшафтов Беларуси / А. П. Гусев, Н. С. Шпилевская // Биосфера. – 2017. – Т. 9, №4. – С. 300–305.

2 Медведев, Г. С. Определитель насекомых европейской части СССР. Том 3. Перепончатокрылые. Четвёртая часть / Г. С. Медведев. – Ленинград : Наука, 1986. – Т. 3. – С. 167–198.

3 Казенас, В. Л. Роющие осы-церцерисы Средней Азии и Казахстана / В. Л. Казенас. – Алма-Ата : Наука, 1984. – 232 с.

4 Коротеева, Д. О. Жалоносные перепончатокрылые – посетители золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в условиях г. Минска / Д. О. Коротеева // Технологические

тренды и перспективные точки роста научно-технологического комплекса Союзного Государства России и Беларуси : сборник статей I Междунар. науч.-практ. конф. "Минские научные чтения", Минск, 13–14 декабря 2018 г. – Минск : БГТУ, 2019. – С. 218–220.

5 Коротеева, Д. О. Жалоносные перепончатокрылые (Hymenoptera: Aculeata) – посетители соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях урбоценоза г. Могилева / Д. О. Коротеева // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : материалы II Международной научно-практической конференции, Минск, Беларусь, 11-14 октября 2022 г. / ред. колл. : А. В. Кулак [и др.]. – Минск : А. Н. Вараксин, 2022. – С. 196–200.

6 Коротеева, Д. О. Структура сообществ жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий инвазивных золотарников (*Solidago*) в условиях урбанизированной среды г. Минска / Д. О. Коротеева // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2022. – Т. 12. – № 2. – С. 101–109.

7 Курзенко, Н. В. К вопросу об основных направлениях эволюции и филогении семейства Eumenidae (Hymenoptera, Vespoidea) / Н. В. Курзенко // Параллелизм и направленность эволюции насекомых. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 88–114.

8 Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 288 с.

9 Тихомиров, В. Н. Внутри- и межпопуляционная изменчивость *Solidago canadensis* L. s.l. в Беларуси / В. Н. Тихомиров, И. А. Ровенская // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – 2019. – № 3. – С. 67–78.

10 Шейко, А. А., Коротеева, Д. О., Буга, С. В. Гильдии жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) - посетителей соцветий золотарников (*Solidago* L.) в условиях открытых биотопов Национального парка «Нарочанский» / А. А. Шейко, Д. О. Коротеева, С. В. Буга // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2022. – № 3. – С. 12–25.

11 Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s.l. restrain the native European flora? / D. Abhilasha [et al.] // Journal of Ecology. – 2008. – Vol. 96. – P. 993–1001.

12 Douwes, P. Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Steklar: Myror–getingar. Hymenoptera: Formicidae–Vespidae / Douwes, P. [et al.]. – Uppsala: ArtDatabanken SLU, 2012. – 382 p.

13 Dvořák, L. Key to the paper and social wasps of Central Europe (Hymenoptera: Vespidae) / L. Dvořák, S. P. M. Roberts // Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae. – 2006. – Vol. 46. – P. 221–244.

14 Impact of plant invasions on local arthropod communities: a meta-analysis / van Hengstum [et al.] // Journal of Ecology. – 2014. – Vol. 102. – P. 4–11.

15 Kajzer-Bonk J. Invasive goldenrods affect abundance and diversity of grassland ant communities (Hymenoptera: Formicidae) / J. Kajzer-Bonk, D. Szpiłtyk, M. Woyciechowski // Journal of Insect Conservation. – 2016. – № 20 (1). – P. 99–105.

16 Moron, D. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes / D. Moron et al. // Biological Conservation. – 2009. – Vol. 142. – P. 1322–1332.

17 van Achterberg, C. Review of the European *Eumenes* Latreille (Hymenoptera, Vespidae) using morphology and DNA barcodes, with an illustrated key to species / C. van Achterberg, J.T. Smit, T. Ljubomirov // ZooKeys. – 2023. – №1143. – P. 93–163.

D. O. KOROTEEVA

**TAXONOMIC COMPOSITION OF WASPS (HYMENOPTERA: VESPOMORPHA)
VISITING INFLORESCENCES OF GOLDENRODS (*SOLIDAGO* L.)
IN GOMEL REGION**

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
daryakoroteeva1996@gmail.com*

*Invasive goldenrods (*Solidago* spp.) of North American origin are among the most dangerous invasive plants that are abundant in all regions of Belarus, including the Minsk region. Twenty-five species of wasps were registered on the inflorescences of *Solidago*, six species were registered on *Solidago* for the first time.*

Key words: anthophylous insects, biodiversity, biological invasions, Hymenoptera, Vespomorpha, pollinators.

Е. А. КРУГЛОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТРОИТЕЛЬСТВА МУРАВЕЙНИКА
ОБЫКНОВЕННОГО РЫЖЕГО ЛЕСНОГО МУРАВЬЯ (*FORMICA RUFa*)
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ФОТОСКАНИРОВАНИЯ**

ГУО «Гимназия № 32 г. Минска»,
г. Минск, Республика Беларусь,
zhizn.nasekomih01@gmail.com

*Метод фотосканирования помогает быстро получать данные и снизить трудозатраты. Мы отследили процесс строительства гнезда муравьями *Formica rufa*, применяя данный метод. Были определены пики строительной активности и примерные сроки выходов поколений рабочих из куколок, составлена карта-схема кормового участка семьи, дана приблизительная оценка состояния семьи на 2023 г.*

*Ключевые слова: *Formica rufa*, пики строительной активности, фотосканирование, 3d-модели.*

Муравьи играют важную роль в естественных биоценозах. Они являются активными почвообразователями, способствуют ускорению процесса разложения мертвой древесины, являются важными звеньями пищевых цепей. Муравьи, питающиеся семенами растений, способствуют их расселению, особенно в степных и пустынных районах. Виды, строящие крупные муравейники, выступают эдификаторами – «инженерными» насекомыми, определяющими микроклимат в биоценозах. Есть среди муравьев и виды, имеющие отрицательное значение: листорезы, фараоновы и огненные муравьи и др. [2, 3, 5, 9].

Гнездо является центром жизни муравьиной семьи, предметом постоянных забот, оно выполняет функцию объединения семьи. У *Formica s. str.* форма наземного купола является важной характеристикой при оценке состояния муравейника [4]. Гнезда-капсулы рыжих лесных муравьев состоят из подземной части, где семья зимует, наземного купола и гнездового вала, который формируется из частичек почвы, выносимых семьей при рытье ходов. Наземный купол состоит из покровного слоя и внутреннего конуса. Покровный слой защищает внутренний конус от повреждений и намокания, помогает поддерживать необходимую для развития расплода температуру. Внутренний конус состоит из крупных веточек, может включать в себя старый пенёк. В этой части гнезда муравьи выращивают расплод и стараются поддерживать оптимальную для него температуру – 28 °C [4].

Часто при проведении таких мирмекологических исследований, как отслеживание процесса строительства гнезда, описание восстановления муравейника после повреждений, а также при раскопке гнезда возникает необходимость в моделировании поверхности муравейника. В качестве метода 3d-моделирования можно использовать фотосканирование. Данный метод позволяет быстро получать данные и значительно снизить трудозатраты [1].

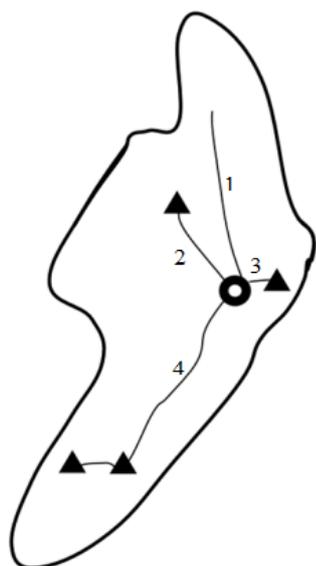
Объектом данного исследования стала семья обыкновенного рыжего лесного муравья (*Formica rufa*). В Беларуси все местные виды группы *F. rufa* включены в Приложение к Красной Книге Республики Беларусь как требующие дополнительного изучения и внимания в целях профилактической охраны [6]. Во многих странах Европы, а также в России эти муравьи входят в список охраняемых [4]. Это определяет актуальность данной работы. В связи с этим целью исследования стало проследить и описать процесс строительства гнезда обыкновенного рыжего лесного муравья (*F. rufa*) в антропогенно измененном биотопе в динамике.

Исследование проводилось с апреля по сентябрь 2023 г. Материалом для его проведения послужила семья обыкновенного рыжего лесного муравья (*F. rufa*), обосновавшаяся в зеленой зоне в окрестностях ул. Алеся Гаруна, д. 5, г. Минска. Преобладающими древесными породами в районе исследования являются ольха черная (*Alnus glutinosa*) и осина (*Populus tremula*). Травянистый покров густой, преобладают злаки, в большом количестве присутствует крапива (*Urtica sp.*). Часто встречаются малина (*Rubus idaeus*), лещина (*Corilus sp.*) и бузина (*Sambucus sp.*). Район исследования является зоной интенсивной антропогенной нагрузки.

Идентификация муравьев проводилась с использованием определительных ключей из [7, 8]. *F. rufa*, как и другие рыжие лесные муравьи, – это облигатный доминант в многовидовых ассоциациях муравейников и входит в комплекс полиярусных видов, которые используют для фуражировки все ярусы ценоза [4]. *F. rufa* являются зоофагами и эффективно защищают лес от хвое- и листогрызущих вредителей [4]. Помимо этого, они имеют наиболее развитые формы трофобиоза с тлями. *F. rufa* выступают в роли эдификаторов, обогащая почву гумусом, улучшая условия произрастания растений, изменяя кислотность почвы, в их гнездах происходит накопление углерода, азота, фосфора и калия (Гринфельд, 1941; Крупенников, 1951; Gaspar, 1972; Малоземова, Корума, 1973; Захаров и др., 1981; Pętal, 1980, 1998; Зрянин, 1999, 2003 по [4]).

Картирование кормового участка семьи производилось методом треугольников, согласно которому, два объекта привязываются к реальным координатам. Далее от двух объектов, нанесенных на карту, измеряется расстояние до третьего, который после этого наносится на картосхему [7]. В качестве метода исследования строительства гнезда было выбрано фотосканирование. Для построения моделей была использована программа Agisoft Metashape. Модели были построены к.б.н., начальником группы биотехнических систем лаборатории робототехники НИЦ «Курчатовский институт» (РФ) Е.В. Бурговым. Поскольку муравейник является неудобным объектом для фотосканирования из-за сходства его разных сторон, для его съемки необходимы специальные маркеры [1]. Мы использовали маркеры, напечатанные на бумаге и наклеенные на куски ватмана, дополнительно обклеенные скотчем с нижней стороны. Также при необходимости при фотосъемке можно использовать реперные объекты, привязанные к реальным или локальным координатам [1]. Поскольку мы не имели необходимого оборудования, вместо реперных объектов мы применяли 3 маркера, закрепляемые булавками на спиле пня в одних и тех же местах, а позже к ним добавились 3 деревянных колышка, на которых также при помощи булавок закреплялись маркеры. При фотосъемке муравейник обходили по кругу, делая четкие фотографии с разных ракурсов, при этом следили, чтобы положение маркеров не менялось.

Исследуемый муравейник располагается внутри старого пня, полого внутри. Семья, живущая в нем, ранее обитала в основании дерева, расположенного в нескольких десятках метров от текущего гнезда. Согласно нашим наблюдениям в предыдущие годы, за несколько лет она меняла гнезда как минимум 3 раза, вернувшись при этом один раз в гнездо в основании дерева. Переселения, судя по всему, были спровоцированы сильным внешним воздействием со стороны людей, постоянно повреждавших гнездо в основании дерева. В ходе исследования нами была составлена карта-схема кормового участка исследуемой семьи, отражающая его состояние на конец лета – начало осени 2023 г. (рисунок 1). Установлено наличие четырех небольших гнезд, связанных с основным, точное назначение которых выяснить не удалось, хотя мы и полагаем, что они стали результатом неудачной попытки переселения небольших частей семьи.



Условные обозначения:

▲ – гнезда неизвестного назначения,

● – основное гнездо исследуемой семьи,

— – дороги муравьёв различного назначения,

— – границы кормового участка семьи,

1, 2, 3, 4 – нумерация дорог

Рисунок 1 – Карта-схема кормового участка исследуемой семьи

Муравьи *F. rufa* предпочитают селиться в хвойных или смешанных лесах. Нами установлено, что в условиях лиственных насаждений и отсутствия хвои в районе проведения исследования семья обыкновенного рыжего лесного муравья вынуждена была использовать в строительстве другие материалы, которые можно найти, в частности, сержки осины весной, солому – летом, а также небольшие веточки, кусочки лишайников и т.п. Максимальных размеров муравейник достиг в третьей декаде мая. В последующем в течение летних месяцев купол регулярно уменьшался в размерах и снова восстанавливался муравьями, но его размеры так и не достигли максимальных. Выявленные изменения купола исследуемого муравейника в течение периода активной жизнедеятельности определялись как строительной активностью муравьёв, так и регулярными повреждениями, большинство из которых связаны с погодными условиями (сильными дождями) и использованием в строительстве не совсем подходящего материала. Солома и сержки осины не могут обеспечить покровному слою купола должной прочности и защиты от влаги, что в конечном итоге вызвало проседание его верхней части в конце августа. Кроме того, часть повреждений могли быть связаны с антропогенной нагрузкой (периодическим выкашиванием травы, возможно, выгулом собак). Некоторые из повреждений имели иной характер, и их, вероятно, можно отнести к зоогенным: мы предположили, что они были вызваны деятельностью птиц.

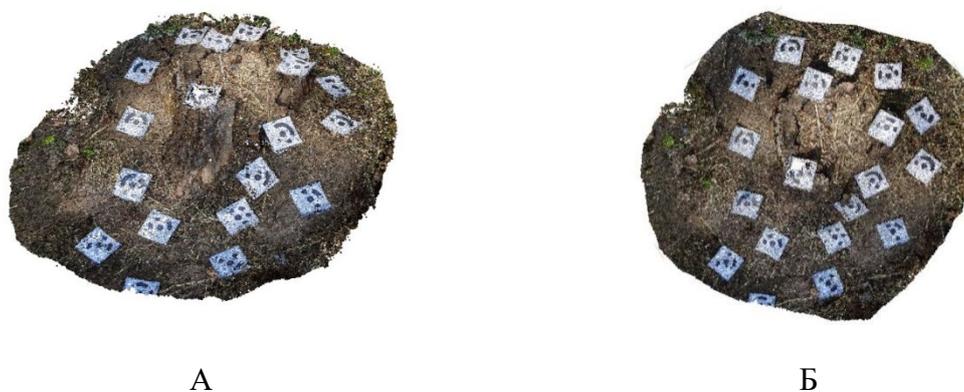
Нами выявлены 2 пика строительной активности – в конце мая и августе, что частично соответствует литературным данным [4]. Отмеченное нами более раннее наступление второго пика, видимо, связано с необходимостью ремонта гнезда после полученных повреждений, а также с увеличением количества строительного материала, накопившегося в результате покоса травы и ее естественного высыхания в связи с аномально жаркой погодой в августе.

На основе использования метода фотосканирования было создано несколько 3d-моделей наземной части муравейника, позволяющих примерно оценить ее размеры и форму (рисунок 2). В результате их анализа было установлено, что купол муравейника был несимметричен на протяжении всего периода активной жизнедеятельности. По достижении максимальных размеров он имел основание овальной формы и диаметрами 50 и 70 см (рисунок 2). Позднее диаметр купола соответствовал диаметру пня или незначительно превышал его, поскольку та часть, которая окружала пень, была почти полностью уничтожена в результате повреждений (рисунок 3).



А – вид сбоку; Б – вид сверху

Рисунок 2 – Модель на основе фото от 21.05.2023 г. (видны бумажные маркеры)



А – вид сбоку; Б – вид сверху

Рисунок 3 – Модель на основе фото от 16.07.2023 г. (видны бумажные маркеры)

По техническим причинам не удалось сопоставить модели для получения более четкого представления о динамике изменения формы купола, которая является одним из показателей состояния семьи. Однако некоторые наши наблюдения могут указывать на ее ослабление. В частности, выход новых поколений рабочих происходил позже указанных в литературе сроков. Выход последнего в году поколения нами зафиксирован не был. Это может являться результатом нестабильного температурного режима, что связано с небольшими размерами гнезда, а также неподходящим строительным материалом, который недостаточно хорошо обеспечивал поддержание необходимой температуры во внутреннем конусе. На эту проблему также указывает регистрация нами рабочих-теплоносцев на куполе гнезда в летние солнечные дни после дождей. Неудачная попытка переселения нескольких частей семьи также может указывать на ее ослабление. В то же время активный рост муравейника в течение сезона не позволяет утверждать это однозначно.

Таким образом, в результате исследования была составлена карта-схема кормового участка исследуемой семьи *F. rufa*, отражающая его состояние на конец лета – начало осени 2023 г. Были выявлены 2 пика строительной активности муравейника – в конце мая и августе. С помощью 3d-моделей произведена приблизительная оценка размеров и формы купола муравейника. Часть полученных нами данных указывает на ослабление семьи, однако рост муравейника в течении сезона не дает сделать однозначных выводов. В дальнейшем мы планируем продолжить начатые исследования, для того чтобы проследить развитие семьи *F. rufa* на данной антропогенно трансформированной территории.

Мы выражаем благодарность Е.В. Бургову, начальнику группы биотехнических систем лаборатории робототехники НИЦ «Курчатовский институт», к.б.н., за ценные советы, консультацию при выполнении исследования и написании работы, а также создание 3d-моделей муравейника.

Список литературы

- 1 Бургов, Е.В. 3d-моделирование муравейников / Е.В. Бургов, Д.С. Локтеев // Муравьи и защита леса. Материалы XVI Всероссийского мирмекологического симпозиума, Москва, август 2022 г. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2022. – С. 76–81.
- 2 Длусский, Г.М. Знакомьтесь: муравьи! / Г.М. Длусский, А.П. Букин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 223 с.
- 3 Захаров, А.А. Организация сообществ у муравьев / А.А. Захаров. – М.: Наука, 1991 – 277 с.
- 4 Захаров, А.А. Муравьи лесных сообществ, их жизнь и роль в лесу / А.А. Захаров. – М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2015. – 404 с.
- 5 Захаров, А.А. Муравей. Семья. Колония / А.А. Захаров. – М.: Фитон, 2021. – 192 с.
- 6 Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.) [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.
- 7 Мониторинг муравьев Формика / А.А. Захаров [и др.] – М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2019. – 99 с.
- 8 Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 3: Перепончатокрылые. Ч. 1 / АН СССР, Зоолог. ин-т; под общ. ред. Г.С. Медведева. – Л.: Наука, Ленингр. отделение, 1978. – 584 с.
- 9 Радченко, А.Г. Муравьи (Hymenoptera, Formicidae) Северного Причерноморья: автореферат автореф. дис. ...канд. биол. наук / А.Г. Радченко. – Киев, 1985. – 15 с.

E. A. KRUGLOV

RESEARCH OF THE CONSTRUCTION PROCESS OF THE ANTHILL OF THE COMMON RED WOOD ANT (*FORMICA RUF*A) USING PHOTO-SCANNING TECHNIQUE

*Gymnasium No. 32 of Minsk,
Minsk, Republic of Belarus,
zhizn.nasekomih01@gmail.com*

The photo-scanning method helps to obtain data quickly and reduce labor costs. We tracked the nest-building process of Formica rufa ants using this method. The peaks of construction activity and the approximate timing of the emergence of generations of worker ants from pupae have been determined, a map-scheme of the family's fodder area compiled, and an approximate assessment of the family's condition for 2023 has been made.

Key words: Formica rufa, peaks of construction activity, photo-scanning, 3d-models.

О. Ю. КРУГЛОВА

**ИНВАЗИВНАЯ АЗИАТСКАЯ КОРОВКА (*HARMONIA AXYRIDIS*)
И АБОРИГЕННЫЕ КОКЦИНЕЛЛИДЫ: СООТНОШЕНИЕ ВИДОВ
В УСЛОВИЯХ ДЕКОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА МОГИЛЁВА**

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

*В результате учета кокцинелл, населяющих декоративные насаждения *Tilia cordata* и *Cornus sanguinea* на модельном участке в г. Могилеве, в 2022–2023 гг. установлено доминирование инвазивного вида *Harmonia axyridis*. Его доля варьировала от 65,15 % в июле 2022 г. до 96,23 % в сентябре 2023 г.*

Ключевые слова: *Harmonia axyridis*, инвазивный вид, божьи коровки, соотношение видов.

Распространение чужеродных живых организмов стало одной из важнейших проблем в современном глобализованном мире в связи с серьезным экономическим ущербом и потенциальной угрозой биоразнообразию, которую виды-инвайдеры несут на вновь заселенных территориях [1]. Одним из таких видов, чрезвычайно быстро расселившимся практически по всем континентам, является азиатская коровка, или коровка-арлекин – *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Insecta: Coccinellidae). Нативный ареал коровки-арлекина охватывает Восточную Сибирь и Азию [2, 3]. Первоначальная интродукция *H. axyridis* в качестве эффективного агента биологической борьбы с насекомыми-вредителями сельскохозяйственных культур в отдельные страны Европы и Северной Америки были безуспешны. Однако в конце XX века этот вид спонтанно начал распространяться по всему миру [4, 5]. Являясь более активным и прожорливым хищником и сильным конкурентом внутри гильдии кокцинелл-афидофагов, азиатская коровка несет потенциальную угрозу местным видам божьих коровок [5]. Доминирование *H. axyridis* в сообществах кокцинелл и негативное влияние на численность коровок-афидофагов были установлены в ряде стран Европы [4–10]. Однако в связи с отсутствием данных о численности местных видов кокцинелл во многих регионах инвазии в период до появления там азиатской коровки, однозначно оценить негативную роль данного вида очень сложно. К сожалению, подобного рода исследования практически не проводились и на территории Беларуси [11]. Изучение соотношения видов в сообществах божьих коровок начаты нами в 2021 г. [12, 13], спустя 10 лет после первой регистрации *H. axyridis* в нашей стране [3].

Целью данной работы стало изучение соотношения видов кокцинелл в условиях зеленых насаждений г. Могилева. Учет божьих коровок проводился в окрестностях Дома Советов: 28.07.2022 г. и 17.07.2023 г. на липах (*Tilia cordata* Mill.), произрастающих вдоль проспекта Мира, 22.09.2023 г. в декоративных насаждениях дерена кроваво-красного (*Cornus sanguinea* L.), расположенных со стороны ул. Ленинской и Езерской. Учитывались личинки, куколки и имаго кокцинелл. Подсчитывали количество особей каждого вида для последующего анализа их процентного соотношения. Идентификация видовой принадлежности проводилась на месте, в случае затруднения насекомые отбирались для последующего определения в лабораторных условиях. Личинок *Adalia bipunctata* (Linnaeus, 1758) и *A. decempunctata* (Linnaeus, 1758) диагностировали до рода в связи с тем, что их сложно идентифицировать в полевых условиях. Куколки этих видов были собраны и сохранились в лабораторных условиях до выхода имаго. Однако часть куколок оказалась заражена паразитоидами, в связи с чем они были идентифицированы только до рода.

В результате проведенных исследований было установлено, что в состав сообщества кокциnellид на модельном участке в г. Могилеве входило в общей сложности 8 видов: по 6 видов было зарегистрировано и в 2022 г., и в 2023 г. (таблица 1).

Таблица 1 – Соотношение видов кокциnellид в зеленых насаждениях г. Могилева

Вид	Доля от общего объема выборки, % (число экземпляров)		
	28.07.2022	17.07.2023	22.09.2023
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas, 1773)	65,15 (402)	95,02 (191)	96,23 (153)
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	16,45 (102)	2,99 (6)	1,89 (3)
<i>Adalia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	3,24 (20)	0,50 (1)	0
<i>Adalia</i> sp.	13,77 (85)	0	0
<i>Oenopia conglobata</i> (Linnaeus, 1758)	0,81 (5)	0,50 (1)	0
<i>Coccinella septempunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0	1,00 (2)	1,26 (2)
<i>Coccinella quinquepunctata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0,63 (1)
<i>Calvia decemguttata</i> (Linnaeus, 1767)	0,81 (2)	0	0
<i>Calvia quatuordecimguttata</i> (Linnaeus, 1758)	0,16 (1)	0	0
Всего, экз.	617	201	159

Наибольшее видовое разнообразие (6 видов) наблюдалось на исследуемом модельном участке при учете, проведенном в июле 2022 г. Всего четыре вида было выявлено в сентябре 2023 г. *H. axyridis* и *A. bipunctata* присутствовали в каждой из трех выборок (таблица 1). *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) и *A. decempunctata* были зарегистрированы во время летних учетов и в 2022 г., и в 2023 г., а *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) – в обеих выборках в 2023 г. Остальные виды были обнаружены только в одном из трех произведенных учетов: *Calvia decemguttata* (Linnaeus, 1767) и *C. quatuordecimguttata* (Linnaeus, 1758) – в июле 2022 г., *C. quinquepunctata* (Linnaeus, 1758) – в сентябре 2023 г.

Как и во время учетов, проведенных нами в других регионах Беларуси, в сообществе кокциnellид на модельном участке в г. Могилеве было установлено доминирование *H. axyridis*, доля которой варьировала от 65,15 % – в июле 2022 г., до 96,23 % – в сентябре 2023 г. Вторым по численности видом была двуточечная коровка. Доля имаго *A. bipunctata* была максимальна в июле 2022 г. и составила 16,53 %. Кроме того, в этот период, в отличие от июльского учета в 2023 г., помимо имаго двуточечной и десятиточечной коровок присутствовали личинки и куколки этих видов, относительная численность которых достигала почти 14 % от общего объема выборки (таблица). Их отсутствие в учетных сборах в июле 2023 г., по-видимому, связано с погодными условиями – высокой температурой в июне и начале июля, что могло ускорить сроки развития преимагинальных стадий *Adalia* spp. Существенное снижение доли имаго *A. bipunctata* и *A. decempunctata* в этот период по сравнению с июлем предыдущего года, а также отсутствие *C. decemguttata* и *C. quatuordecimguttata* может быть вызвано более ранним уходом жуков в диапаузу. Однако, учитывая данные долгосрочных исследований, проведенных в ряде стран Европы [4–10], нельзя исключить вклад азиатской коровки в сокращение численности аборигенных видов и снижение видового разнообразия в изучаемом нами сообществе кокциnellид.

Учет коровок в сентябре 2023 г. происходил в период, когда большая часть имаго аборигенных видов могла улететь на зимовку, в то время как личинки и куколки третьей генерации *H. axyridis* продолжали свое развитие, а молодые имаго перед зимней диапаузой осуществляли питание в колониях свидинно-злаковой тли (*Anoecia corni* Fabricius, 1775) на свидине. С этим связана наиболее высокая доля азиатской коровки и низкая – остальных видов, в структуре сообщества кокциnellид по сравнению с учетами, проводимыми в июле 2022 и 2023 гг. Присутствие *C. quinquepunctata* только в осенней выборке

(таблица 1) объясняется тем, что имаго этого вида можно встретить на деревьях и кустарниках только ранней весной и в начале осени (Honek, 1982, 1985, цит. по [7]). Летом же *C. quinquepunctata* переходит на злаки, где и размножается. *C. septempunctata* обычно встречается в травостое, этим объясняется незначительная доля имаго этого вида в выборках, сделанных в июле и сентябре 2023 г. на липах и свидине (таблица 1).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в сообществе кокцинеллид, населяющих декоративные насаждения липы мелколистной и дегенерированная красная на модельном участке в г. Могилеве, доминировала инвазивная азиатская коровка *H. axyridis*. Ее доля в структуре сообществ возросла с 65,15 % в 2022 г. до 96,23 % в 2023 г., а доля остальных видов и, особенно, *A. bipunctata* существенно снизилась. Помимо этого, было отмечено уменьшение видового разнообразия за счет отсутствия в выборках за июль и сентябрь 2023 г. тех видов, которые были представлены единичными экземплярами в предыдущем сезоне. С одной стороны, это можно объяснить влиянием жаркой и сухой погоды в июне и первой половине июля 2023 г., что ускорило сроки развития аборигенных видов и более ранним их уходом в летнюю диапаузу. Но, с другой стороны, нельзя исключить негативное воздействие *H. axyridis* на фоновые виды кокцинеллид в результате внутривидового хищничества и конкуренции за пищевые ресурсы. Кроме того, снижение численности аборигенных коровок может быть вызвано их закономерными циклическими колебаниями. В связи с этим для выяснения всех причин, обуславливающих изменения в сообществах божьих коровок, требуется длительный мониторинг и дальнейшие подробные полевые исследования [7].

Работа выполнялась в рамках подзадания 10.2.02.3 «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» задания 10.2.02 «Проблемы биологических инвазий и паразитарных угроз в природных и антропогенно-трансформированных экосистемах» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограммы «Биоразнообразие, биоресурсы, экология» (2021–2025 гг.).

Список литературы

- 1 Hulme, P.E. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization / P.E. Hulme // *Journal of Applied Ecology*. – 2009. – № 46. – P. 10–18.
- 2 Orlova-Bienkowskaja, M.J. *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in Asia: a re-examination of the native range and invasion to southeastern Kazakhstan and Kyrgyzstan / M.J. Orlova-Bienkowskaja, A.S. Ukrainsky, P.M.J. Brown // *Biological Invasions*. – 2015. – V. 17. – I. 7. – P. 1941–1948.
- 3 The harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*: global perspectives on invasion history and ecology / H.E. Roy [et al.] // *Biological Invasions*. – 2016. – V. 18. – I. 4. – P. 997–1044.
- 4 *Harmonia axyridis* in Europe, spread and distribution of a non-native coccinellid / P.M.J. Brown [et al.] // *BioControl*. – 2008. – № 53. – P. 5–21.
- 5 Invasive alien predator causes rapid declines of native European ladybirds / H.E. Roy [et al.] // *Diversity and Distributions*. – 2012. – № 18. – P. 717–725.
- 6 Long-term trends in the composition of aphidophagous coccinellid communities in Central Europe / A. Honek [et al.] // *Insect Conserv. Divers.* – 2014. – Vol. 7. – P. 55–63.
- 7 Long-term changes in communities of native coccinellids: population fluctuations and the effect of competition from an invasive non-native species / A. Honek [et al.] // *Insect Conserv. Divers.* – 2016. – Vol. 9. – P. 202–209.
- 8 Brown, P.M. Native ladybird decline caused by the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis*: evidence from a long-term field study / P.M. Brown, H.E. Roy // *Insect Conservation and Diversity*. – 2018. – Vol. 11. – P. 230–239.

9 Long Term Monitoring in Switzerland Reveals That *Adalia bipunctata* Strongly Declines in Response to *Harmonia axyridis* Invasion / M. Kenis [et al.] // *Insects*. – 2020. – № 11, 883. – P. 1–13.

10 Invasive intraguild predators: Evidence of their effects, not assumptions / P.M.J. Brown [et al.] // *Ecological Entomology*. – 2022. – Vol. 47 (3). – P. 249–252.

11 Галиновский, Н.Г. Видовой состав и структура сообществ божьих коровок (Coleoptera, Coccinellidae) фауны г. Гомеля / Н.Г. Галиновский // *Экологический вестник*. – 2011. – № 2 (16). – С. 120–125.

12 Круглова, О.Ю. Предварительные результаты четырехлетнего мониторинга зимовочных скоплений кокциnellид: снижение доли *Adalia bipunctata* является вероятным результатом воздействия на ее популяции инвазивного хищника *Harmonia axyridis* / О.Ю. Круглова, В.Д. Окопчик // *Материалы II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах» (11–14 октября 2022 г.)* / ред. колл.: А.В. Кулак [и др.]. – Минск: А.Н. Вараксин, 2022. – С. 205–210.

13 Круглова, О.Ю. Соотношение инвазивного (*Harmonia axyridis*) и аборигенных видов кокциnellид в условиях древесных насаждений города Гомеля / О.Ю. Круглова, В.Д. Окопчик // *Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. / М-во образования Респ. Беларусь, ГрГУ им. Янки Купалы, Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окр. среды; редкол.: Н.З. Башун (гл. ред.) [и др.]*. – Гродно, 2023. – С. 104–106.

O. YU. KRUGLOVA

**THE INVASIVE ASIAN LADYBEETLE (*HARMONIA AXYRIDIS*)
AND ABORIGINAL COCCINELLIDS: THE SPECIES RATIO
IN THE DECORATIVE PLANTATIONS OF THE CITY OF MOGILEV**

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

*According to the calculation results for the coccinellids inhabiting the decorative plantations of *Tilia cordata* and *Cornus sanguinea* on a model plot in Mogilev city in 2022–2023, predominance of the invasive species *Harmonia axyridis* has been established. Its share varied from 65.15% in July 2022 to 96.23% in September 2023.*

*Key words: *Harmonia axyridis*, invasive species, ladybugs, species ratio.*

С. С. ЛЕВЫКИНА, П. Е. АЛЕКСАНДРОВИЧ, А. А. ШВЕД

**НЕКОДИРУЮЩИЕ ОБЛАСТИ В МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ
ГЕНОМАХ ЛИСТОБЛОШЕК (*PSYLLOIDEA*)**

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
s.lewykina@yandex.by*

Проанализирована область формирования D-петли в 44-х митохондриальных геномах представителей надсемейства Psylloidea. Описаны мотивы, фланкирующие структурную шпильку в области формирования D-петли. Тандемные повторы в области формирования D-петли были обнаружены в митохондриальных геномах 40 видов. Также всего было обнаружено 3 региона повторов, однако копии функциональной шпильки в них не найдено.

Ключевые слова: область формирования D-петли, регион повторов, митохондриальный геном, листоблошка.

Введение. Листоблошки (лат. Psylloidea) – надсемейство полужесткокрылых насекомых, насчитывающее более 4000 видов [2]. Многие представители данного таксона являются вредителями древесно-кустарниковых сельскохозяйственных культур, например, груш. В процессе питания особи листоблошек выделяют вещества, которые пагубно влияют на растение-хозяина: от скручивания листьев до старения самого растения [4]. Представители надсемейства листоблошек склонны к массовому размножению и последующей колонизации плантаций, особенно в летний период. Таким образом, представляя угрозу ценным сельскохозяйственным культурам, представители это таксона являются актуальным объектом для изучения.

Митохондриальные геномы листоблошек включают 37 генов и некодирующий регион – область формирования D-петли. В этой области, как правило, локализована структурная шпилька, которая задействована в процессе репликации митохондриального генома. Её можно идентифицировать по фланкирующим ее мотивам, а именно: [TA(A)]n-мотив, поли-T-участок, ТАТА-мотив, G(A)nT-мотив и G+C-насыщенный регион [6].

Обычно для митохондриальных геномов насекомых, например, тлей (лат. Aphididae), характерно наличие и второй некодирующей области – региона повторов, характеризующейся высоким содержанием тандемных повторов [1]. Существует гипотеза, что регион повторов и область формирования D-петли имеют общее происхождение, поскольку структура функциональной шпильки, характерная для области формирования D-петли нередко встречается и в регионе повторов [2]. В том числе в области формирования D-петли так же отмечается наличие тандемных повторов, характерных для региона повторов.

Материалы и методы исследования. В исследовании использовались 44 митохондриальных генома листоблошек, которые были извлечены из международной генетической базы данных GenBank NCBI. Была проведена ручная валидация аннотаций исследуемых митохондриальных геномов с целью извлечения области формирования D-петли и всех остальных некодирующих последовательностей длиной более 80 п.н., поскольку регионы повторов зачастую не отмечают в аннотациях. В обеих некодирующих областях был произведён поиск тандемных повторов при помощи программы Unipro UGENE [5], а также поиск функциональной шпильки с характерными для неё мотивами при помощи онлайн-сервиса Quikfold [3].

Результаты и их обсуждение. Из 44-х исследуемых митохондриальных геномов было извлечено 10 некодирующих последовательностей размером более 80 п.н., тандемные повторы были найдены в трёх из них, а именно в митохондриальных геномах

Diclidophlebia paucipunctata, *Freyswila caesalpiniae* и в *Russelliana solanicola*, поэтому эти области были отмечены как регион повторов. Каждый из них имеет одинаковую локализацию – между генами *tRNA-Ser* и *NADH1*.

В результате структурного анализа 44 областей формирования D-петли в каждой была идентифицирована структурная шпилька (таблица 1).

Установлено, что в окружении шпильчатых структур митохондриальных геномов представителей надсемейства Psylloidea всегда присутствует G(A)nT-мотив. Также часто встречается ТАТА-мотив (в 25 из 44) и поли-Т-участок (в 23 из 44). Реже всего встречается [ТА(A)]n-мотив (в 12 из 44).

В области формирования D-петли в митохондриальном геноме *Livia junci* (сем. Liviidae) обнаружена структурная шпилька, повторяющаяся три раза. В выборке по этому семейству G+C-насыщенный регион отмечен лишь один раз в окружении функциональной шпильки *Euphyllura phillyreae*.

Таблица 1 – Мотивы, фланкирующие структурную шпильку в области формирования D-петли у представителей надсемейства Psylloidea

№ Genbank	Семейство	Вид	ТАТА-мотив	[ТА(A)]n-мотив	Поли-Т-участок	G(A)nT-мотив	G+C-насыщенный регион
1	2	3	4	5	6	7	8
MT576697	Aphalaridae	<i>Agonosцена pistaciae</i>	–	–	+	+	+
MG989219		<i>Anoeconeossa unicornuta</i>	+	–	+	+	–
MG989221		<i>Blastopsylla occidentalis</i>	–	–	+	+	+
MG989228		<i>Lanthanapha-lara mira</i>	+	+	–	+	–
AY278317		<i>Pachypsylla venusta</i>	+	–	+	+	–
MF176157		<i>Rhinocola aceris</i>	+	–	–	+	–
MF431590	Calophyidae	<i>Calophya californica</i>	–	+	+	+	–
MF431591		<i>Calophya schini</i>	+	–	+	+	+
MG989218	Carsidaridae	<i>Allocarsidara bakeri</i>	–	–	+	+	–
MG989231		<i>Mesohomotoma hibisci</i>	+	–	+	+	–
MG989232		<i>Paracarsidara gigantea</i>	+	–	+	+	+
MG989227	Homotomidae	<i>Homotoma ficus</i>	–	+	–	+	+
MG216926		<i>Mycopsylla fici</i>	+	–	–	+	–
MF443235		<i>Mycopsylla gardenensis</i>	+	–	–	+	–
MG216927		<i>Mycopsylla proxima</i>	+	–	–	+	–

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
MF426268	Liviidae	<i>Diaphorina citri</i>	–	–	+	+	–
MF426267		<i>Diaphorina lycii</i>	+	+	–	+	–
MG989223		<i>Diclidophlebia paucipunctata</i>	–	+	+	+	–
MG989224		<i>Euphyllura phillyreae</i>	–	–	–	+	+
MG989230		<i>Livia junci</i>	–	+	+	+	–
NC_053635.1		<i>Paurocephala sauteri</i>	+	–	+	+	–
MG989217	Psyllidae	<i>Acizzia uncatoides</i>	+	–	+	+	+
MG989225		<i>Freysuila caesalpiniae</i>	–	–	+	+	+
MG989236		<i>Russelliana solanicola</i>	–	+	+	+	+
MG989226		<i>Heteropsylla cubana</i>	–	–	+	+	–
MG989220		<i>Arytainilla spartiophila</i>	+	–	+	+	–
NC_069642.1		<i>Cacopsylla burckhardtii</i>	+	–	+	+	–
NC_053749.1		<i>Cacopsylla citrisuga</i>	–	+	–	+	+
KP245955		<i>Cacopsylla coccinea</i>	+	–	–	+	–
NC_080374.1		<i>Cacopsylla fuscicella</i>	+	–	+	+	–
NC_069847.1		<i>Cacopsylla jukyungi</i>	–	–	+	+	+
MG989222		<i>Cacopsylla pyri</i>	+	–	–	+	+
MN364946		<i>Cyamophila willieti</i>	+	–	–	+	–
MG989235		<i>Psylla alni</i>	+	–	–	+	–
MG989216		Triozidae	<i>Aacanthocnema dobsoni</i>	+	–	–	+
KU501214	<i>Bactericera cockerelli</i>		+	–	–	+	–
MG989229	<i>Leptynoptera sulfurea</i>		+	–	–	+	–
KJ650081	<i>Paratrioza sinica</i>		–	+	–	+	+
MG989233	<i>Pariaconus pele</i>		–	–	+	+	+
MG989237	<i>Trioza anthrisci</i>		+	–	–	+	–
MG989238	<i>Trioza erytraeae</i>		+	+	–	+	–
NC_073125.1	<i>Trioza frangulae</i>		–	+	–	+	+
MG989239	<i>Trioza remota</i>		–	–	+	+	+
MG989240	<i>Trioza urticae</i>		–	+	+	+	–

Среди представителей семейства Psyllidae выделяются митохондриальные геномы двух видов: *R. solanicola* и *C. citrisuga*. В окружении их структурных шпилек отмечен [TA(A)]n-мотив, который не встречается в митохондриальных геномах других видов этого семейства.

Так же в области формирования D-петли был произведён поиск тандемных повторов. В результате тандемные повторы были обнаружены у всех представителей, кроме *Blastopsylla occidentalis* и *Pachypsylla venusta* (сем. Aphalaridae), *Arytainilla spartiophila* (сем. Psyllidae) и *Paratrioza sinica* (сем. Triozidae).

Тандемный повтор, включающий 540 пар нуклеотидов, идентифицирован в митохондриальном геноме *Cacopsylla jukyungi* из семейства Psyllidae, что является максимальной длиной в пределах всего таксона. Крупные тандемные повторы размером от 200 пар нуклеотидов также отмечены в следующих митохондриальных геномах: 220 п.н. – *Anoeconeossa unicornuta* (сем. Aphalaridae), 215 п.н. – *R. solanicola* (сем. Psyllidae), 204 п.н. – *Mycopsylla gardenensis* (сем. Homotomidae), 203 п.н. – *Calophya schini* (сем. Calophyidae).

В обнаруженных нами 3-х регионах повторов самым длинным оказался тандемный повтор в митохондриальном геноме *R. solanicola* (сем. Psyllidae) – 148 п.н.

У *D. paucipunctata* (сем. Liviidae) и *F. caesalpiniae* (сем. Psyllidae) tandemные повторы максимальной длины составили 55 п.н. и 123 п.н. Структура по типу функциональной шпильки из области формирования D-петли в них не обнаружена.

В результате анализа некодирующих областей митохондриальных геномов представителей надсемейства Psylloidea можно сделать вывод, что G(A)nT-мотив, который фланкирует функциональную шпильку в области формирования D-петли, является характерным мотивом для данного таксона. Самый крупный tandemный повтор в области формирования D-петли обнаружен в митохондриальном геноме *Cac. jukyungi*. Одни из самых крупных tandemных повторов как в регионе повторов, так и в области формирования D-петли отмечены в митохондриальном геноме *R. solanicola* (сем. Psyllidae): 215 п.н. – в области формирования D-петли и 148 п.н. – в регионе повторов.

Список литературы

1 Александрович, П.Е. Анализ региона повторов митохондриальных геномов тлей подсемейства Eriosomatinae / П.Е. Александрович, С.С. Левыкина // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах: материалы II Международной научно-практической конференции / Минск. Беларусь, 11-14 октября 2022 г.; редколл.: А.В. Кулак [и др.]. – Минск: А. Н. Вараксин, 2022. – С. 26-29.

2 Burckhardt, D. An updated classification of the jumping plant lice (Hemiptera: Psylloidea) integrating molecular and morphological evidence / D. Burckhardt, D. Ouvrard, D.M. Percy // European Journal of Taxonomy. – 2021. – Vol. 736. – P. 137-182.

3 Markham, N.R. UNAFold: software for nucleic acid folding and hybridization / N.R. Markham, M. Zuker // Bioinformatics: structure, function and applications. – 2008. – P. 3-31.

4 Mauck, K.E. The hidden secrets of Psylloidea: Biology, behavior, symbionts, and ecology / K.E. Mauck, M. Gebiola, D.M. Percy // Annual Review of Entomology. – 2024. – Vol. 69. – P. 277-302.

5 Okonechnikov, K. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit / K. Okonechnikov // Bioinformatics Applications Note. – 2012. – Vol. 28, № 8. – P. 1166-1167.

6 Zhang, D.-X. Evolution and structural conservation of the control region of insect mitochondrial DNA / D.-X Zhang [et al.] // Journal of Molecular Evolution. – 1995. – Vol. 40. – P. 382-391.

S. S. LEVYKINA, P. E. ALEXANDROVICH, A. A. SHVED

NON-CODING REGIONS IN MITOCHONDRIAL GENOMES OF THE SUPERFAMILY PSYLLOIDEA

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
s.lewykina@yandex.by*

We performed structural analysis of the control region in 44 mitochondrial genomes of the superfamily Psylloidea. We described motifs, that flank structural hairpins in the control region. We found tandem repeats in the control regions in 40 species. We found three repeat regions, but with no structural hairpin.

Key words: control region, repeat region, mitochondrial genome, Psylloidea.

П. С. ЛЕСНИКОВА, Л. В. ЗАХАРИХИНА

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОД
РЕКИ СОЧИ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ РОССИИ
В РАЗНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ²**

*Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, Российская Федерация,
lesnikovaps@yandex.ru*

Изучены вариации элементного состава вод р. Сочи в гидрологические режимы паводка и межени. Анализ данных позволил выявить группы элементов, повышенные содержания которых при определенном гидрологическом режиме будут связаны не с техногенной нагрузкой, а с фактором состава пород геологического основания (в межень), или обильного почвенного стока (в паводок).

Ключевые слова: элементный состав речных вод, редкоземельные элементы, река Сочи, гидрологический режим, Черноморское побережье России.

В современных условиях возрастающей техногенной нагрузки на окружающую среду во всем мире все более актуальными становятся исследования в области гидрохимии поверхностных вод, которые являются наиболее динамичным и достоверным индикатором общей экологической ситуации в оцениваемом районе.

Главным фактором формирования состава речных вод являются геохимические особенности горных пород. Однако, все чаще в результате увеличения численности населения в городах, роста производств, развития высокотехнологичных отраслей промышленности поверхностные воды подвергаются антропогенному воздействию, которое влияет на их состав.

Река Сочи располагается на южном склоне Кавказского хребта в районе Сочинского Причерноморья и является главной водной артерией центрального района одноименной городской агломерации. Особенности долины реки связаны с контрастностью и неоднородностью горных пород (аргиллиты и карбонатные мергели и известняки), которые слагают ее водосборную площадь и неоднократно сменяют друг друга по течению реки [6]. В долине развиты также полиметаллическая, золоторудная, сульфидная минерализации [1, 3, 9].

Данных о составе вод р. Сочи по уровню концентраций широкого спектра химических элементов, в том числе редких и рассеянных, по состоянию на 2024 год в доступных публикациях нами не обнаружено.

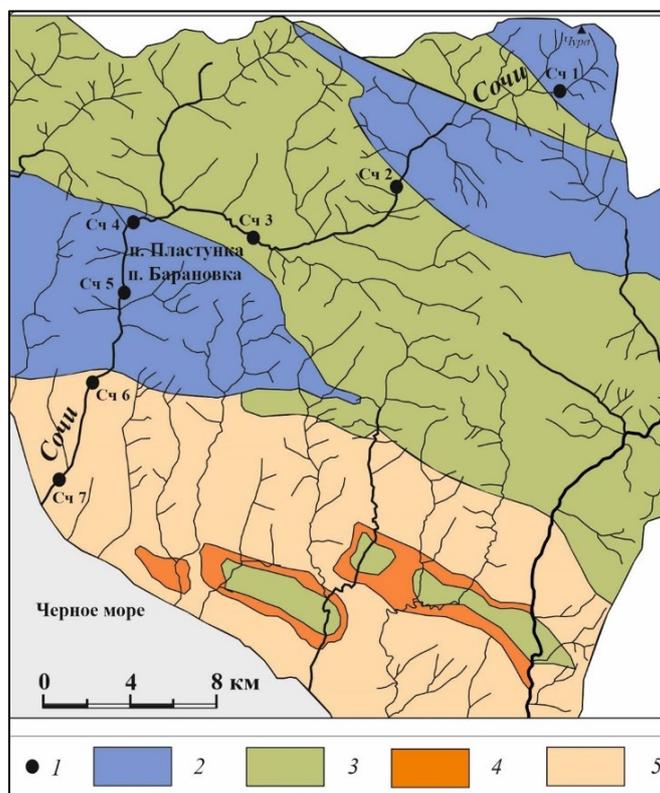
Целью исследования является изучение распределения и особенностей поведения широкого спектра химических элементов в водах р. Сочи в паводок и межень, установление основных природных и техногенных источников их поступления в речные воды в разные гидрологические режимы и оценка существующего состояния воды по показателям химического загрязнения.

Река Сочи берет свое начало на высоте 2000 м на южном склоне Кавказского хребта. Ее протяженность – 45 км, площадь водосбора – 296 км². Питание реки смешанное – обильными ливнями и подземными водами круглый год, весной также за счет таяния снега на горных территориях, в период продолжительной межени преимущественно подземными водами.

² Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ ШЦ РАН по теме “Эволюция окружающей среды и климата вследствие естественных причин и антропогенного воздействия” (FGRW-2024-0004, № государственной регистрации 124022000094-8).

В верхнем и среднем течении реки антропогенное влияние отсутствует, центральный район г. Сочи и различные поселки сосредоточены в нижнем течении реки. Антропогенез здесь представлен типичной городской нагрузкой: автомагистрали, бытовые стоки, ТЭЦ, земляные работы при строительстве жилых объектов и обустройстве придомовых территорий и т.п.

С учетом геологических условий, рельефа, техногенной нагрузки были заложены 7 точек наблюдения (т.н.) по течению р. Сочи (рисунок 1) и выполнен отбор проб осенью 2021 года, весной и летом 2022, а также зимой 2023 года.



- 1 – точки наблюдений;
 2 – аргиллиты с прослоями алевролитов, песчаников, сидеритов с конкрециями пиритов;
 3 – мергели с прослоями известняков, известняки с прослоями мергелей, гравелитов и песчаников; 4 – мергели пестроцветные;
 5 – глины, мергелистые глины с алевролитами, песчаниками

Рисунок 1 – Генерализованная геологическая карта долины реки Сочи

Анализ состава вод на расширенный спектр химических элементов (70 элементов) проводились методами масс-спектрометрии и атомно-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС и ИСП-АЭС).

Содержания элементов в водах р. Сочи сравнивались со средними содержаниями химических элементов для речных вод (К - Кларк) [2, 4, 5]. Для всех точек опробования рассчитаны кларки концентраций элементов (K_K). По значению K_K построены геохимические формулы вод путем ранжирования химических элементов по данному показателю. Элементы с $K_K < 1$ отнесены к дефицитным, а со значением $K_K > 1$ – к избыточным.

Анализ данных показал, что вариации состава вод р. Сочи связаны скорее не с сезонами, а с режимами реки: меженью и паводком. Это обусловлено климатическими условиями региона. Поэтому поведение и распределение в речных водах широкого спектра химических элементов рассматривается по водным режимам реки. С целью оценки

вариаций элементного состава вод в межень и паводок были рассчитаны коэффициенты концентраций химических элементов $K_c = C_{i\text{реж}}/C_{i\text{ср}}$, где $C_{i\text{реж}}$ – содержание i-го элемента в паводок или межень, $C_{i\text{ср}}$ – среднее содержание i-го элемента в течение года.

Также была проведена оценка степени загрязнения вод р. Сочи относительно предельно допустимых концентраций (ПДК).

Рассмотрение K_c элементов двух водных режимов позволило выделить участки реки со схожим составом вод.

В межень, во время максимального питания реки подземными водами и «малой воды», ее течение можно разделить на три участка (таблица 1).

Таблица 1 – Кларки концентраций элементов в водах реки Сочи в период межени относительно средних содержаний в речной воде [2, 4, 5] (содержание элементов менее предела обнаружения метода (< ПО): P, Sc, Cr, Ni, Ga, Ge, Se, Br, Hg, Nb, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Te, Hf, Ta, W, Os, Ir, Pt, Au)

Ключевой участок	$K_c \geq 1$	$K_c < 1$
Сч 1-3	Sr (2.6)- Eu (2.4)- Ca (2.1)- Dy (1.7)- Tb (1.6)- Ho (1.5)- Gd (1.3)- Sm, Pr (1.1)- Er, S (1.0)	Nd (0.9)- Yb, Cs, Mg (0.8)- Tm, Li, Lu, B, Ce (0.7)- Mn, Sn, Fe, La (0.5)- Na, Si, V (0.4)- Co, Ba (0.3)- Ti, Rb, Al, K, Mo, Pb (0.2)- As, Zn, Cu, Sb, Y (0.1)- U, Th, Zr, Tl (< 0.1)
Сч 4-5	Sr (4.4)- Ca (3.8)- Ba (1.4)- B, Eu (1.2)- S (1.1)- Ho (1.0)	Tb, Li (0.9)- Mg, Dy (0.8)- Tm, Gd (0.7)- Sm, Pr, Lu (0.6)- Na, Sn (0.5)- Nd, Er, V, Si, Yb, Fe (0.4)- Co, Cs, Ce, K, Mn, Mo (0.3)- Ti, La, Rb (0.2)- U, As, Zn, Sb, Cu, Al (0.1)- Pb, Y, Th, Zr, Tl (< 0.1)
Сч 6-7	Sr (4.9)- Ca (4.3)- S, Eu (1.5)- B (1.4)- Ba (1.3)- Li (1.2)- Ho, Mg (1.0)	Na (0.9)- Mn, Tb (0.8)- Dy (0.7)- Tm, Pr, Gd, Lu, Sm (0.6)- Ce, Nd, Er, Sn (0.5), Si, Fe, V, K, Yb (0.4)- Co, Mo, Rb, La (0.3)- Ti, Cs, U (0.2)- Sb, As, Al, Zn, Pb, Cu (0.1)-Y, Th, Zr, Tl (< 0.1)

Практически на всем протяжении реки в это время избыточными являются: Sr, Ca, Eu, Ho, Ba, B, S. Лишь в верховьях в их состав входят некоторые редкоземельные элементы (РЗЭ): Dy, Tb, Gd, Sm, Pr, Er, а в нижнем течении реки Li и Mg. Такие изменения состава вод реки от истока к устью в наибольшей степени отражают влияние горных пород, слагающих ее долину.

Воды среднего течения реки (т.н. Сч 2-3) расположены в ареале распространения мергелей и известняков, а в истоках реки (Сч-1) они формируются в ареале развития аргиллитов. В состав избыточных элементов (с K_c от 1 до 2.6 единиц) на данном участке входят не только Sr, Ca, но и подгруппа средних и тяжелых РЗЭ (СРЗЭ, ТРЗЭ), а также S (таблица 1). Из перечисленных элементов Sr и Ca характерны в повышенных количествах для карбонатных мергелей, а РЗЭ обогащены глинистые аргиллиты [10]. Избыточные содержания S в водах реки обусловлено развитием в верхнем течении реки зон сульфидной минерализации [9].

Ниже по течению реки (т.н. Сч 4-5) K_c таких элементов, как Sr, Ca увеличиваются в 2 раза, также увеличивается K_c Ba и B. Однако, из РЗЭ в составе избыточных присутствуют лишь Eu и Ho, остальные элементы данной группы относятся к дефицитным (таблица 1). Очевидно, что большее влияние на состав вод этого участка реки оказывает обширный ареал развития известняков и мергелей, расположенный выше по течению, где выражены также наиболее крупные притоки реки, водосборные площади которых полностью развиты в ареале карбонатных пород (рисунок 1).

В паводок течение р. Сочи можно разделить на два участка: воды истока (т.н. Сч-1) и воды ниже по течению реки (т.н. Сч 2-7) (таблица 2).

В составе вод первого ключевого участка к избыточным элементам относятся лишь 7 из 47 элементов, для которых установлены значащие содержания, все остальные являются дефицитными. Избыточными для вод второго участка являются 19 элементов с $K_k > 1$: группа РЗЭ, Fe, Sn, Sr, Ca, Mn, Cs.

Таблица 2 – Кларки концентраций элементов в водах реки Сочи в период паводка относительно средних содержаний в речной воде [2, 4, 5] (содержание элементов < ПО: P, Sc, Cr, Ni, Ga, Ge, Se, Br, Hg, Nb, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Te, Hf, Ta, W, Os, Ir, Pt, Au)

Ключевой участок	$K_k \geq 1$	$K_k < 1$
Сч-1	Sn (1.6)- Ho (1.1)- Eu, Tb, Tm, Lu, Dy (1.0)	Er (0.7)- Pr, Gd, Nd (0.6) - Yb (0.5)- Sm, Co, Ce, La, Si, Ti (0.3)- Mn (0.2)- Na, Fe, Ca, V, Sr, Al (0.1)- Mg, Rb, S, B, Cu, Cs, K, As, Zn, Y, Li, Sb, Ba, Pb, Mo, Th, U, Zr, Tl (< 0.1)
Сч 2-7	Eu (6.6)- Tb (4.7)- Dy (4.4)- Gd (3.8)- Ho (3.5)- Sm (3.4)- Fe (2.9) - Sn (2,8)- Pr (2.7)- Sr (2.3)- Er, Nd (2.2)- Ca (2.1)- Mn (1.9)- Cs (1.8)- Yb (1,7)- Ce (1.5)- Tm, Lu (1.1)	La (0.9)- Al, Li (0.7)- V, Mg, S, Co, B (0.5)- Ti, Si (0.4)- Ba, Na, Pb (0.3)- Rb, K (0,2)- Y, Mo, As, Cu, Zn (0.1)- U, Th, Sb, Zr, Tl (< 0.1)

Заметно, что в этот период на всем протяжении реки самые высокие K_k наблюдаются у редкоземельных элементов. Это обусловлено значительным вкладом в питание реки поверхностного стока. Известно, что РЗЭ относятся к элементам-гидролизатам и легко подвергаются гидролизу, склонны к комплексообразованию, сорбции на поверхности коллоидов железа, которые наряду с органическим веществом почв обеспечивают их подвижность с поверхностным стоком с приречных террас [7, 11].

Особенности в «режимной» динамике состава речных вод проявляются в изменениях коэффициента концентрации (K_c) для двух групп элементов, поступление которых в воды р. Сочи связано с фактором горных пород (межень) и с поверхностным почвенным стоком (паводок) (таблица 3).

Таблица 3 – Коэффициенты концентраций химических элементов относительно средних содержаний в течение года, ранжированные по возрастанию (K_c), р. Сочи (содержание элементов < ПО: P, Sc, Cr, Ni, Ga, Ge, Se, Br, Hg, Nb, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Te, Hf, Ta, W, Os, Ir, Pt, Au)

Ре-жим	K_c	
	0.1-1	1-2
Ме-жень	As, Bi, V, Tl, Cu, Co, Tm, Ti, Lu, Be, La, Ce, Ho, Mn, Yb, Th, Nd, Pr, Er, Y, Pb, Eu, Tb, Dy, Cs, Gd, Zr, Sm, Al, Fe, Sn	Ba, Sb, B, S, Na, U, Mo, K, Sr, Ca, Mg, Li, Re, Rb, Si, Zn
Паво-док	Zn, Si, Rb, Re, Li, Mg, Ca, Sr, K, Mo, U, Na, S, B, Sb, Ba	Sn, Fe, Al, Sm, Zr, Gd, Cs, Dy, Tb, Eu, Pb, Y, Er, Pr, Nd, Th, Yb, Mn, Ho, Ce, La, Be, Lu, Ti, Tm, Co, Cu, Tl, V, Bi, As

К «паводковой» группе относятся РЗЭ, Sn, Fe, Al, Mn, Zr, Cs, Pb, Th, Be, Ti, Co, Cu, Tl, V, Bi, As, которые поступают в речные воды в составе органических и неорганических комплексов, а также с коллоидами железа [12].

Редкоземельные элементы, имеющие высокие Кс в паводок, активно образуют органоминеральные комплексы, которые являются весьма подвижными в водной среде [11]. Высокие содержания их в паводок обусловлены тем, что для региона в целом характерны повышенные содержания РЗЭ для горных пород, почв и донных осадков [8, 13].

В период межени, когда питание подземными водами вносит больший вклад в формирование стока реки, содержания большинства микроэлементов, в том числе РЗЭ, снижается.

Меньший поверхностный почвенный сток, который является поставщиком комплексных соединений РЗЭ, органических и неорганических коллоидов железа и марганца является причиной их дефицита в составе вод р. Сочи в этот период.

Поступление второй группы элементов – Ba, Sb, B, S, Na, U, Mo, K, Sr, Ca, Mg, Li, Re, Rb, Si, Zn – связано с горными породами и преимущественным питанием подземными водами. Очевидно, что основным поставщиком этих элементов в состав речных вод являются горные породы и процессы их выветривания. Выявление двух групп элементов позволяет не связывать с техногенной нагрузкой повышенные содержания элементов первой группы в паводок и второй группы в межень.

Оценка санитарно-гигиенического состояния вод реки в паводок показала, что превышения над ПДК ($K_{пдк} > 1$) стабильно наблюдаются по трем элементам Al, Mn, Fe. Исключение составляет т.н. Сч-1 приуроченная к истоку реки, где превышений над ПДК не зафиксировано. Повышенное содержание и превышение над ПДК Al, Mn, Fe в водах реки в этот период вызвано естественными причинами, связанными с обильным поверхностным стоком с приречных террас, в составе которого присутствуют почвенные органоминеральные комплексы.

В межень превышения над ПДК выявлены для Cu, Al в верховье реки, что связано с естественными причинами и зонами минерализации, распространенными в исследуемом районе, и для Mn в приустьевой зоне, что безусловно обусловлено городской нагрузкой.

Установление двух групп «режимных» элементов, повышенные содержания которых связаны с естественными факторами, позволяет исключить их из группы элементов техногенного генезиса при определенном гидрологическом режиме. Данная информация важна при проведении комплексного экологического мониторинга. Увеличение содержаний: РЗЭ, Fe, Sn, Sr, Ca, Mn, Cs в паводок и повышение концентраций: Ba, Sb, B, S, Na, U, Mo, K, Sr, Ca, Mg, Li, Re, Rb, Si, Zn в межень обусловлено паводковыми процессами в первом случае и влиянием горных пород во втором.

Список литературы

- 1 Богуш, И. А. Металлогения юрских осадочных комплексов Кавказа / И. А. Богуш, В. И. Черкашин // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2012. – № 58. – С. 7–13.
- 2 Виноградов, А. П. Введение в геохимию океана / А. П. Виноградов. – М. : Наука, 1967. – 216 с.
- 3 Газеев, В. М. Палеогеновая базальт-трахитовая формация Западного Кавказа: геохимическая специфика, вопросы петрогенезиса, геодинамическая типизация, металлогения / В. М. Газеев, А. Г. Гурбанов, И. А. Кондрашов // Геология и геофизика Юга России. – 2018. – № 4. – С. 18–32.
- 4 Гордеев, В. В. Речной сток в океан и черты его геохимии / В. В. Гордеев. – М. : Наука, 1983. – 152 с.
- 5 Гордеев, В. В. Средний химический состав взвесей рек мира и питание океанов речным осадочным материалом / В. В. Гордеев, А. П. Лисицын // ДАН СССР. – 1978. – Т. 238, № 1. – С. 225–228.

- 6 Государственная геологическая карта Российской Федерации. Серия Кавказская. Лист К-37-V ; изд. 2-е ; гл. ред. Н.И. Пруцкий – 1: 200 000. Санкт-Петербург : ВСЕГЕИ, 2002. – 1 к.
- 7 Дубинин, А. В. Геохимия редкоземельных элементов в океане: автореф. дис. ... докт. хим. наук : 25.00.09 / А. В. Дубинин; РАН, Ин-т океан. им. П. П. Ширшова. – М., 2004. – 60 с.
- 8 Захарихина, Л. В. Временная трансформация фракционирования редкоземельных элементов в почвах при городской нагрузке на территории влажных субтропиков России / Л. В. Захарихина, А. К. Гуц, П. С. Лесникова // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. – 2023. – № 3 (59). – С. 94–103.
- 9 Карелина, Е. В. Перспективность Краснополянского района города Сочи на благороднометалльное оруденение / Е. В. Карелина, В. Е. Марков, В. И. Блоков // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2017. – Т. 18, № 4. – С. 497–504.
- 10 Grigor'ev, N. A. Average concentrations of chemical elements in rocks of the upper continental crust / N. A. Grigor'ev // *Geochem. Int.* – 2003. – Vol. 41, № 7. – P. 711–718.
- 11 Metal–organic complexes as a major sink for rare earth elements in soils / P. S. Fedotov [et al.] // *Environ. Chem.* – 2019. – Vol. 16, iss. 5. – P. 323–332.
- 12 Pokrovsky, O. S. Iron colloids/organic matter associated transport of major and trace elements in small boreal rivers and their estuaries (NW Russia) / O. S. Pokrovsky, J. Schott // *Chem. Geol.* – 2002. – Vol. 190, № 1–4. – P. 141–179.
- 13 Zakharikhina L. Elemental Composition of Soils in the Heterogeneous Geological Setting of the Mzymta River Basin on the Russian Black Sea Coast / L. Zakharikhina, V. Kerimzade, Y. Litvinenko // *Environ. Ecol. Res.* – 2023. – Vol. 11, № 2. – P. 225–239.

P. S. LESNIKOVA, L. V. ZAKHARIKHINA

**FEATURES OF THE SOCHI RIVER WATERS ELEMENTAL
COMPOSITION ON THE BLACK SEA COAST OF RUSSIA
IN DIFFERENT HYDROLOGICAL REGIMES**

*Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russian Federation,
lesnikovaps@yandex.ru*

Variations in the elemental composition of the Sochi River waters during the hydrological regimes of flooding and low-water periods were studied. The variations in the elemental composition of Sochi River waters during flood and low water periods were studied. The data analysis allowed to identify groups of elements, the increased content of which under a certain hydrological regime will be associated not with anthropogenic load, but with the factor of the composition of rocks of the geological base (in low water), or abundant soil runoff (in flood).

Key words: elemental composition of river water, rare earth elements, Sochi River, hydrological regime, Black Sea coast of Russia.

М. В. ЛУКША

**ЗАКОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЧЕНЬ СИЛЬНОГО ВЕТРА
И ОЧЕНЬ СИЛЬНЫХ ОСАДКОВ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД
НА ТЕРРИТОРИИ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
maril2010@mail.ru*

В работе проведен анализ опасных гидрометеорологических явлений холодного периода года: очень сильного (шквалистого) ветра и очень сильных (ливневых) осадков. Выявлены особенности пространственно-временного распределения и аэросиноптические условия формирования опасных явлений с ноября по март за период 1989–2022 гг. на территории Витебской области.

Ключевые слова: очень сильный ветер, очень сильные осадки, холодный период года, приземные синоптические условия, высотные аэрологические условия, Витебская область.

Случаи выпадения очень сильного дождя/дождя со снегом (количество атмосферных осадков не менее 50 мм за период не более 12 ч.) или очень сильного снега (количество атмосферных осадков не менее 20 мм за период не более 12 ч.) и очень сильного ветра (мгновенная скорость ветра (порывы) более 25 м/с в течение не менее 1 мин) согласно ТКП 17.10-06-2008 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения» относятся к опасным гидрометеорологическим явлениям (ОЯ), которые по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности оказывают или могут оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую среду [5]. При этом выпуск штормовых предупреждений на данные гидрометеорологические явления сопровождается объявлением красного уровня опасности [4].

Целью данного исследования является анализ повторяемости случаев очень сильного ветра и очень сильных осадков с ноября по март по территории Витебской области Республики Беларусь (РБ) за последние 34 года (1989–2022 гг.), а также определение их связей с приземными метеорологическими и высотными аэрологическими условиями.

Отбор исходных данных производился на основе архивных данных Белгидромета [1] и данных реанализа ERA 5 с помощью бесплатной интернет-платформы thunder [6]. 1989 год был взят в качестве начала выборки неслучайно, так как именно с этого года на территории Беларуси начался самый продолжительный период потепления за весь период инструментальных наблюдений на протяжении последних 130 лет [2, 3].

На основании анализа архивных данных метеорологических станций (МС) Витебской области РБ было обнаружено, что за период с 1989 по 2022 гг. на территории области было зафиксировано 15 случаев очень сильного ветра порывами 25–28 м/с (таблица 1). Большинство случаев было зафиксировано в первой половине 1990-х гг., а в последние десятилетия наблюдается тенденция уменьшения числа случаев данного ОЯ.

При этом наибольшее число случаев приходится на январь, что связано с преобладанием северных, северо-западных воздушных потоков. Распределение очень сильного ветра по территории Витебской области объясняется расположением МС на севере республики, который чаще подвергается влиянию североатлантических циклонов.

Возникновение очень сильного ветра определялось не только плотным барическим градиентом, но и развитием кучево-дождевой облачности, усилением динамического фактора при прохождении фронтальных разделов, а именно основного холодного фронта (9 случаев), вторичных холодных фронтов (4 случая) и фронта окклюзии по типу холодного (1 случай). Данные атмосферные фронты были связаны с ложбинами активных и глубоких циклонов западных траекторий. Циклоны преимущественно смещались через территорию Витебской области в стадии максимального развития. При этом давление в центре циклонов колебалось от 958 до 985 гПа.

На рисунке 1 представлен случай усиления западного ветра до 25 м/с в Верхнедвинске при прохождении фронта окклюзии по типу холодного, связанного с выходом западноатлантического циклона

Кучево-дождевая облачность, с которой было связано усиление ветра до критериев очень сильного, имела нижнюю и верхнюю границу около 400 м и 3000 м соответственно. Индексы неустойчивости атмосферы в основном имели следующие значения: CAPE – 0 Дж/кг (атмосфера устойчива), CIN – 0 - -4 Дж/кг (конвекция), Li – 3-6 (устойчивое состояние атмосферы). Эти значения указывают на тот факт, что при прогнозе очень сильного (шквалистого) ветра целесообразно использовать значения индекса неустойчивости CIN.

Все случаи ОЯ сопровождались ливневыми осадками в виде дождя (13 случаев) или дождя со снежной крупой (2 случая).

Температура воздуха у земли находилась в пределах от +1,2°C до +10,8°C, на уровне изобарической поверхности АТ-850 колебалась от +3,8 °С до -7,3 °С, а дефициты точки росы – от 0 °С до 8 °С.

Таблица 1 – Случаи очень сильного ветра и очень сильных осадков, зафиксированные МС Витебской области с ноября по март 1989–2022 гг.

МС	Очень сильный ветер	Очень сильный снег
Докшицы	14.01.1993 г. – 26 м/с	–
Сенно	23.01.1993 г. – 28 м/с	–
Верхнедвинск	15.01.1993 г. – 27 м/с 22.01.1993 г. – 25 м/с 09.01.2005 г. – 25 м/с 04.11.2013 г. – 25 м/с	25.03.2008 г. – 22,9 мм
Витебск	14.01.1993 г. – 28 м/с 22.01.1993 г. – 25 м/с 07.02.1995 г. – 25 м/с	12.01.2016 г. – 22,4 мм
Шарковщина	14.01.1993 г. – 28 м/с 22.01.1993 г. – 26 м/с 23.01.1993 г. – 26 м/с 07.02.1995 г. – 27 м/с 09.01.2005 г. – 28 м/с	–
Полоцк	07.02.1995 г. – 27 м/с	23.02.1999 г. – 20,1 мм

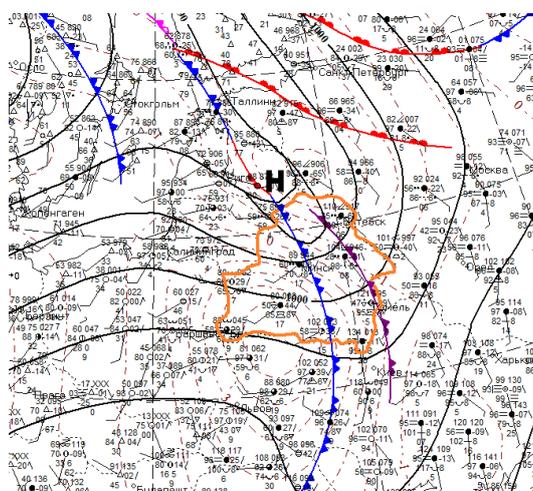


Рисунок 1 – Приземная синоптическая ситуация за 04.11.2013 г. 03 UTC при возникновении очень сильного ветра в Верхнедвинске

По высотам преобладали ветры западного и северо-западного направления. При этом на уровне АТ-700 наблюдались ветры со скоростями 70–160 км/ч, на уровне АТ-500 – 80–170 км/ч, на уровне АТ-300 – 90–260 км/ч. Это говорит о наличии струйных течений на высотах от 3 до 9 км и выше, что способствовало быстрому смещению барических образований у земли и усилению конвективных процессов, с которыми были связаны случаи очень сильного ветра.

С ноября по март в период 1989–2022 гг. на территории Витебской области было зафиксировано лишь 3 случая очень сильных осадков. Осадки выпадали в виде очень сильного снега (20,1–22,9 мм). Согласно таблице 1 видно, что отсутствует тенденция увеличения/уменьшения числа случаев ОЯ в течение рассматриваемого периода времени. При этом отмечается также равномерное распределение данного ОЯ по территории области с преобладанием северных регионов, что объясняется широкой зоной фронтальной облачности и осадков, которая в холодный период года может достигать 400 км.

Очень сильные осадки были связаны с близостью центров циклонов, где располагаются вершины теплых волн и точки окклюзии (2 случая) и осадки носят продолжительный обложной и ливневой характер. 1 случай данного ОЯ отмечался в результате прохождения холодного фронта с волнами. Данные фронтальные разделы были связаны с выходом западных (2 случая) и южных траекторий (1 случай) в стадии молодого циклона или максимального развития. При этом давление в центре циклонов составляло 980–985 гПа.

На рисунке 2 представлен случай выпадения очень сильного снега в Витебске при прохождении холодного фронта с волнами, связанного с выходом западноатлантического циклона.

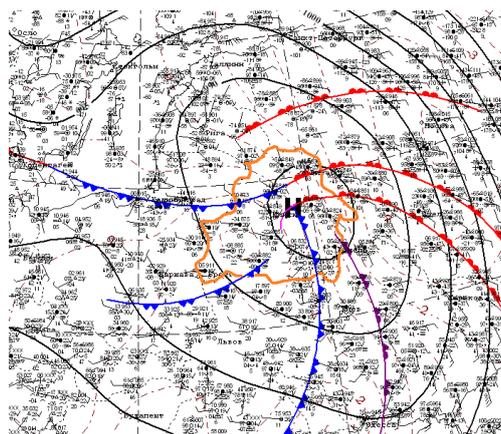


Рисунок 2 – Приземная синоптическая ситуация за 12.01.2016 г. 15 UTC при возникновении очень сильного снега в Витебске

Нижняя граница облачности (преимущественно слоисто-дождевые формы), с которой были связаны случаи выпадения очень сильного снега, располагалась, как правило, на высотах около 200 м, а верхняя граница – 3000 м. Индексы неустойчивости атмосферы при этом в основном имели следующие значения: CAPE – 0 Дж/кг (атмосфера устойчива), CIN – 0 Дж/кг (отсутствие конвекции), Li – 3–15 (устойчивое состояние атмосферы/глубокая инверсия), т.е. при прогнозе очень сильных (в т.ч. ливневых) осадков в холодный период года использовать индексы неустойчивости нецелесообразно.

Температура воздуха у земли находилась в пределах от $-1,0^{\circ}\text{C}$ до $-1,8^{\circ}\text{C}$ (исключением случай 12.01.2016, когда до прохождения фронта температура воздуха составляла $-13,6^{\circ}\text{C}$), на уровне изобарической поверхности АТ-850 также отмечалось наличие относительно теплой и влажной воздушной массы с температурами от $-2,0^{\circ}\text{C}$ до $-5,8^{\circ}\text{C}$ и дефицитами точки росы от $0,1^{\circ}\text{C}$ до $0,9^{\circ}\text{C}$.

У земли наблюдались слабые ветры северо-восточного направления, а на высотах в отличие от штормового ветра преобладали воздушные потоки юго-восточных, южных

направлений со слабыми скоростями: на уровне АТ-700 – 40-60 км/ч, на уровне АТ-500 – 40-90 км/ч, на уровне АТ-300 – 110-130 км/ч, что приводило к более медленному смещению циклонов и более продолжительному влиянию на погоду Беларуси.

Таким образом, по результатам анализа приземных метеорологических и высотных аэрологических условий возникновения очень сильного (в т.ч. шквалистого) ветра и выпадения очень сильного (в т.ч. ливневого) снега на территории Витебской области с ноября по март 1989-2022 гг. были сформированы следующие синоптические рекомендации к прогнозу этих ОЯ в холодный период года:

1) благоприятными условиями для возникновения очень сильного ветра являются: прохождение основных и вторичных холодных фронтов, фронтов окклюзии по типу холодного, связанных с выходом глубоких западных циклонов в стадии максимального развития; наличие теплой и относительно влажной массы у земли и на уровне АТ-850; существование слоя конвективной неустойчивости в атмосфере; использование индекса неустойчивости CIN; наличие струйных течений западного, северо-западного направления на изобарических уровнях АТ-700, АТ-500 и АТ-300;

2) благоприятными условиями для выпадения очень сильного снега являются: близость вершин теплых волн и точек окклюзии, а также прохождение холодных фронтов с волнами, связанных с выходом циклонов западных и южных траекторий в стадии молодого циклона или максимального развития; наличие относительно теплой и влажной массы у земли и на уровне АТ-850; наличие слабых южных, юго-восточных воздушных потоков на АТ-700 и АТ-500 и струйного течения на уровне АТ-300.

Список литературы

- 1 Архив карт и ТМС Белгидромета за 1989-2022 гг. – Ф.1 Оп.1 Д. Подлинник.
- 2 Логинов, В.Ф. Климат Беларуси / В.Ф. Логинов. – Минск: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 235 с.
- 3 Подгорная, Е.В. Особенности изменения климата Республики Беларусь за последние десятилетия / Е.В. Подгорная, В.И. Мельник, Е.В. Комаровская. – Минск: Белгидромет, 2015. – 120 с.
- 4 Положение о порядке использования цветовых кодов степени опасности гидрометеорологических явлений // Постановление Минприроды и МЧС РБ от 30 марта 2023 г. № 12/17. – С. 4.
- 5 ТКП 17.10-06-2008 (02120) "Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения" – Минск: Минприроды, 2008. – 34 с.
- 6 ThundeR - ERA5 sigma levels browser [Electronic resource] – Mode of access: http://www.rawinsonde.com/ERA5_Europe. – Date of access: 29.08.2023.

M. V. LUKSHA

THE LAWFULNESS OF THE FORMATION OF VERY STRONG WINDS AND VERY HEAVY PRECIPITATION IN THE COLD SEASON IN THE VITEBSK REGION

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
maril2010@mail.ru*

The study analyzes the hazardous hydrometeorological phenomena of the cold season: very strong (squally) wind and very heavy (shower) precipitation. The features of the spatial and temporal distribution and aerosynoptic conditions of the formation of hazardous phenomena from November to March for the period 1989-2022 in the territory of the Vitebsk region are revealed.

Key words: very strong wind, very heavy precipitation, cold season, surface synoptic conditions, high-altitude aerological conditions, Vitebsk region.

К. А. МАНЬКО, Г. Л. ОСИПЕНКО

ИЗУЧЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ ГОРОДА ГОМЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА «Я ХОЧУ ДРУЖИТЬ С ПРИРОДОЙ»

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

Статья посвящена изучению экосистем водных объектов города Гомеля на основе экологического маршрута. Экологический маршрут используется для повышения качества экологического образования и воспитания детей.

Ключевые слова: экологический маршрут, экологическое образование, экологическое воспитание.

Одним из методов повышения качества экологического воспитания и образования человека является изучение экосистем на основе экологического маршрута.

На сегодняшний день система образования устарела и не соответствует современным требованиям, обусловленными экологической ситуацией. Она практически не уделяет внимания экологическому просвещению, образованию и воспитанию, а ведь это отличная возможность вырастить новые поколения людей, способных перевернуть ситуацию в будущем.

Исследование будущего поможет всем странам мира решить самый насущный вопрос: как направить огромную по своим масштабам циркуляцию природных сил и ресурсов по пути, который будет удовлетворять потребности людей и не нарушать при этом экологические процессы.

Экологические маршруты позволяют воспитывать ребёнка через общение с природой, формировать высокую экологическую культуру поведения в природной среде, воспитывать гуманное отношение к природе, формировать систему экологических знаний и представлений, развивать эстетические чувства, участвовать в посильной деятельности по уходу за растениями и животными, по охране и защите природы [1].

Исходя из этого мы разрабатываем экологический маршрут «Я хочу дружить с природой».

В качестве объекта исследования взята водная среда. Малые водоемы города Гомеля пользуются большой популярностью у отдыхающего местного населения. Озера города по своим параметрам относятся к малым и очень малым (площадь 1–10 км² и 0,1–1 км²).

Началом экологического маршрута было выбрано Государственное учреждение образования «Средняя школа № 29 г. Гомеля», из-за своей непосредственной близости к одному из водных объектов, но может быть использован другими учреждениями образования г. Гомеля.

Первая станция – Волотовские озера, а если быть точнее, то Каскад озер «Волотовские». Это группа старичных озер в Железнодорожном районе Гомеля. Является местом обитания множества видов растений, включая водоросли и водные растения. Озера и прилегающие территории служат местом гнездования и миграции многих видов птиц. Это делает каскад озер «Волотовские» важным местом для сохранения биоразнообразия.

Вторая станция – озеро Волотовское. Это самое крупное озеро Волотовского каскада. Экосистема озера играет важную роль в поддержании экологического баланса в регионе.

Третья станция – озеро Дедно. Используется для сброса ливневых канализаций центральной части Гомеля. Концентрация чужеродной флоры поражает. Окрестности озера-отстойника – своеобразный участок местности для дальнейших инвазий.

Четвертая станция – озеро Бурое болото (Волотовской канал). Это искусственно созданное озеро. На берегах озера произрастает множество различных растений.

Пятая станция – озеро Обкомовское. Оно является пойменным озером, находящимся к северу от озера Володькино по правому берегу реки Сож. Оно является частью Волотовской протоки.

Шестая станция – озеро Шапор. Это пойменное озеро на левом берегу реки Сож в Новобелицком районе. Связано с руслом реки Новобелицким каналом. Состояние воды в Шапоре не контролируется, с близлежащих предприятий в него попадают ливневые стоки.

Седьмая станция – Любенское озеро. Оно находится в полукилометре от Роповского озера, в южной части Гомеля. Является озером пойменного типа и расположено в правой пойменной зоне реки Сож.

Восьмая станция – Озеро Роповское. Озеро пойменного типа, связано с рекой Сож двумя протоками. Название озера произошло от аббревиатуры РОП (районный отстойник плавсредств). В акватории озера расположены лодочная станция, гребная база и два пляжа с соответствующей инфраструктурой

Девятая станция – озеро Отолово в микрорайоне Шведская Горка. Это крупное пойменное озеро на юго-западной окраине Гомеля. С рекой Сож оно соединено небольшой протокой в восточной части. Озеро используется в рекреационных целях.

Десятая станция – озеро в парке «Фестивальный». Это озеро представляет собой устойчивую экосистему в миниатюре. В последние годы уровень воды в пруду заметно упал, вблизи берегов появились участки водной растительности.

Одиннадцатая станция – каскад озер «17-й карьер». Это группа искусственных озер в Железнодорожном районе Гомеля, в его западной части. Созданы на месте выработанного карьера по добыче строительного песка. Каскад включает в себя три небольших водоема.

Двенадцатая станция – озеро «9-й карьер» – небольшой водоем искусственного происхождения в Железнодорожном районе Гомеля, к востоку от каскада «17-й карьер».

Создан логотип экологического маршрута с целью привлечения интереса детей, вдохновляя на более глубокое понимание и уважение к окружающей среде (рисунок 1).



Рисунок 1 – Логотип экологического маршрута «Я хочу дружить с природой»

Экологический маршрут «Я хочу дружить с природой» находится в дальнейшей разработке и будет дополнен новыми станциями.

Список литературы

1 Осипенко, Г. Л. Использование учебного эколого-краеведческого маршрута «Солнечный» в школе для повышения качества экологического образования/Г. Л. Осипенко // Географические аспекты развития регионов: V межд. практ. конференция (Гомель, 25–26 мая 2023 года): сборник материалов/М-во образования Республики Беларусь, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, воронежский гос.ун-т, Гомельский обл. отдел оществ. Обр-ния «Белорусское географическое общество», Российский центр науки и культуры в Гомеле; редкол: А. И. Павловский (гл.ред) и др. – Электрон. текст. данные (74,2 МБ). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – С. 340–343.

K. A. MANKO, G. L. OSIPENKO

STUDY OF ECOSYSTEMS OF GOMEL CITY USING THE ECOLOGICAL ROUTE “I WANT TO BE FRIENDS WITH NATURE”

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
manko.karolina@bk.ru*

The article is devoted to the study of ecosystems of water bodies of Gomel city on the basis of an ecological route. The ecological route is used to improve the quality of environmental education and upbringing of children.

Key words: ecological route, ecological education, ecological upbringing.

К. М. МАТУСЕВИЧ

ГУМАНИЗМ У ТУРЫЗМЕ

*УА “Мазырскі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт імя І. П. Шамякіна”,
г. Мазыр, Рэспубліка Беларусь,
katarina.kovalchuk@gmail.com*

Час сучасных тэхналогій і эпоха капіталізму можа змяніць кола пачуццяў і адносін адзін да аднаго. Але заўсёды застаецца надзея, што чалавецтву пакінуць шанс на згубіць сябе. Кожны дзень людзі сутыкаюцца з сур’ёзным выбарам наводзін і думак да іншых, да прыроды да сябе. Беларуская гісторыя прадывкавала сённяшняе якаснае жыццё – яго каштоўнасць, непаўторнасць, выключнасць.

Ключавыя словы: гуманізм, турызм, смецце, дэкор алтара, ахова прырода

Гуманізм – чалавечнае ў чалавеку, узрастанне меры чалавечнасці ў грамадскіх адносінах. Адначасова гуманізм – сукупнасць поглядоў, што адлюстроўваюць годнасць і каштоўнасць чалавека.

У артыкуле мы будзем разглядаць не толькі гуманістачныя адносіны да чалавека, але і гуманістычныя адносіны чалавека да прыроды і наваколля.

Тэма артыкула вельмі цікавая і нават актуальная, таму што не толькі турызм Рэспублікі Беларусь адрозніваецца ад іншых краін, а нават і адносіны да прыроды. Чысціня на вуліцах Рэспублікі Беларусь і дарогах – беларускі брэнд. Наяўнасць смецця паўсюль у іншых краінах вельмі здзіўляе беларускіх гарамдзян. Тое смецце, якое раскідана ў лесе, на зямлі на жаль, з працягам часу выдзяляе дрэнныя малекулы ў паветра і ў ваду. Напрыклад, на тэрыторыі Турцыі вельмі шмат смецця.

На розных узроўнях падтрымліваецца тэма аховы прыроды. І адукацыя – не выключэнне. Сістэма адукацыі Рэспублікі Беларусь шматгранная, выхаваўчыя метады ўстаноў вельмі розныя, але ўсе дзейнічаюць у мэтах будучага пакалення і будучыні краіны. Так вельмі шмат конкурсаў праводзяцца на тэму аховы прыроды, напрыклад, адукацыйны праект “Зялёныя школы”, у межах якога школы - месца аховы кожнага вучня прыроды і складання толькі такога ўспрымання прыроды - не падпарадкаваць, а навучыцца жыць па яе правіламі.

Асобна тэма ў межах разглядаемага гуманізму звязана не толькі з адносiнамі і праектамі для дзяцей, але і адносна адносін да адзін аднаго - адносіны да чалавека у нашай краіне звязана з асаблівай памяццю падзей у гады Вялікай айчыннай вайны. Лютаснае знішчэнне мірных жыхароў на тэрыторыі беларускай зямлі - тыя гістарычныя абставіны, якія фарміравалі каштоўнасць кожнага, хто застаўся ў жывых. Трэба адзначыць і якасную дзяржаўную палітыку Рэспублікі Беларусь - усе жыхары маюць магчымасць сацыяльнай аховы. Медыцына мае напрамак дапамогі, а не эканомікі. Але трэба падкрэсліць, што ў межах развіцця медыцынскага турызму, шмат устаноў прымаюць замежных пацыентаў.

Асаблівае месца ў артыкуле і тэмай разважання павінна стаць наведванне тэрыторый, забруджаных пасля выбуху на Чарнобыльскай АЭС. Іншыя краіны на працягу многіх гадоў зараблялі на гэтай тэме грошы, а ў нашай краіне толькі ў апошні час дазваляюць зацікаўленых наведаць радыялагічны запаведнік. Так на сайце ўстановы “Палескі дзяржаўны радыяцыйна-экалагічны запаведнік” мы знойдем наступныя звесткі: “Мы клапацімся аб нашых гасцях і аб іх здароўі - нашы маршруты абсалютна бяспечныя. За адзін дзень поўнафарматнай экскурсіі ў Палескім запаведніку Вы атрымаеце дозу радыяцыйнага апраменьвання прыкладна як за адну гадзіну палёту ў самалёце” [1].

На гэтым сайце мы знойдем звесткі для грамадзян, у якіх парушаны зрок. Увогуле інклюзія для жыхароў краіны і для замежных турыстаў заўсёды ў цэнтры ўвагі, нават

праходзяць навуковыя пасяджэнні і канферэнцыі наконт гэтай тэмы. Так у БДУ (Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт) разглядаецца інклюзія ў межах вучэбнай праграмы “Міжнародны турызм”.

Станаўленне да людзей з дадатковымі патрэбнасцямі – паказчык сталасці грамадства. Забяспечана сацыяльная серада для інвалідаў, у тым ліку з мэтай наведвання розных цікавых мясцін.

Так Музей “Нясвіжскі палац” прапануе паслугу: аглядная экскурсія для наведвальнікаў з парушэннем зроку. Маршрут экскурсіі ўключае тэрыторыю палацавага комплексу і экспазіцыйныя залы першага паверха. Прадугледжана тактыльнае знаёмства з макетамі найбольш значных экспанатаў, а таксама з арыгінальнымі прадметамі экспазіцыі. Запрашаем сацыяльныя арганізацыі і індывідуальных наведнікаў.

Нацыянальны гісторыка-культурны музей-запаведнік “Нясвіж” рэалізуе праект па адаптацыі Нясвіжскага палаца Радзівілаў для людзей з парушэннямі зроку, у рамках якога распрацавана экскурсія для слабавідушчых і невідушчых наведвальнікаў. У экскурсію гэтага праекту ўваходзіць тэрыторыя двара і некалькі экспазіцыйных залаў Палаца Радзівілаў. Значным аб'ектам Капліцы з'яўляецца алтар. Менавіта з мэтай найбольш поўнага ўяўлення аб форме і дэкоры алтара выкарыстоўваецца яго тактыльны макет.

Стварэнне 3Д-макета алтара, а таксама тэсціраванне гатовай экскурсіі праходзілі ў цесным супрацоўніцтве з Брацтвам у гонар Праабражэння Гасподняга прыхода храма Святой Жываначальнай Троіцы аграгарадка Салтанаўшчына Нясвіжскага благачыння Слуцкай епархіі і непасрэдна з яго духоўнікам, протаіерэем Алегам Аляксандравічам Абрамовічам.

Часовая экспазіцыя “Цудатворны Жыровіцкі абраз Божай Маці ў камені” папоўнілася яшчэ адным экспанатам, прызначаным для людзей са слабым зрокам і невідушчых. Абраз Казанскай Багародзіцы выканана з чорнага мармуру, лікі святых з напаякаштоўнага оніксу ў аб'ёмна-рэльефнай тэхніцы. Гэта дапаможа усім наведвальнікам па-сапраўднаму “ўбачыць” абраз, усвядоміць вобразы намаляваных святых. Кончыкамі пальцаў атрымаць інфармацыю аб арыгінальным палатне-контурах, памерах, дэталях і тэкстуры. Рэльефная ікона суправаджаецца аўдыёдэскрыпцыяй, што дазволіць у поўнай меры адчуць глыбіню і сэнс твора.

У Малой выставачнай зале Палацавага ансамбля дзейнічае ўнікальная выстава работ беларускага маэстра каменеапрацоўкі А.В. Папельскага, прысвечаная духоўнай святыні Беларусі — чудатворнай Жыровіцкай іконе Божай Маці.

У рамках выставы можна ўбачыць звыш 70 выяў шырокавядомага іканаграфічнага зводу Жыровіцкай іконы ў розных тэхніках каменеапрацоўкі натуральных камянёў: мармуру, оніксу, траверціну, кварцыту. Усе прадметы з'яўляюцца рэлігійнымі атрыбутамі-абразамі, якія былі ўцаркоўлены і створаны па дабраславенню праваслаўнай царквы [2].

Усё вышэйпералічанае мае не толькі крыніцы мінулага, але і тое матэрыяльнае, што пакінулі нам класікі беларускай літаратуры. Іх творы – энцыклапедыя нашага жыцця. Роля маралі мае значнае месца ў нашым грамадстве. Лепшыя рысы савецкай гісторыі прыжыліся і ў сучасным беларускім грамадстве - так сярод людзей існуюць аднолькавыя адзін да аднаго адносіны і жаданне працаваць не толькі дзеля заробку грошай, але і каб унесці вынік сваёй працы ў агульную гісторыю жыцця краіны.

Ніжэй звернемся да прыкладаў – выразаў і яскравых думак майстроў слова, беларускага слова. Асаблівае месца асвечанах многімі аўтарамі беларускіх твораў з'яўляецца Палесе, жыццё якога навучыла людзей прыслухоўвацца да прыроды, яе законам, а не падпарадкоўваць.

Творы Івана Мележа, Івана Шамякіна, Івана Навуменка – тое, што павінен прачытаць кожны жыхар нашай краіны, а з мэтай навучыцца бачыць прыгажосць прыроды і яе адметнасць – кожны жыхар сусвету.

Часам пра прыгажосць некаторых мясцін хочацца нават “крычаць”, каб і іншых людзі пачулі гэта.

Так у творах Мележа мы знойдзем: “Спахмурнеў, убачыўшы за рогам хлява навод-
даль сіняваты ельнічак, бурытыновую рыску пяску, - угадаў там нявідную дасюль красу
Прыпяці” [3, с. 119].

– Яны шлі моўчкі па ледзь прыкметнай у гушчары арэшніку сцежцы.

– Мікалай з радасцю пазнаваў мясціны, праз якія яны праходзілі. З кожнай з іх былі
звязаны цікавыя і шчаслівыя ўспаміны дзяцінства. Асабліва добра ён памятаў гэты
стары лес: магутныя хвоі, дубы і бярозы, а пад імі – густы арэшнік. Месца тут ня-
роўнае – то высокая гара, то глыбокая нізіна, і славілася яно арэхамі, грыбамі і ягадамі.
У ранішнім змроку на соснах бялелі раны старой падсочкі. Яму чамусьць па-дзіцячы
стала шкада гэтых старых параненых сосен.

– Сіратліва стаялі адзінокія хвоі – альбо вельмі тонкія, альбо нізкарослыя і сука-
ватыя, якія не былі прыгодны для будоўлі, а на дрова – іх цяжка калоць.

У Максіма сціснула сэрца ад жалю і крыўды...

– Віка глядзела яму ў след і...не думала пра яго. Яна раптам пачула дзіўную музыку,
сумную і ўрачыстую. Здалося, што звянец, спяваюць сняжынкі. Яна прыслухалася з бо-
яззю. Раней яна толькі бачыла прыгажосць фарбаў у навакольным свеце, умела ад-
розніць у белым снезе іншыя колеры і адценні. Але ніколі не чула, каб снег і ўсё наваколле
пачало гучаць такой вось незвычайнай музыкай [4, 5, 6].

Кожны сказ твораў беларускіх класікаў – нататак паводзін абавязковае да вы-
канання, каб застацца чалавекам.

Такім чынам падвядзем вынікі: адментнае геаграфічнае становішча краіны, жудас-
нае мінулае, адданасць беларусаў Радзіме, каштоўнасць кожнага – сацыяльнае асяроддзе
нашага жыцця, якое прапісана ў нашым культурным кодзе.

Спіс літаратуры

1 Гісторыя запаведніка [Электронны рэсурс] // ДПНДУ “Палескі дзяржаўны
радыяцыйна-экалагічны запаведнік”. – Рэжым доступа: <https://zapovednik.by/o-zapovednike/istoriya-zapovednika>. – Дата доступа: 20.05.2024.

2 Даступнасць і інклюдзія [Электронны рэсурс] // Нацыянальны гісторыка-культурны
музей-запаведнік «Нясвіж». – Рэжым доступа: <https://niasvizh.by/be/posetitelyam/dostupnost-i-inklyuziya/?ysclid=1w3elou1tq447775446>. – Дата доступа: 20.05.2024.

3 Мележ, І. Людзі на балоце / І. Мележ. – Мінск: Маст. літ., 2008. – 444 с.

4 Шамякін, І.П. Збор твораў, том 18, Раман Зеніт / І.П. Шамякін // Мінск: Мастацкая
літаратура, 2014. – 575 с.

5 Шамякін, І.П. Збор твораў, том 9, Раман / І.П. Шамякін. – Мінск: Мастацкая
літаратура, 2012. – 413 с.

6 Шамякін, І.П., Збор твораў, том 6, аповесці 1994-1996 / І.П. Шамякін. – Мінск:
Мастацкая літаратура, 2011. – 582 с.

K. MATUSEVICH

HUMANISM IN THE TOURISM

*Mozyr State Pedagogical University named after I. P. Shamyakin,
Mozyr, Republic of Belarus,
katarina.kovalchuk@gmail.com*

*The now time and capitalism attitude can lead to different feelings. But there is the chance to save
the inner life of humanity. Each day people face the problem to choose the way to react to the
situations. The history of Belarus is the reason of quality life now.*

Key words: humanism, tourism, rubbish, altar decors, protection of the nature.

А. Ф. МАХИНОВА¹, Т. А. ЗАХАРЫЧЕВА², А. С. ШИРОКОВА³

**ВЛИЯНИЯ АЭРОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ
ПРИ ВЫСОКОЙ ЗАДЫМЛЕННОСТИ В ПЕРИОД ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ
(НА ПРИМЕРЕ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ)**

¹*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
г. Хабаровск, Российская Федерация,
mahinova@iver.as.khb.ru,*

²*Дальневосточный государственный медицинский университет,
г. Хабаровск, Российская Федерация,
dolika@inbox.ru,*

³*КГБУ, Краевой диагностический центр Министерства здравоохранения
Хабаровского края «Вивея»,
г. Хабаровск, Российская Федерация,
shirokova@mail.ru*

Ликвидация лесной службы в России расширила географию лесных пожаров. Концентрации в атмосферном воздухе продуктов горения CO, N₂O и NO, превышающие три ПДК, приводят к ишемии мозга и способствуют развитию церебро-васкулярных заболеваний (ЦВЗ). Пожары в Хабаровском крае (1998, 2016) и Московской области (2010) показали, что пациенты в возрасте «65+» составляют группу высокого риска развития нарушений мозгового кровообращения.

Ключевые слова: лесные пожары, задымленность, продукты горения, концентрация и токсичность, заболевания (ЦВЗ), инфаркт мозга.

Лесные пожары, как неконтролируемый процесс, относятся к стихийным бедствиям. Неконтролируемый процесс горения лесов – источник глубоких социальных потрясений с огромными материальными потерями и, нередко, гибелью людей. Близость и размеры очагов возгораний играют важную роль в загрязнении атмосферного воздуха и являются прямой угрозой для мест обитания человека. Центрами зарождения мощных очагов возгорания в Хабаровском крае являются массивы хвойных лесов с высоким содержанием смолистых веществ. Только в Нижнем Приамурье Хабаровского края, с населением около 1 млн человек, леса занимают более 70 % территории. Катастрофические пожары здесь случаются ежегодно и, к великому сожалению, будут повторяться. Поэтому природное загрязнение атмосферного воздуха веществами пирогенной природы, как одна из причин развития ЦВЗ и онкологических заболеваний, требует к себе самого пристального внимания со стороны экологов и медицинских работников. В связи с тем, что лесные пожары представляют реальную опасность здоровью населения, актуальным в настоящее время является изучение географии очагов возгораний (ландшафты, площадь возгораний, продолжительность горения), загрязнение атмосферного воздуха токсичными веществами и санитарно-эпидемиологическая ситуация в населенных пунктах.

Ликвидация лесной службы и отсутствие мотивов сбережения лесов расширили географию пожароопасных явлений и их негативных последствий в Дальневосточном регионе. За последние десятилетия ущерб природной среде в денежном эквиваленте увеличился почти в 2,6 раза, а обострение экологических проблем явилось одной из причин роста числа ЦВЗ в крае. Так, Хабаровск по смертности и инвалидизации населения от инсультов занимает 2-е место в России, а среднестатистический показатель количества ЦВЗ на 100 тыс. нас. в крае выше общероссийского в 2,4 раза.

Высокое содержание в атмосферном воздухе угарного газа, обладающего сродством к гемоглобину в 240 раз большим, чем кислород, приводит к падению кислородной

емкости крови и возникновению церебральной гипоксии. В зарубежной литературе представлены сведения о том, что длительная экспозиция задымленного воздуха с высокими концентрациями СО и N₂O активизирует мутагенные процессы, снижает репродуктивность женщин [1, 2]. Однако эти явления изучены мало. Медико-географический анализ результатов аэрогенной нагрузки в пожароопасный период позволит оценить риски поражения центральной нервной системы (ЦНС) у населения Хабаровского края. Пожары лесные могут быть низовыми, верховыми (беглыми) и сплошными.

Отдельно выделяют торфяные пожары, которые характеризуются особой длительностью и составом выбросов токсических веществ. *Низовые пожары* возникают при поджогах, их удельный вес составляет 80 % общего количества очагов возгораний. Скорость продвижения огня в лиственных лесах около 3 м/мин, высота пламени – 1–2 м; в хвойных лесах скорость достигает 5–15 м/мин, а при проективном покрытии ситуация становится неконтролируемой. *Верховые пожары* наблюдаются в хвойных лесах, контактирующих с очагами возгораний в лиственных лесах. При высоких температурах огонь «забегает» на крону хвойных деревьев (беглые). Эти пожары характеризуются высокой скоростью продвижения огня по кронам деревьев - до 30 км/ч, а в Австралии (2019-2020) – до 50 км/ч (рисунок 2). *Сплошные пожары* возникают, когда низовые пожары достигают критических площадей возгорания, где высокая температура способствует самоподдержанию сплошного пламени. Сплошные пожары очень опасны, они поддерживают высокую температуру на больших расстояниях, что приводит к свертываемости белковых форм органических веществ, резкому повышению температуры в водоемах.

Ущерб таких пожаров ощущается в планетарных рамках. В крае сплошные пожары случились в районе хребта Магу, когда три очага возгораний «слились» в единый и ситуация вышла из-под контроля. Скорость продвижения огня достигала почти 30 км/час (рисунок 3).



Рисунок 1 – Смок (Москва, 2010) [3]



Рисунок 2 – Австралия [4]



Рисунок 3 – Хребет Магу [5]

Очаги возгораний в окрестностях Хабаровска (1998, 2001, 2013–2016, 2022) составляли 1,4–2 млн га, пламя бушевало на протяжении 5–6 мес., что способствовало развитию катастрофической ситуации в населенных пунктах. В атмосферный воздух было выброшено до 8–10 т/га дымовых частиц и около 2–3 т смеси газов.

Известно, что качество воздуха характеризуют следующими показателями: **СИ** – коэффициент превышения реальной концентрации вещества его ПДК, **НП** – повторяемость превышения над ПДК и **ИЗА** – суммарным индексом загрязнения атмосферы.

К наиболее опасным загрязняющим веществам (ЗВ) относят оксид углерода (СО), а также оксиды азота и серы (NO₂, NO, SO₂), удельный вес (УВ) которых в период лесных пожаров преобладает в составе дыма. В 1998 г. УВ ЗВ в дыме достигал 70 %, а в 2001 и 2016 гг. – 65 %. Задымленность в 1998 г. была сильнее и продолжительнее по времени, однако токсичность дыма в 2001 и 2016 гг. была значительно выше. Это объясняется постоянным преобладанием в составе дыма диоксида азота (NO₂) вследствие выбросов в атмосферный воздух продуктов горения торфа [6].

Очаги возгораний влияют на *тепловое загрязнение* окружающей среды (ОС), что обусловлено повышенным содержанием в атмосферном воздухе ЗВ – сажи и пыли. Пыль и сажа в концентрациях, превышающих ПДК, являются источником излучения и в дополнение к тепловому загрязнению стимулируют химические и биохимические процессы. Большое количество радиоактивных изотопов (углерод, марганец, свинец и др.), содержащихся в саже, неблагоприятно воздействуют на физиологические процессы живых организмов. Выделяют реальные и эффективные *концентрации химических веществ*, превышающие в атмосферном воздухе ПДК. *Реальные* концентрации ЗВ, токсичность которых оценивается в ПДК, обуславливают пассивный обмен, стремятся к выравниванию градиентов концентраций и представляют меньшую опасность. *Эффективные* концентрации ЗВ более токсичны для человека, их токсичность характеризуется суммарным эффектом баланса ЗВ и рассчитывается по формуле:

$$dC_t = K * [2,3 / \lg C_0 / C_t \text{ NG}(\text{Co}),$$

где C_t – эффективная концентрация загрязняющих веществ в момент времени t ;

K – коэффициент токсичности;

C_0 / C_t – исходные и промежуточные концентрации веществ;

$\text{NG}(\text{Co})$ – физико-химические концентрации веществ [7].

Однако анализ соответствия токсичности концентраций ЗВ в атмосферном воздухе возникновению специфического заболевания - токсического альвеолита, как наиболее достоверного доказательства использования расчетов по этой формуле, - в данной конкретной ситуации не анализируется.

Заболелаемость ЦВЗ среди населения различных возрастных групп изучена в период лесных пожаров, имевших место в июле – ноябре в Хабаровск (1998, 2001) и в Москве (2010). В указанное время было пролечено более 700 пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения (ОНМК), что составило 70 % зарегистрированных случаев по обращаемости в целом [8]. Обнаружено, что лица пожилого возраста («65+») с ЦВЗ составили группу риска развития инсульта и декомпенсации хронической ишемии мозга (ХИМ). У пациентов 50–60 лет мозговой кровоток достигал 20 % от нормальной величины (10–15 мл/100г/мин), что сопровождалось деполяризацией мембран, – главного критерия необратимости поражения клеток. В 20 % случаев причиной ишемических инсультов стала кардиогенная эмболия. Такой подтип инсульта развивался в первые 2–3 мес. задымленности у пациентов с ревматическими пороками сердца, мерцательной аритмией различного генеза и инфарктом миокарда (чаще в остром периоде заболевания). Нарушению механизмов кровообращения в организме человека предположительно, способствуют высокие концентрации токсических продуктов горения – СО, N₂O, NO, которые вызывают патологические реакции, приводящие к ишемии мозга. У детей в возрасте 5–13 лет в период задымленности отмечено появление своеобразной бронхопневмопатии с симптомами одышки, сухого кашля, крепитацией и хрипами при аускультации, двусторонним усилением легочного рисунка на рентгенограмме, которая успешно курировалась глюкокортикоидами и бронхолитиками [9].

Озабоченность медицинской и экологической общественности вызывает отсутствие оценки связи показателей здоровья с экологическими факторами и регулярного мониторинга этих показателей. Поэтому исследования по экологическому контролю и прогнозированию рисков опасности для здоровья населения в пожароопасный период в настоящее время являются актуальными, а разработка комплексных мероприятий по защите и охране здоровья населения будет способствовать парадигме современной эпидемиологии - борьбы с эпидемией неинфекционных заболеваний XXI века [10].

Список литературы

- 1 Hu, H.; Guo, Q.; Lv, X.; Sun, L. Estimating carbon emissions from forest fires during 1980 to 1999 in Daxing'an Mountain, China.
- 2 Махинова А.Ф. Дым лесных пожаров и невольные заложники природных экспериментов // Ж. Восток России, Корея, 2004. с. 47-52
- 3 https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BC%D0%BE%D0%B3_%D0%B2_%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B5_%282010%29 (обр. 18.03.2024).
- 4 <https://www.ixbt.com/news/2022/08/26/prirodnje-pozhary-v-avstralii-vyzvali-ilnejshij-nagrev-stratosfery-za-poslednie-30-let.html> (обр. 19.03.2024).
- 5 <https://todaykhv.ru/news/incident/66777/> (обр. 19.03.2024).
- 6 Махинова А.Ф. Добрых В.А., Захарычева Т.А. Прянишникова Г.А. Оценка экологического риска в г. Хабаровске, обусловленного лесными пожарами и высокой степенью задымленности // Амур на рубеже веков. Ресурсы, проблемы, перспективы: Материалы международной конф. - Хабаровск, 1999. - Ч.2. - С.20-22.
- 7 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.-Л: Гидрометеиздат, 1987. 93 с.
- 8 Захарычева Т.А., Хелимский А.М., Махинова А.Ф., Прянишникова Г.А. Влияние пожаров в лесах Хабаровского края на состояние здоровья лиц с цереброваскулярными заболеваниями // Дальневосточный медицинский журнал, 2002. С. 43-48.
- 9 Добрых В.А., Гонохова Л.Г., Тарасевич В.Ю., Пичугина С.В., Махинова А.Ф., Рябкова В.А. Влияние дыма лесных пожаров на течение болезней органов дыхания // *Пульмонология*. 2000;(3): 25-29 с.
- 10 Seitzinger, S.P.; Gaffney, O.; Brasseur, G.; Broadgate, W.; Ciais, P.; Claussen, M.; Erisman, J.W.; Kiefer, T.; Lancelot, C.; Monks, P.S.; et al. International Geosphere –Biosphere Programme and Earth system science: Three decades of co-evolution. *Anthropocene* 2015, 12, 3–16.

A. F. MAKHINOVA¹, T. A. ZAKHARYCHEVA², A. S. SHIROKOVA³

**INFLUENCE OF AEROGENIC LOAD ON POPULATION HEALTH
DURING HIGH SMOKE DURING FOREST FIRES
(FOR EXAMPLE KHABAROVSK TERRITORY)**

¹*Institute of Water and Ecological Problems, Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences,
Khabarovsk, Russian Federation,
mahinova@ivep.as.khb.ru,*

²*Far Eastern State Medical University,
Khabarovsk, Russian Federation,
dolika@inbox.ru,*

³*KGBU, Regional Diagnostic Center of the Ministry of Health
of the Khabarovsk Territory "Vivea",
Khabarovsk, Russian Federation,
shirokova@mail.ru*

The liquidation of the forest service in Russia has expanded the geography of forest fires. Concentrations of combustion products CO, N₂O and NO > 3 MAC in atmospheric air cause the development of CVD, leading to cerebral ischemia. The forest fires in Khabarovsk Territory (1998, 2016) and Moscow Region (2010) showed that patients aged 65+ constitute a risk group in which cerebrovascular accidents and the development of stroke are the greatest.

Key words: forest fires, smoke, combustion products, concentrations and toxicity, cerebrovascular diseases (CVD), cerebral infarction.

О. Б. МЕЖЕННАЯ, Э. Н. ШАРИНЕЦ

**ОЦЕНКА ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЗАПАСОВ
ТРЕТЬЕГО КАЛИЙНОГО ГОРИЗОНТА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ШАХТНОГО ПОЛЯ КРАСНОСЛОБОДСКОГО РУДНИКА
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
mezennaia-o@mail.ru, sharinets.elya15@gmail.com*

Статья посвящена оценке подготовленности запасов третьего калийного горизонта северо-восточной части шахтного поля Краснослободского рудника для промышленного освоения и технико-экономические показатели. В данной статье дана краткая геологическая характеристика объекта исследования, инженерно-геологические условия работ, запасы калийных солей по продуктивным пластам и технико-экономические показатели.

Ключевые слова: отложение, месторождение, калийный горизонт, запасы калийных солей, инженерно-геологические условия работ, кондиции.

Старобинское месторождение калийных солей расположено в пределах Припятского калийного бассейна на юго-востоке Республики Беларусь. В пределах бассейна на кристаллических породах верхнего докембрия залегают девонские отложения, которые подразделяются на подсолевую, нижнюю соленосную, межсолевую, верхнюю соленосную и надсолевую толщу. Мощность каждой составляет от нескольких десятков до нескольких сотен и даже тысяч метров. Калийные горизонты залегают верхней соленосной толще. Надсолевая толща представлена глинисто-мергелистыми породами по всей площади бассейна, перекрыта ледниковыми отложениями мощностью 70-90 м.

На месторождении развиты 4 калийных горизонта (I, II, III и IV), из которых в настоящее время эксплуатируются I, II, III.

Третий калийный горизонт хорошо изучен, вскрыт на глубине от 451 до 1083 м. Состоит из трех пластов: нижнего сильвинитового, среднего глинисто-карналитового и верхнего сильвинитового. Верхний слой отнесен к непромышленным, глинисто-карналитовый пласт залегают в кровле нижнего сильвинитового пласта. Содержит много газов и осложняет разработку нижнего сильвинитового пласта, который является основным рабочим пластом. Нижний сильвинитовый пласт состоит из 7-ми сильвинитовых слоев, между которыми располагаются слои каменной соли. Отрабатываются 4 сильвинитовый слой (мощностью 0,8–1,4 м) и 2-ой и 3-ий сильвинитовые слои (мощностью 1,6–2,3 м).

Доразведка Третьего калийного горизонта была проведена с целью обеспечения поддержания производственной мощности Второго рудоуправления на заданном уровне и продления срока службы рудника.

Изучение производилась в пределах Старобинского месторождения калийных и каменной солей в северо-восточной части шахтного поля Краснослободского рудника Второго рудоуправления. В административном плане находится в Чижевическом сельсовете Солигорского района Минской области, в 13,5 км на север от г. Солигорска.

Представляет собой многоугольник неправильной формы площадью 167,4 га. Вытянут с юго-запада на северо-восток, его длина составляет до 2,30 км, ширина – до 1,05 км, на юге и юго-востоке примыкает к горному отводу Краснослободского рудника по Третьему калийному горизонту.

По результатам проведения в пределах объекта исследования наземных геолого-разведочных работ (пробурена скважина № 152) и доразведки (19 подземных пунктов опробования) изучено геологическое строение, уточнено пространственное положение и морфология залежи калийных солей Третьего горизонта, а также форма и условия залегания, мощность и качество продуктивных пластов 2÷3 и 4.

В целом инженерно-геологические условия района работ классифицируются как средней сложности. Принимая во внимание, что участок находится в районе со сложным тектоническим строением, в зоне выклинивания, в процессе проходки горных (геолого-разведочных) выработок необходимо выполнять регламентные работы, в соответствии с Инструкцией по производству геологоразведочных работ на рудниках ОАО «Беларуськалий» [2] и Правилами по обеспечению промышленной безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений Республики Беларусь [1].

В соответствии с параметрами постоянных кондиций на калийные соли в пределах геологического отвода подсчитаны запасы руд Третьего калийного горизонта совместно по сильвинитовым слоям 2, 3 и промежуточному слою (2-3) каменной соли, а по сильвинитовому слою 4 – отдельно.

Суммарные запасы по продуктивным пластам 2÷3 и 4 в пределах площади развития Третьего калийного горизонта северо-восточной части шахтного поля Краснослободского рудника Второго рудоуправления по категориям А+С₁ составляют 6282,87 тыс. т (2019,11 тыс. т в пересчете на КС1 или 1275,68 тыс. т в пересчете на К₂O), в том числе по категориям: А – 2484,81 тыс. т (808, 14 тыс. т в пересчете на КС1 или 510,59 тыс. т в пересчете на К₂O); С₁ – 3798,06 тыс. т (1210,97 тыс. т в пересчете на КС1 или 765,09 тыс. т в пересчете на К₂O).

В северо-восточной части шахтного поля Краснослободского рудника Второго рудоуправления Старобинского месторождения соотношение соответствующих категорий по количеству разведанных запасов выдерживается. Достоверность подсчета запасов калийных солей подтверждена следующим:

- разведкой Третьего калийного горизонта (он опробован в скважине № 152 и 19-ти пунктах подземного опробования);
- выполнением внутреннего и внешнего контроля опробования по северо-восточной части Краснослободского рудника;
- материалами сейсморазведочных работ;
- соответствующей точностью плановой и высотной привязок выработок;
- достаточной точностью измерения площадей подсчетных блоков.

Учитывая то, что в целом запасы соответствуют существующим постоянным кондициям, а предприятие ОАО «Беларуськалий» работает достаточно эффективно, оценивались исключительно приходная горно-геологическая часть (таблица 1).

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели (приходная горно-геологическая часть)

Наименование показателей	Единица измерения	Значения
1	2	3
1. Разведанные геологические запасы сырых солей	тыс. т	6 282,87
2. Среднее содержание КС1 в руде разведанных запасов	%	32,14
3. Разведанные геологические запасы в пересчете на полезный компонент:		
– КС1	тыс. т	2 019,11
– К ₂ O	тыс. т	1 275,67

Окончание таблицы 1

1	2	3
4. Извлечение полезного компонента из недр	%	50,00
5. Промышленные запасы:		
– сырых солей в натуре	тыс. т	3 141,44
– в пересчете на KCl	тыс. т	1 009,56
– в пересчете на K ₂ O	тыс. т	637,84
6. Разубоживание	%	25,00
7. Эксплуатационные запасы:		
– сырых солей в стандарте	тыс. т	4 039,47
– в пересчете на KCl	тыс. т	969,47
– в пересчете на K ₂ O	тыс. т	612,51
8. Среднее содержание KCl в руде эксплуатационных запасов	%	24,11
9. Годовая производительность (III горизонт)		
– по добыче и переработке руды в натуре	тыс. т	1 000,00
– по добыче и переработке руды в стандарте	тыс. т	1 095,91
– по выпуску продукции (валовый выпуск) в стандартном выражении (95 % KCl)	тыс. т	220,82
– в стандартном выражении (95 % KCl)	тыс. т	219,55
– в 100 % K ₂ O	тыс. т	138,71
10. Основные показатели обогащения минерального сырья:		
– выход концентрата	%	22,08
– извлечение компонента в концентрат-полуфабрикат (технологическое)	%	87,01
– извлечение компонента в конечную товарную продукцию (товарное)	%	86,51
– извлечение компонента из концентрата в конечную товарную продукцию	%	99,43
11. Срок обеспеченности предприятия запасами III калийного горизонта	лет	4

Таким образом, запасы калийных солей нижнего продуктивного пласта Третьего калийного горизонта в пределах исследуемого участка считаются подготовленными к промышленному освоению.

Список литературы

1 Правила по обеспечению промышленной безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений Республики Беларусь, утв. постановлением МЧС Республики Беларусь от 30.08.2012 № 45

2 Инструкция по производству геологоразведочных работ на рудниках ОАО «Беларуськалий». Минск-Солигорск, 2016.

O. B. MEZHENNAYA, E. N. SHARINETS

**ASSESSMENT OF RESERVES READINESS
THE THIRD POTASSIUM HORIZON OF THE NORTH-EASTERN PART
OF THE MINE FIELD OF THE KRASNOSLOBODSKIY MINE
FOR INDUSTRIAL DEVELOPMENT
AND TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS**

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
mezennaia-o@mail.ru, sharinets.elya15@gmail.com*

The article is devoted to the assessment of the reserves readiness of the third potash horizon of the north-eastern part of the mine field of the Krasnoslobodsk mine for industrial development and technical and economic indicators. This article provides a brief geological description of the research object, engineering and geological conditions of work, reserves of potassium salts in productive layers and technical and economic indicators.

Key words: deposit, deposit, potassium horizon, reserves of potassium salts, engineering and geological conditions of work, conditions.

Л. А. МЕЖОВА¹, А. М. ЛУГОВСКОЙ², В. В. КУЛЬНЕВ³, А. Н. КИЗЕЕВ⁴

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЗОНЕ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный педагогический университет»,
г. Воронеж, Российская Федерация,
lidiya09mezhova@yandex.ru,

²Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Московский государственный университет геодезии и картографии»,
г. Москва, Российская Федерация,
alugb1@yandex.ru,

³Центрально-Черноземное межрегиональное управление
Федеральной службы по надзору в сфере природопользования,
г. Воронеж, Российская Федерация,
kulneff.vadim@yandex.ru,

⁴Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр
гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты
прав потребителей и благополучия человека,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
a.kizeev@s-znc.ru

Рассматривается актуальная природоохранная задача – оценка степени влияния экологического туризма на особо охраняемые природные территории. Показано, что в случае организации экологического туризма на ООПТ в виде малых групп туристов имеет место быть незначительное воздействие на заповедные ценозы.

Ключевые слова: дигрессия, маршрутная емкость, методика оценки, ООПТ, рекреационная деятельность, экологический туризм.

Человек, посещающий природные уголки, слабо затронутые хозяйственной деятельностью или полностью изъятые из нее, вольно или не вольно, оказывает на них определенное воздействие. Когда количество посетителей значительно, а устойчивость природных комплексов сравнительно невысока, влияние человека становится не только заметным, но и может оказываться разрушительным как по отношению к отдельным природным компонентам, так и ко всему комплексу в целом.

Воздействие посетителей на природу вызывает ответную реакцию с ее стороны. Схема взаимодействия посетителей с природной средой настолько сложная и многофакторная, что даже при проведении очень детальных разработок остается задачей со многими неизвестными, однако возможно выделить ряд наиболее очевидных факторов негативного влияния туристской деятельности. Главным среди них является вытаптывание.

Специальные исследования во многих уголках России и в сопредельных странах показывают, что проблема эта очень серьезна и особенно затрагивает окрестности крупных городов: оказывается, простое хождение по пригородному лесу, который зачастую является особо охраняемой природной территорией местного/регионального значения, воздействует на него более сильно, нежели общее загрязнение воздушного бассейна.

При вытаптывании территории происходит, прежде всего, уплотнение и иссушение почвы. Нарушается ее структура, снижаются воздухопроницаемость и влагопроницаемость; на наклонных участках происходят смыв почв и линейная эрозия, ведущая к образованию оврагов. На песчаных грунтах, возможно, начало ветровой эрозии, т.е. развеивания почв. Наиболее заметно изменяется растительный покров: постепенно исчезают лесные виды трав, уступая место лесо-луговым, луговым и, наконец, сорным.

Последние, оказываются сильнее всех остальных в борьбе за влагу и питательные вещества почвы, и, потому, на вытоптаных участках можно встретить, чаще всего, лишь подорожник, птичью гречишку (спорыш), и низкорослый пырей.

В результате вымывания почвы обнажаются корни деревьев, что приводит к ослаблению и гибели последних. Процесс довершают насекомые-вредители. В первую очередь гибнут обычно хвойные породы: ель, обладающая поверхностной корневой системой, и сосна, которая на песчаных грунтах быстро теряет почву под корнями. Их место при благоприятных условиях занимают вторичные лиственные породы: береза, осина, ольха, ива. С болезнью деревьев ослабляется их способность к самовозобновлению – основному показателю жизнеспособности лесного ландшафта: деревья начинают плодоносить не каждый год и в гораздо меньшем объеме, семена подчас оказываются не в состоянии укорениться в плотной почве или прорасти сквозь нее, погибают в результате ухудшения условий питания уже имеющийся подрост. Аналогичная участь постигает и подлесок.

Крайним выражением деградации лесного ландшафта под влиянием вытаптывания является утрамбованный, лишенный даже травостоя грунт с отдельно стоящими усыхающими экземплярами деревьев, к стволам которых прижимаются последние уцелевшие кустики подлеска и хилый подрост. Такой лес не только теряет свою самовосстановительную способность, но и характеризуется гораздо меньшим по количеству и иным по составу набором видов растительного и животного мира [9] Процесс изменения природной территории под влиянием вытаптывания происходит постепенно, без резких скачков, однако для определения допустимости нагрузок в нем выделяют ряд стадий, довольно ясно различимых на местности. Обычно выделяют 5 стадий рекреационной дигрессии [2].

На первой стадии присутствие человека практически не ощущается: лесная подстилка не нарушена и пружинит под ногами, налицо полный набор характерных для данного типа леса травянистых видов, подрост много, и чем он моложе, тем, как и положено в естественной природе, его больше.

На второй стадии намечаются первые редкие тропинки, занимающие в среднем не более 5 % площади, подстилка на тропах уплотняется и начинает разрушаться. Среди травянистых растений попадают более светолюбивые виды; однако лесовозобновление по-прежнему нормальное.

На третьей стадии вытоптаные участки занимают уже 10–15 % площади, тропичная сеть сравнительно густа, подстилка на ней полностью разрушена. Под полог леса внедряются уже не только лесолуговые, но и луговые, и даже сорные виды. На участках, где тропинок нет, возобновление леса, тем не менее, удовлетворительное: количество молодого подроста пока еще превышает количество старшего поколения деревьев.

На четвертой стадии тропинки опутывают лес густой сетью, в местах их пересечений образуются так называемые «окна вытаптывания», т.е. участки, полностью лишенные травяного покрова. Там, где он еще сохранился, количество собственно лесных видов незначительно. Лесная подстилка встречается лишь отдельными пятнами у стволов деревьев. Молодого подроста, способного выжить и превратиться со временем во взрослые деревья, практически нет. При небольших уклон местности в местах концентрации поверхностного стока начинают образовываться борозды размыва, растут овраги.

Пятую стадию характеризует практически полное отсутствие лесной подстилки, подрост и подлеска. На плотной, утрамбованной местами до плотности асфальта почве встречаются отдельные экземпляры сорных и однолетних видов трав, прижимающиеся к стволам деревьев. Сами деревья чаще всего больные, имеют повреждения стволов. У многих корни обнажены и выступают на поверхность почвы. На наклонных участках местности четко выражена эрозия почвы.

Например, в пределах переходной полосы (типа «лес – луг») устойчивость увеличивается за счет повышения биоразнообразия. Здесь уживаются рядом представители смежных сообществ, и в случае угнетения каких-либо из элементов растительного покрова их ниша тут заполняется другими. Поэтому при определении степени устойчивости природных комплексов в конкретном регионе обязательно следует проводить корректировку общих принципов применительно к местным условиям.

На устойчивость природных ландшафтов значительное влияние оказывают антропогенные факторы, вызывая изменение ее в ту или другую сторону. Так, в частности, она снижается при загрязнении воздушного бассейна. Под действием человека устойчивость ландшафтов может быть и повышена, иногда в десятки раз. Это происходит при разумном благоустройстве предназначенных для посещения территорий и уходе за лесом. Однако здесь возникает другая опасность – угроза потери природной естественности ландшафта. Поэтому благоустройство территории требует очень тщательной подготовки.

Существует много методик расчета предельно допустимых нагрузок на различные природные комплексы при их массовом посещении. Одна из них, отличающаяся сравнительной простотой и связанная с изучением описанного выше процесса дигрессии (дигрессии), основана на определении «порога», или границы устойчивости природного комплекса [2]. Как было показано выше, практически полная гибель молодого подростка и, соответственно, потеря способности к самовосстановлению при неизменности нагрузок происходит между третьей и четвертой стадиями дигрессии. Эта граница считается порогом устойчивости природного комплекса. Отсюда следует, что установить допустимую нагрузку можно путем выявления участков, находящихся на различных стадиях дигрессии, и определения фактической нагрузки на те из них, что находятся на третьей стадии. При этом под фактической нагрузкой понимается то количество людей, которое, посещая данный природный комплекс, приводит его в состояние дигрессии. Фактическую нагрузку обычно определяют путем непосредственного подсчета количества посетителей на единицу площади в единицу времени (в течение часа, дня, сезона). Такая единица измерения посещаемости удобна для сравнения данных, полученных различными авторами. Она же принималась за основную и теми исследователями, которые по сути положили начало систематическому изучению изменения природной среды под влиянием рекреации [10].

В заключение рассмотрения вопроса о методах определения допустимых нагрузок следует сказать, что величина их может быть значительно повышена путем проведения благоустройства территории. На это указывают многие отечественные и зарубежные исследователи.

Допустимые нормы посещения ООПТ в той ее части, где проложены эколого-познавательные маршруты, определяются, прежде всего, на основании минимизации ущерба особо охраняемым объектам и видам животного и растительного мира. Основой для их установления являются, с одной стороны, экологические характеристики территории, а с другой, - возможность проведения строгого контроля за поведением посетителей. В любом случае, прежде чем выбрать основной лимитирующий показатель нагрузки (или ряд таких показателей), следует изучить все возможные виды прямого и косвенного влияния посетителей на компоненты особо охраняемой природы и только затем делать выводы по допустимой нагрузке и возможному режиму посещения [13].

При туристско-экскурсионной деятельности антропогенному воздействию подвергаются, как известно, в основном лишь сравнительно узкие вытянутые полоски земли, называемые (независимо от их ширины и покрытия) тропами. Это воздействие, особенно на первых этапах, существенно не отличается в общих чертах от площадного. На начальной стадии воздействию обычно подвергаются наиболее хрупкие представители растительного покрова тропы (для лесной зоны европейской территории России это кислица обыкновенная, грушанка круглолистная и др.), а также верхняя часть лесной подстилки. На прилегающей территории заметных изменений в исходном биоценозе практически не наблюдается.

При увеличении количества посетителей ускоряется ход всех процессов, которые обладают тесной причинно-следственной зависимостью. В общем виде эта цепочка выглядит следующим образом: рост количества посетителей - уплотнение верхнего горизонта почвы – снижение ее порозности - уменьшение влагоемкости и влагопроницаемости - исчезновение травяного покрова и лесной подстилки - увеличение поверхностного стока - развитие плоскостной эрозии - образование линейных эрозионных форм - разрушение участка тропы - расширение ее за счет соседних участков - расширение всей зоны влияния тропы [6].

На последней стадии тропа имеет, как правило, вид широкой дороги с плотно утоптанной и обнаженной центральной осевой частью и с редким травяным покровом из сорных, устойчивых к вытаптыванию трав по обочинам. Влажность верхнего слоя почвы на краях тропы несколько ниже, чем на ее середине. Это происходит в результате того, что участки с уплотненной почвой вызывают иссушение прилегающих к ним слоев почвы, т.е. способствуют перемещению влаги от слоев с рыхлой почвой в более уплотненные слои. По обеим сторонам тропы можно выделить ряд вытянутых в том же направлении полос. Каждая из них отличается от соседней своим уплотнением почвы, соотношением видов травянистых растений, относящихся к различным экологическим группам (лесные, лесолуговые, луговые и сорные), их обилием, разным проективным покрытием, набором видов почвенной мезо- и микрофауны, наземных животных и т.д.

Определение допустимых нагрузок при планировании экологического туризма или экскурсий по ООПТ или в ее окрестностях является одним из самых сложных и наименее разработанных вопросов в географии туризма. Более того, линейный тип рекреационного воздействия на природные комплексы, по сравнению с площадным, почти совсем выпал из круга проблем, интересующих географов, биологов и экологов. Редкие публикации на эту тему посвящены преимущественно замусориванию туристских маршрутов, а также конкретным мерам по предотвращению эрозии на тропах, т.е. поведенческому и планировочно-природоохранному аспектам.

Примерно с конца 70-х гг. была начата разработка своей методики определения допустимых нагрузок на туристско-экскурсионный маршрут. Наиболее полное выражение она нашла в ряде публикаций последних лет [1, 3, 7, 11, 12, 14]. Определение допустимых нагрузок при развитии экотуризма, согласно этой методике, должно производиться на основе сочетай экологических и психокомфортных критериев. В целом, весь маршрут можно представить в виде чередования участков собственно тропы и стоянок. На самой тропе при постоянном ее использовании природные компоненты (почва с ее структурой и живыми организмами, а также напочвенный растительный покров) могут необратимо деградировать очень быстро, практически уже за один летний сезон. Эту деградацию принято относить к разряду так называемых «нормальных потерь», т.е. не требующих применения специальных мероприятий по восстановлению на полотне тропы почвенно-растительного покрова. Такая тропа может выдержать, практически без ущерба для себя, довольно большое число туристов и, потому, предельно допустимая нагрузка на нее определяется не столько по экологическим, сколько по психокомфортным критериям, главным из которых является допустимый уровень контактов. Самое распространенное требование – желательное отсутствие звукового и зрительного контакта между отдельными группами туристов или экскурсантов.

При планировании маршрутов необходимо заранее рассчитать расстояние между группами посетителей таким образом, чтобы ни одна из них не видела и не слышала, по возможности, другой ни на тропе, ни на стоянке. При этом приходится учитывать множество факторов. Из них основными для тропы являются ее длина и извилистость, сложность и безопасность, ширина зоны шумового влияния, залесенность окружающей местности, вместимость точек обзора, необходимое время для осмотра основных достопримечательных объектов и некоторые другие. Для стоянок необходимо учитывать их благоустроенность, вместимость, наличие воды и дров для костра и т.д. Все это влияет на скорость прохождения, степень восприятия информации, а, значит, и на общую расчетную нагрузку.

Величины допустимых нагрузок, рассчитанные для конкретных маршрутов и отдельных участков в границах ООПТ, служат опорными данными для определения емкости всей охраняемой территории. Основной функциональной зоной, емкость которой в значительной степени обуславливает общую емкость всего парка, служит зона познавательного туризма. Различают два типа показателей рекреационной емкости: максимальную емкость (вместимость экспозиционных участков, т.е. так называемых объектов осмотра) и маршрутную (вместимость туристского или экскурсионного маршрута).

Максимальная емкость для каждого экспозиционного участка зависит в основном от характера эколого-познавательной информации, которую предполагается предоставить посетителям в данном месте. При этом максимальную емкость экспозиционного участка можно рассчитать, разделив общее суточное время доступности объекта для осмотра на то время, которое необходимо для осмотра данного объекта отдельно взятой группой туристов. При этом мы получаем количество групп туристов, которые последовательно, друг за другом, могут посетить данный объект в течение дня. Умножая количество групп на среднее количество человек в группе, получаем искомую величину максимальной емкости экспозиционного участка.

За среднее количество человек в группе рекомендуют принять следующие величины: 8 человек для туристской группы и 15 человек – для экскурсионной. Размерность этого показателя – «человеко-посещение» – позволяет учитывать фактор посещения одним отдыхающим нескольких объектов данной ООПТ. Рассчитанная таким образом величина максимальной емкости имеет скорее абстрактный, нежели реальный смысл, т.к. не учитывает структуру маршрутов, последовательность посещения объектов осмотра, регулярности смены посетителей на экспозиционных участках. Однако при составлении проектов национальных и природных парков она вполне применима в качестве максимально возможной вместимости всех имеющихся информационно-познавательных объектов [1].

По своему прямому назначению показатель максимальной рекреационной емкости применим для оценки вместимости территории, по которой проложены радиальные однодневные маршруты. При этом экспозиционный участок должен находиться на расстоянии не более 4-х часов от центра проживания туристов.

Маршрутная емкость, как и максимальная, также представляет собой по сути дела органическое соединение двух аспектов: психокомфортного и экологического. Для устранения самой возможности появления психологического дискомфорта желательно исключить, как уже указывалось, визуальный и слуховой контакты между отдельными группами туристов на маршруте. Это означает, что маршрутная емкость однодневного путешествия зависит, прежде всего, от времени самой длительной остановки на маршруте, а также от продолжительности светового дня в данный период года.

Для расчета маршрутной емкости при однодневном путешествии можно использовать формулу А.Б. Широкова (1986). Эта методика была рекомендована для студентов лесных учебных заведений и специалистов в области лесного хозяйства [8]:

$$E = N \times \left[\left(\frac{C - B}{O} \right) + 1 \right],$$

где E – емкость, человек;

N – численность туристов в группе, человек;

C – длина светового дня (в часах);

B – время прохождения тропы (в часах);

O – время максимальной остановки в часах.

При расчете емкости многодневных троп учитывается также наличие и вместимость мест для ночлега, возможность ночевки в зависимости от сезона года (с учетом стихийных природных процессов), а также учет фактора беспокойства животных.

Само по себе определение допустимых рекреационных нагрузок при развитии туристско-экскурсионной деятельности в том или ином заповеднике или национальном (природном) парке в комплексе с системой мероприятий по поддержанию фактической нагрузки на допустимом уровне еще не гарантируют сохранения богатства и красоты природы [4, 5]. Дело в том, что помимо различных факторов организационного и психологического (поведенческого) характера, которые играют большую роль в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия, существует необходимость постоянной

корректировки допустимых норм. Причем делать это следует ежегодно, желательно после окончания рекреационного периода. Основанием для уменьшения или увеличения нормативных величин должны служить результаты мониторинговых исследований на маршрутах, отражающие состояние окружающей их среды, а также конкретная ситуация в заповеднике [1]. Исходя из сказанного, перечень главных принципов, на которых остается нормирование нагрузок, должен выглядеть примерно таким образом:

- 1) определение экологических и физических факторов, лимитирующих допустимую рекреационную нагрузку, следует проводить отдельно для каждого туристского маршрута;
- 2) наряду с экологическими и физическими факторами необходимо учитывать также и психокомфортные;
- 3) за предельно допустимую нагрузку принимается наименьшая из перечисленных;
- 4) фактическую нагрузку на маршрут не следует устанавливать сразу на уровне предельно допустимой, а повышать ее постепенно;
- 5) не реже 3-х раз в год (в начале, в середине и в конце туристского сезона) следует проводить оценку природных комплексов в пределах каждого маршрута;
- 6) в зависимости от состояния маршрута и конкретных социально-экономических условий необходимо проводить ежегодную корректировку допустимых нагрузок [7].

Мониторинг маршрута, или непрерывное слежение за состоянием природных комплексов (в основном почвенного покрова, растительного и животного мира) в пределах всей зоны влияния рекреационной территории, является ключевым моментом в решении проблемы допустимых нагрузок при любом типе туристско-экскурсионной деятельности в ООПТ. Если при постепенном повышении нагрузки становится ясным, что ее значения превышают критический порог, т.е. если изменения в зоне тропы входят в противоречие, а затем и вовсе становятся несовместимыми с задачами сохранения заповедной природы, следует рассмотреть возможность применения одного из двух способов:

- а) временно или надолго снизить нагрузку (возможно, перенести часть ее на другую тропу);
- б) помочь природе выдержать существующую нагрузку без разрушения ее главных достоинств (основной метод такой помощи - рекреационное благоустройство, главным принципом которого является создание благ не только для людей, но и для природы) [7].

Таким образом, рассматриваемые вопросы актуальны для тех ООПТ, в которых развитие рекреационной деятельности или экологического туризма (экскурсий) предусматривается как одна из основных задач. Они, безусловно, важны для всех национальных и природных парков, а также для тех заповедников, где экотуризм развивается или на ограниченной части территории, или только в охранной зоне. Любая ООПТ в соответствии с Федеральным законом, а также со своими природными, историческими и прочими условиями) вправе выбирать для себя те формы и методы развития экскурсионной или экотуристской деятельности, которые ей подходят наилучшим образом на данном этапе существования [2]. Когда же решение о развитии этого направления деятельности уже принято, следует с самого начала обратить внимание на изучение его последствий в ландшафтно-экологическом аспекте, определение допустимых норм посещения и организации мониторинга.

В настоящее время быстро растет спрос на природно-ориентированные виды туризма, что подтверждается проведенным социальным опросом.

Организация и выбор экологического маршрута проводится по трем основным критериям: привлекательность, доступность, информативность.

В настоящее время экотуризм в Воронежской области не определен как приоритетное направление, отсутствует программа его развития, нет информационной базы о количестве и состоянии ресурсов, нет функционирующих экологических маршрутов.

Для развития экотуризма необходимо разработать информационную базу, совершенствовать подготовку кадров для экотуризма, развивать материально-техническую базу.

Воронежская область имеет достаточно высокий эколого-туристский потенциал. Природные ландшафты региона достаточно разнообразные. Наличие Хоперского государственного заповедника, Воронежского биосферного заповедника и других рекреационных территорий позволяет включать их в экологические туры.

Для развития экотуризма необходимо создание национальных парков на территории области, что усилит туристско-ресурсный потенциал. Национальные природные парки можно создать с использованием участков заповедных территорий и памятников природы. Перспективными для создания национальных парков являются три района – Придонья, Прибитюжья и Прихоперья. В зависимости от экологической и рекреационной ценности площадь этих парков можно разделить на пять зон: заповедные, заказные, рекреационные, буферные и зона традиционного хозяйствования. В первой зоне – территория заповедников – продолжатся научно-исследовательские работы. Во второй – создать условия для сохранения природных комплексов при минимальной рекреационном использовании.

На этой территории при наличии малых группы рекреантов разрешается рыбная ловля, сбор ягод, грибов, лекарственных трав. В третьей зоне будет организовано экологическое просвещение, туризм и отдых. Для этого необходимо разработать туристские маршруты, создание баз отдыха, прокладка троп. В четвертой – продолжатся работы по соблюдению режима охраны природных комплексов. Пятая зона – организация природопользования с экологически безвредными технологиями и методами.

Организация единой сети по ООПТ области влечет за собой учет и организацию природных памятников, наделение их определенными правами и функциями, упорядочение системы контроля и мониторинга, что позволит расширить информацию о природных ресурсах, рассчитать допустимую рекреационную нагрузку спланировать развитие инфраструктуры в соответствии с требованиями экологического туризма.

Разработанные маршруты можно использовать для развития школьного экотуризма.

Список литературы

1 Игльс, П. Устойчивый туризм на охраняемых природных территориях. Руководство по планированию и управлению / П. Игльс [и др.]. – Москва–Смоленск: Маджента, 2006. – 188 с.

2 Кабанов, А.В. Принципы выделения стадий рекреационной дигрессии сухолюбных луговых сообществ / А.В. Кабанов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2007. – № 5. – С. 71–74.

3 Калихан А.Д. Тропы природных территорий у Байкала / А.Д. Калихан, Т.П. Калихан, В.В. Хидекель. – Иркутск: Отгиск, 2005. – 114 с.

4 Кульнев, В.В. Некоторые аспекты развития экологического туризма в южных районах Мурманской области / В.В. Кульнев // Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Журналистика и география» Том II. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2022. – С. 169–176.

5 Кульнев, В.В. К вопросу оценки состояния атмосферного воздуха на особо охраняемых природных территориях / В.В. Кульнев, А.Н. Кизеев // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию НИЛ экологии ландшафтов факультета географии и геоинформатики БГУ «Актуальные вопросы устойчивого природопользования: научно-методическое обеспечение и практическое решение» / Редкол.: Д.С. Воробьёв (отв. ред.) [и др.]. Минск. Изд-во Бел. гос. ун-та. 2022. – С. 115–118.

6 Лысиков, А.Б. Изменения почвенно-экологических условий в лесных биогеоценозах под влиянием рекреации / А.Б. Лысиков // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2006. – № 13. – С. 79–82.

7 Макарова, В.Н. Нормирование потока туристов при проектировании экологических троп с целью сохранения природных ресурсов на особо охраняемых природных

территориях [Электронный ресурс] / В.Н. Макарова, Е.А. Василевская // Отходы и ресурсы. – 2022. – Т. 9. – № 3. – DOI: <https://doi.org/10.15862/09NZOR322>. – Режим доступа: <https://resources.today/PDF/09NZOR322.pdf>. – Дата обращения: 26.05.2024.

8 Матвеевская, А.С. Туристско-рекреационное проектирование: учебник / А.С. Матвеевская, В.Л. Погодина, И.Г. Филиппова. – Москва–Берлин: DirectMedia, 2021. – 644 с.

9 Назаренко, Е.Б. Восстановление лесов: состояние, способы и перспективы / Е.Б. Назаренко, О.В. Гамсахурдия // Лесной вестник. – 2010. – № 2. – С. 137–142.

10 Обороин, М.С. Туристско-рекреационное природопользование: основные направления изучения и анализа / М.С. Обороин // Географический вестник. – 2011. – Вып. 1. – С. 68–72. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/turistsko-rekreatsionnoe-prirodopolzovanie-osnovnyie-napravleniya-izucheniya-i-analiza> (дата обращения: 19.05.2024).

11 Постановление Правительства Российской Федерации от 31.10.2023 № 1811 «Об утверждении Правил расчета предельно допустимой рекреационной емкости особо охраняемых природных территорий федерального значения при осуществлении туризма».

12 Сосновская, И.Р. Методические рекомендации по расчету допустимых туристско-экскурсионных нагрузок на природные объекты / И.Р. Сосновская // Российское предпринимательство. – 2006. – Том 7. – № 12. – С. 93–96.

13 Фирулина, И.И. Рекреационное воздействие организованного туризма на особо охраняемых природных территориях / И.И. Фирулина, Г.О.К. Османова // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Устойчивое развитие, экоинновации и «зеленые» экономика и технологии», посвященной 90-летию СГЭУ. – Самара, 2021. – С. 254–257.

14 Чиждова, В.П. Разработка программ эколого-экскурсионной деятельности в заказнике «Воробьевы горы» / В.П. Чиждова // Материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции «Туризм и устойчивое развитие регионов». – Тверь: Издательство Тверского государственного университета, 2005. – С. 119–121.

L. A. MEZHOVA¹, A. M. LUGOVSKOY², V. V. KULNYEV³, A. N. KIZEEV⁴

METHODOLOGY OF ASSESSMENT OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS IN THE ECOTOURISM DEVELOPMENT ZONE

¹*Voronezh State Pedagogical University,
Voronezh, Russian Federation,
lidiya09mezhova@yandex.ru,*

²*Moscow State University of Geodesy and Cartography,
Moscow, Russian Federation,
alug61@yandex.ru,*

³*Central Chernozem Interregional Administration of Federal Service
for Supervision of Environmental Management,
Voronezh, Russian Federation,
kulneff.vadim@yandex.ru,*

⁴*Northwestern Scientific Center for Hygiene and Public Health of the Federal Service
for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being,
St. Petersburg, Russian Federation,
a.kizeev@s-znc.ru*

An urgent environmental task is considered – an assessment of the degree of influence of ecological tourism on specially protected natural areas. It is shown that in the case of organizing ecological tourism in protected areas in the form of small groups of tourists, there is a slight impact on protected values.

Key words: digression, route capacity, assessment methodology, protected areas, recreational activities, ecotourism.

Т. А. МЕЛЕЖ

ГЛИНИСТЫЕ ГРУНТЫ: СВОЙСТВА И КЛАССИФИКАЦИЯ

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

В работе приведена классификация глинистых грунтов, описаны их свойства. Согласно нормативной документации среди глинистых грунтов выделяются: грунт заторфованный; просадочные грунты; набухающие (пучинистые) грунты. Глинистые грунты характерны для различных генетических типов четвертичных отложений: элювиальных, моренных, флювиогляциальных, озерных, аллювиальных.

Ключевые слова: грунт, глинистый грунт, классификация, свойства, суглинок, супесь, текучесть, пластичность.

Согласно ГОСТ 25100-2020 «ГРУНТЫ. Классификация», **грунт глинистый** – Связный грунт, обладающий свойством пластичности за счет содержания минеральных частиц глинистой и пылеватой фракций [1]. Глинистые грунты считаются наиболее распространенным типом горных пород. В их состав входят мельчайшие глинистые частицы (размером менее 0,01 мм, имеющие форму пластинок или чешуек) и частицы песка. Обладают большой пористостью, в связи с этим имеют способность свободно поглощать и удерживать воду. Даже при частичном высыхании удерживают в себе влагу. В соответствии с содержанием частиц глины, существует классификация глинистых грунтов: глина, суглинки и супеси (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация глинистых грунтов по содержанию глинистых частиц [1]

Грунт	Содержание глинистых частиц по массе, %	Число пластичности Ip
Глина	> 30	> 17
Суглинок	30–10	7–17
Супесь	10–3	1–7

Супесь. Супесь содержит не более 10 % глинистых частиц, остальной объем этого грунта составляют песчаные частицы. Супесь практически не отличается от песка. Супесь бывает двух видов: тяжелая и легкая. Тяжелая супесь содержит от 6 до 10 % глинистых частиц, в легкой содержание глинистых частиц от 3 до 6 %.

При растирании супеси на влажной ладони можно увидеть частицы песка, после стряхивания грунта на ладони видны следы от глинистых частиц. Комки супеси в сухом состоянии легко рассыпаются и крошатся от удара. Супесь почти не скатываются в жгут. Шар, скатанный из увлажненного грунта, при легком давлении рассыпается.

Из-за высокого содержания песка супесь имеет сравнительно низкую пористость – от 0,5 до 0,7 (пористость – отношение объема пор к объему грунта), поэтому она может содержать меньше влаги и, следовательно, быть меньше подвержена пучению. Чем меньше пористость сухой супеси, тем больше ее несущая способность: при пористости 0,5 равна 3 кг/см², при пористости 0,7–2,5 кг/см². Несущая способность супеси не зависит от влажности, поэтому этот грунт можно считать непучинистым [3, 4].

Суглинок. Грунт, в котором содержание глинистых частиц достигает 30 % от веса, называют суглинком. В суглинке, как и в супеси содержание песчаных частиц больше, чем глинистых. Суглинок обладает большей связанностью, чем супесь и может сохраняться в крупных кусках, не распадаясь на мелкие.

Суглинки бывают тяжелыми (20 %–30 % глинистых частиц) и легкими (10 %–20 % глинистых частиц). Куски грунта в сухом состоянии менее тверды, чем глина. При ударе рассыпаются на мелкие куски. Во влажном состоянии мало пластичны. При растирании чувствуются песчаные частицы, комки раздавливаются легче, присутствуют более крупные песчинки на фоне более мелкого песка. Жгут, раскатанный из сырого грунта, получается коротким. Шар, скатанный из увлажненного грунта, при нажатии образует лепешку с трещинами по краям.

Пористость суглинка выше, чем супеси и колеблется от 0,5 до 1. Суглинок может содержать больше воды и, следовательно, больше, чем супесь, подвержен пучению. Суглинки отличаются достаточно высокой прочностью, хотя подвержены к небольшой просадке и образованию трещин. Несущая способность суглинка – 3 кг/см², в увлажненном – 2,5 кг/см². Суглинки в сухом состоянии являются непучинистыми грунтами. При увлажнении глинистые частицы впитывают воду, которая в зимнее время превращается в лед, увеличиваясь в объеме, что приводит к пучению грунта [3, 4].

Глина. В состав глины входят больше 30 % глинистых частиц. Глина имеет большую связанность. Глина в сухом состоянии – твердая, во влажном – пластичная, вязкая, прилипает к пальцам. При растирании пальцами песчаных частиц не чувствуется, раздавить комки очень трудно. Если кусок сырой глины разрезать ножом, то срез имеет гладкую поверхность, на которой не видно песчинок. При сдавливании шарика, скатанного из сырой глины, получается лепёшка, края которой не имеют трещин.

Пористость глины может достигать 1,1, она сильнее всех остальных грунтов подвержена морозному пучению. Глина в сухом состоянии имеет несущую способность 6 кг/см². Глина, насыщенная водой, зимой может увеличиваться в объеме на 15 %, теряя несущую способность до 3 кг/см². При насыщении водой глина может перейти из твердого состояния в текучее [3, 4].

В таблице 2 приведены способы, с помощью которых можно визуально определить вид и характеристики глинистых грунтов.

Таблица 2 – Определение механического состава глинистых грунтов [1, 2]

Наименование грунта	Вид в лупу	Пластичность
Глина	Однородный тонкий порошок, частиц песка почти нет	Раскатывается в жгут и свертывается в кольцо
Суглинок	Преобладает песок, частиц глины 20–30 %	При раскатывании получается жгут, при свертывании в кольцо распадается на части
Супесь	Преобладают частицы песка с небольшой примесью частиц глины	При попытке раскатывания жгут распадается на мелкие кусочки

Большинство глинистых грунтов в природных условиях в зависимости от содержания в них воды могут находиться в различном состоянии. ГОСТ 25100-2020 «ГРУНТЫ. Классификация» и СТБ 943-2007. «Грунты. Классификация» глинистые грунты классифицируются по многим критериям: показателю текучести (таблица 3) числу пластичности и содержанию песчаных частиц (таблица 4), по содержанию твердых частиц (таблица 5), по содержанию органических веществ (таблица 6), по показателю относительной деформации набухания глинистого грунта (таблица 7), по показателю относительной деформации просадочности (таблица 8).

Таблица 3 – Классификация глинистых грунтов по показателю текучести [2]

Разновидность глинистого грунта	Показатель текучести
Супеси	
твердые	< 0
пластичные	0–1,0
текучие	> 1
Суглинки и глины	
твердые	< 0
полутвердые	0–0,25
тугопластичные	0,25–0,5
мягкопластичные	0,5–0,75
текучепластичные	0,75–1,0
текучие	> 1,0

Классификация глинистых грунтов по содержанию песчаных частиц и числу пластичности I_p приведена в таблице 4.

В зависимости от содержания частиц крупнее 2 мм глинистые грунты делятся на: 1) супесь, суглинок, глина с галькой (щебнем); 2) Супесь, суглинок, глина галечниковые (щебенистые) или гравелистые (дресвяные), таблица 5.

Среди глинистых грунтов выделяются: грунт заторфованный; просадочные грунты; набухающие (пучинистые) грунты. *Грунт заторфованный* – песок и глинистый грунт, содержащий в своем составе в сухой навеске от 10 до 50 % (по массе) торфа. По относительному содержанию органического вещества I_r глинистые грунты и пески подразделяют согласно таблице 6.

Таблица 4 – Классификация глинистых грунтов по гранулометрическому составу и числу пластичности [1, 2]

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности I_p	Содержание песчаных частиц (2–0,5мм), % по массе
Супесь		
песчанистая	1–7	50
пылеватая	1–7	< 50
Суглинок		
легкий песчанистый	7–12	40
легкий пылеватый	7–12	< 40
тяжелый песчанистый	12–17	40
тяжелый пылеватый	12–17	< 40
Глина		
легкая песчанистая	17–27	40
легкая пылеватая	17–27	< 40
тяжелая	> 27	Не регламентируется

Таблица 5 – Содержание твердых частиц в глинистых грунтах [2]

Разновидность глинистых грунтов	Содержание частиц крупнее 2 мм, % по массе
Супесь, суглинок, глина с галькой (щебнем)	15–25
Супесь, суглинок, глина галечниковые (щебенистые) или гравелистые (дресвяные)	25–50

Таблица 6 – Классификация глинистых грунтов по содержанию органических веществ [2]

Разновидность грунтов	Относительное содержание органического вещества I_r , д. е.
Сильнозаторфованный	0,50–0,40
Среднезаторфованный	0,40–0,25
Слабозаторфованный	0,25–0,10
С примесью органических веществ	0,10–0,05

Грунт набухающий – грунт, который при замачивании водой или другой жидкостью увеличивается в объеме и имеет относительную деформацию набухания (в условиях свободного набухания) больше 0,04. По относительной деформации набухания без нагрузки e_{sw} глинистые грунты подразделяют согласно таблице 7.

Таблица 7 – Относительная деформация набухания глинистых грунтов [1]

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация набухания без нагрузки e_{sw} , д. е.
Ненабухающий	< 0,04
Слабонабухающий	0,04–0,08
Средненабухающий	0,08–0,012
Сильнонабухающий	> 0,12

Грунт просадочный – грунт, который под действием внешней нагрузки и собственного веса или только от собственного веса при замачивании водой или другой жидкостью претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадки $e - 0,01$.

В зависимости от просадки и собственного веса при замачивании просадочные грунты подразделяются на два типа: тип 1 – когда просадка грунта от собственного веса не превышает 5 см; тип 2 – когда просадка грунта от собственного веса более 5 см.

По относительной деформации просадочности e_{sl} глинистые грунты подразделяют согласно таблице 8.

Таблица 8 – Относительная деформация просадочности глинистых грунтов [1]

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация просадочности e_{sl} , д. е.
Непросадочный	< 0,01
Просадочный	> 0,01

Грунт пучинистый – дисперсный грунт, который при переходе из талого в мерзлое состояние увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда и имеет относительную деформацию морозного пучения $e_{fn} \approx 0,01$. Эти грунты не пригодны для строительства, их необходимо удалить и заменить грунтом с хорошей несущей способностью.

Из всех однопородных дисперсных грунтовых толщ наибольшим распространением (> 1/3 территории Беларуси) пользуются глинистые толщи, сложенные различными по возрасту и генезису отложениями [5]. На севере страны – в Белорусском Поозерье – эти толщи выполнены верхнеплейстоценовыми поозерскими валунными моренными суглинками и супесями (Q_{3pz}) и ленточными глинами и суглинками. В центральной части республики глинистые грунтовые толщи сложены среднеплейстоценовыми сожскими (Q_{2sz}) моренными суглинками, супесями, реже глинами, с обильным включением гравийно-галечно-валунного материала, часто перекрытые покровными суглинками. На юге страны, в пределах Белорусского Полесья, этот тип грунтовых толщ распространен весьма незначительно и представлен среднеплейстоценовыми днепровскими моренными (gQ_{2dn}) валунно-галечными супесями и суглинками. Глинистые грунтовые толщи спорадически обводнены – к ним приурочены грунтовые и напорные воды. Уровни воды устанавливаются на глубинах от одного до десятков метров, чаще – более 10 м.

Все глинистые грунты могут служить хорошим основанием для фундаментов инженерных сооружений, если грунтовые воды залегают на значительной глубине, а сам грунт будет однороден по составу. Моренные (g) глинистые грунты в большинстве случаев считаются надежными основаниями для самых тяжелых и ответственных сооружений, что обусловлено их плотным сложением, очень низкой пористостью и слабой сжимаемостью.

Список литературы

- 1 ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация. – Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация. – Москва, 2020. – 41 с.
- 2 СТБ 943-2007. Грунты. Классификация. – Минск: Госстандарт, 2008. – 24 с.
- 3 Грунтоведение / В.Т. Трофимов [и др.] / под ред. В.Т. Трофимова. – М.: МГУ, 2005. – 1024 с.
- 4 Крамаренко, В.В. Грунтоведение / В.В. Грунтоведение. Учебное пособие. – Томск, ТПУ, 2011. – 431 с.
- 5 Галкин, А.Н. Инженерная геология Беларуси. Том 1. Грунты Беларуси: Монография в 3-х т. / А.Н. Галкин / Под ред. В.А. Королева. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. – 368 с.

T. A. MELEZH

CLAY SOILS: PROPERTIES AND CLASSIFICATION

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

The paper provides a classification of clay soils and describes their properties. According to the regulatory documentation, the following are distinguished among clay soils: blocked soil; subsidence soils; swelling (heaving) soils. Clay soils characteristic of various genetic types of Quaternary deposits: eluvial, moraine, fluvioglacial, lacustrine, alluvial.

Key words: soil, clay soil, classification, properties, loam, sandy loam, fluidity, plasticity.

**ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ДЕВОНСКИХ ТОЛЩ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

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

В работе представлена литолого-палеонтологическая характеристика девонских толщ Припятского прогиба. По литологическим признакам стратиграфический разрез Припятского прогиба делится на несколько комплексов: подсолевой терригенный, подсолевой карбонатный, нижнесоленосный, межсолевой, верхнесоленосный и надсолевой. Каждая толща характеризуется определенным набором руководящих ископаемых, на основании которых обоснован возраст каждой из них и определены литологические особенности, зависящие от условий седиментации.

Ключевые слова: возраст, ископаемые организмы, отложения, породы, Припятский прогиб.

В геологическом строении Припятского прогиба принимают участие отложение кристаллического фундамента ($AR-PR_1$) и осадочного чехла (PR_2-PH), мощность которого составляет порядка 6000 м. Среди отложений осадочного чехла преобладают образования девонского возраста (D), вскрыты также образования каменноугольной (C) и пермской (P) систем палеозоя (PZ) образования кембрийского (ϵ), ордовикского (O), силурийского (S) возраста не установлены в пределах Припятского прогиба. Также вскрыты толщи мезозойской эратемы (MZ) – триасовая (T), юрская (J) и меловая системы (K) и образования кайнозоя (KZ) – палеогеновой (P), неогеновой (N) и четвертичной (Q) систем.

Наибольший интерес в стратиграфическом разрезе Припятского прогиба представляют образования девонской системы (D), к ним приурочены породы-коллекторы, содержащие углеводороды – нефть. Залежи нефти приурочены к подсолевому карбонатному и межсолевому комплексам.

Девонская система. Отложения этого возраста принято делить на шесть комплексов (по литологическим признакам): *подсолевой терригенный, подсолевой карбонатный, нижнесоленосный, межсолевой, верхнесоленосный и надсолевой.*

Подсолевой терригенный комплекс включает в себя девонские отложения, состоящие из витебско-пярусского, наровского, старооскольского надгоризонтов среднего девона ($D_{2vtb+pr}$, D_{2nr} , D_{2st}) и ланского надгоризонта средне-верхнего девона (D_{2-3ln}). Представлены, в основном, песчаниками коричневато-темно-серыми разнотернистыми, полевошпатово-кварцевыми, с прослоями гравелитов, глин аргиллитоподобных, мергелями доломитовыми, ангидритами, алевролитами, песчаниками мелкозернистыми, кварцевыми. Возраст подсолевого терригенного комплекса обоснован палеонтологическим методом по комплексу спор: *p. Leiotrileters nigratus Naum.*, *p. Stenozonotriletes extensus Naum.*, *p. Hymenozonotriletes extensus Naum.*, *p. Archaeozonotriletes decorus Naum.* *p. Leiotrileters nigratus Naum.*, *p. Stenozonotriletes extensus Naum.*, *p. Hymenozonotriletes extensus Naum.*, *p. Archaeozonotriletes decorus Naum.* и остаткам брахиопод: *p. Lingula subparatella Sand.* [1].

Подсолевой карбонатный комплекс сложен отложениями саргаевского (D_{3sr}), семилукского (D_{3sm}), речицкого (D_{3rch}), воронежского (D_{3vr}) надгоризонтов и кустовницкого горизонта ($D_{3ev(kst)}$) евлановского надгоризонта. В литологическом отношении разрез представлен доломитами темно-серыми, в различной степени ангидритизированными и глинистыми, микрозернистыми, с прослойками мергелей коричневато-серых, известковисто-доломитовых, известняками серыми, темно-серыми, органогенно-детритовыми, неравномерно доломитизированными, ангидритизированными, микро-мелкозернистыми, плотными, с редкими тонкими пропластками молочно-белых ангидритов,

сильно трещиноватых, с прожилочками глинистого вещества, доломитами темно-серыми, органогенно-детритовыми, неравномерно глинистыми, микрозернистыми, переходящими в мергели доломитовые. Возраст подсолевого карбонатного комплекса обоснован палеонтологическим методом по комплексу спор: *p. Conglobatisporites conglobatus Tet.*, *p. Scabrosporites scobratus Tet.*; остатков брахиопод: *p. Crania praana Sow.*, *p. Productella subaculata Murch.*, *p. Schubertella cf. donica Nal.*, *p. Atrypa polaris Sow.*; остракод: *p. Evlanella incognita Igor.*, *p. Knoxiella inexpressa Pol.* [1].

Нижняя соленосная толща включает отложения евлановского (анисимовский и сколодинский горизонты) – *D_{3ev(an)}*, *D_{3ev(sk)}* и чернинского надгоризонтов (*D_{3crn}*). Толща представлена вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами (туффиты, туфоизвестняки органогенно-детритовые, оолитовые, брекчиевидные, туфомергели), с прослоями глинисто-сульфатно-карбонатных пород, ангидритов, доломитов, известняков, редко (в кровле) каменных солей. Возраст нижнего соленосного комплекса обоснован палеонтологическим методом по комплексу спор: *p. Hymenozonotriletes radiatus Naum.*, *p. Archaeozonotrieetes cf. dedoplus Naum.*, *p. Stenozonotriletes rugosus Kedo*, *p. Lophotriletes vulgaris Naum.*, *p. Retusotriletes communes Naum.*, *p. Acanthotriletes simeles Naum.* и др. [1].

Межсолевая толща залегает между верхней и нижней соленосной толщами. Межсолевая толща в составе домановичского (*D_{3dm}*), задонского (*D_{3zd}*), елецкого (*D_{3el}*) и петриковского (*D_{3ptr}*) надгоризонтов согласно залегает на чернинских отложениях (*D_{3crn}*). Отложения представлены тонким переслаиванием глин доломитисто-известковистых, участками сильно сульфатизированных; известняков доломитистых, глинистых, сульфатизированных, с примесью туфогенного материала, с разноориентированными трещинками усыхания, залеченными кальцитом, ангидритом; с включениями ангидрита, с примесью туфогенного материала; с прослойками глинисто-сульфатно-карбонатных пород, туффитов, туфоизвестняков глинистых, сульфатизированных. Возраст межсолевого комплекса обоснован палеонтологическим методом по комплексу остракод: *p. Composita zilemsa Fot.*, *p. Ikella numerosa Tian.* и брахиопод: *p. Pugnax globosus Mier.*, *p. Stropheodonta asella (Vern.)* [1].

Верхнесоленосная толща представлена отложениями *галитовой подтолщцей* в составе боричевских (*D_{3lb(brc)}*) и залесских слоев (*D_{3lb(zl)}*) лебедянского надгоризонта, найдовских слоев оресского надгоризонта (*D_{3or(nd)}*) и отложениями *глинисто-галитовой подтолщцей* в составе шатилковских слоев оресского надгоризонта (*D_{3or(sht)}*), осовецких (*D_{3stn(osv)}*) и любанских (*D_{3stn(lub)}*) слоев стрешинского надгоризонта, нижнестаробинских (*D_{3stb1}*) и верхнестаробинских (*D_{3stb2}*) слоев старобинского горизонта полесского надгоризонта и образованиями ствижского (*D_{3stv}*) горизонта полесского надгоризонта.

Верхнесоленосная толща представлена в нижней части чередованием пачек каменной соли и сульфатно-карбонатных пород, переслаивающихся с глинами, ангидритами, мергелями с прослоями глинистых плотных известняков. Верхняя часть разреза представлена каменной солью с редкими прослоями глин аргиллитоподобных, мергелей известковисто-доломитистых. Возраст галитового комплекса обоснован палеонтологическим методом по комплексу спор: *p. Lophotriletes expansi Naum.*, *p. Retusotriletes communis Naum.*, *p. Acanthotriletes similis Naum.*; брахиопод: *p. Crania extra.* и табулятоморф: *p. Chaetetes arma Chern.*, *p. Propora tomasi Chern.*, *p. Favosites tommi Chern.* [1].

Надсолевая толща сложена нижнеборовскими (*D_{3brv1}*) и верхнеборовскими (*D_{3brv2}*) слоями боровского горизонта полесского надгоризонта верхнего девона (*D_{3pl}*), повчинскими (*D_{3kl(pv)}*) и велижскими (*D_{3kl(vl)}*) слоями калиновского надгоризонта верхнего девона (*D₃*), отложениями каменноугольной (*C*) и пермской (*P*) систем палеозойской эратемы (*PZ*), триасовой (*T*), юрской (*J*) и меловой (*K*) систем мезозойской эратемы (*MZ*), палеогеновой (*P*), неогеновой (*N*) и антропогеновой (*Q₄*) систем кайнозойской эратемы (*KZ*). Отложения представлены карбонатно-глинистыми и терригенными образованиями:

глинами, мергелями, песчаниками, алевролитами, гравелитами, кварцево-глауконитовыми песками, реже известняками и доломитами; писчим мелом с обуглившимися растительными остатками. Возраст надсолевого комплекса верхнего девона обоснован палеонтологическим методом по комплексу спор: *p. Lophozotriletes malevkensis (Naum) Kedo*, *p. Lophozotriletes humilus Kedo*, *p. Retuzotriletes minor Kedo sp.*, *p. Dictyotriletes trivialis Naum.*, *p. Hymenozotriletes macrosetus Kedo.*; брахиопод: *p. Strophalosia extra (Sol.)*, *p. Ladogia meeri (Vern.)*, *p. Atrypa reticulata (Lin.)*. и фораминифер: *p. Ammodiscus priscus Raus.*, *p. Endothyra obsoleta Raus.*, *p. Eostafella mosquensis var acuta Raus.* [1].

Припятский прогиб сложен разновозрастными образованиями, среди которых отложения девонского возраста имеют наибольшую мощность, порядка 4000 м. Девонские отложения литологически разнородные, расчленяются на шесть комплексов: подсолевой терригенный, подсолевой карбонатный, нижнесоленосный, межсолевой, верхнесоленосный и надсолевой, расчленение проведено по особенностям литологического состава толщ.

Список литературы

1 Стратиграфическая схема девонских отложений Беларуси // Литосфера. 2005. – №1 (22). – С. 69–89.

T. A. MELEZH

LITHOLOGICAL AND PALEONTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PRIPYAT TROUGH DEVONIAN STRATA

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

The paper provides a classification of clay soils and describes their properties. According to the regulatory documentation, the following are distinguished among clay soils: blocked soil; subsidence soils; swelling (heaving) soils. Clay soils characteristic of various genetic types of Quaternary deposits: eluvial, moraine, fluvio-glacial, lacustrine, alluvial.

Key words: soil, clay soil, classification, properties, loam, sandy loam, fluidity, plasticity.

А. З. МИНДУБАЕВ¹, Э. В. БАБЫНИН², Л. И. АХБАРОВА³,
Э. Л. ГОГОЛАШВИЛИ³, А. Р. ГАЛИМОВА⁴

ОКИСЛЕНИЕ КРАСНОГО ФОСФОРА ДО ФОСФАТА ГРИБАМИ АСПЕРГИЛЛАМИ

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет,

г. Казань, Российская Федерация,

²Татарский НИИ АХП ФИЦ КазНЦ РАН,

г. Казань, Российская Федерация,

³Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова –
обособленное структурное подразделение Федерального государственного
бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр
«Казанский научный центр Российской академии наук»,

г. Казань, Российская Федерация,

⁴Казанский национальный исследовательский технологический университет

им. А. Н. Туполева,

г. Казань, Российская Федерация,

mindubaev-az@yandex.ru

*Показаны первые количественные данные по биодеградации красного фосфора *A. niger* AM1. Эти данные свидетельствуют о достоверном увеличении скорости окисления красного фосфора, выраженном через накопление фосфат-ионов - конечного продукта окисления, под воздействием метаболизма растущего в культуральной среде аспергилла. По сравнению с контролем – стерильной средой, содержащей красный фосфор, скорость возрастает в 1.25 раз.*

*Ключевые слова: Биодеградация, красный фосфор, элементный фосфор, *Aspergillus niger* AM1.*

Красный фосфор значительно менее опасен в обращении, чем белый, и попытки использовать его в качестве высококонцентрированного фосфорного удобрения делались уже полвека назад [1]. Тем не менее, продукты горения красного фосфора токсичны для человека и других организмов. Причём, пары красного фосфора после охлаждения трансформируются в белый фосфор, обладающий высокой огнеопасностью и токсичностью. Помимо этого, красный фосфор более термодинамически устойчив в сравнении с белым и, следовательно, должен медленнее и с большим трудом подвергаться биологической, ферментативной деструкции.

В более ранних работах дано исключительно качественное описание биодеградации красного фосфора. Разумеется, количественные показатели данного процесса имеют важнейшее значение, поскольку только получив их можно с полным правом говорить о метаболизме данного вещества. Представленная работа стала первой попыткой измерения скорости биодеградации красного фосфора.

Методика. Колориметрический анализ фосфат-ионов в водной среде проведен по методике [2]. Нижний порог определения 0.01 мг/л. Спектрометр Ecosview B-1100. Государственных стандартных образцов (ГСО) растворов фосфатов в наличии не было, но ГОСТ позволяет самостоятельно готовить растворы из соли. Анализ длится 1.5 – 2 ч.

Анализ проводили в трех вариантах. Контроль – стерильная среда с красным фосфором. Опыт – посев AM1 на красный фосфор. Третий вариант – посев AM1 в среду без источников фосфора. Посев производили в фальконы с 3 мл культуральной среды состава (г/л) NaCl 2.5, MgSO₄ 0.5, KNO₃ 2.0, глюкоза 8.0. В контроли и опыты добавляли по 0.1 г порошка красного фосфора. Поскольку красный фосфор нерастворим в воде, внесение навесок одинакового веса представляло сложность.

Культивировали при 28°C. Все посеы проводили в трех повторах, итого девять проб. Анализ проводили дважды: в день посева (нулевая точка) и спустя две недели (14 суток), когда биомасса гриба созрела. Второй анализ проводили только с контролем и опытом – предполагалось, что в третьем варианте концентрация фосфат-ионов заведомо не изменится. Итого, общее количество фальконов с пробами пятнадцать.

Кроме того, проанализировали в трех повторах состав культуральной среды с глюкозой в качестве источника углерода, но без источников фосфора. Предполагалось, что глюкоза степени чистоты Ч могла содержать примесь фосфатов.

Красный фосфор ЧДА приобретен в АО «Камтэкс-Химпром», г. Пермь. Имеет консистенцию порошка, хранится в пластиковой заводской таре.

Для определения содержания фосфора в органических удобрениях широко используется метод, предложенный Дениже [3].

Биомассу АМ1 на красном фосфоре наращивали четырьмя посевами, чтобы накопить количество, достаточное для анализа фосфатов в золе. Доращивали до спорообразования. Биомассу хранили в пяти пробирках Эппендорфа, в замороженном виде, при -20°C. Перенос биомассы из фальконов в эппендорфы осуществляли прокаленной в пламени спиртовки микробиологической петлей. При этом, с биомассой в пробирки попадало очень незначительное количество культуральной среды. Жидкость, скапливающаяся в эппендорфах – вероятно, не культуральная среда, а внутриклеточная жидкость, освободившаяся после замораживания и оттаивания биомассы. Перед анализом биомассу объединили шпателем в чашку Петри, высушили при 105°C до постоянного веса, затем сожгли в муфельной печи до состояния золы при 500°C.

Результаты и их обсуждение. Определенная сложность заключалась в том, что мы не знали, с какой скоростью окисляется красный фосфор в среде, и какая концентрация фосфат-ионов присутствует в среде изначально.

Оказалось, что красный фосфор сильно загрязнен фосфатами. Прибор показывает зашкал даже при 200-кратном разведении. Впрочем, в отличие от белого фосфора, красный фосфор полностью очистить от фосфатов нельзя. Будучи полимерным веществом, он всегда содержит окисленные фосфатные группы на концах макромолекул. К тому же, красный фосфор при хранении, особенно в присутствии следов влаги, медленно диспропорционирует до фосфорной кислоты и фосфина (специфический запах последнего исходит от красного фосфора, с которым ведется работа).

В замере через 14 дней разбавляли пробы в 2500 раз, чтобы избежать зашкала. В целом, в опытах концентрация фосфата выше, чем в контролях. Однако, разброс значений между повторами велик. Это связано со сложностью внесения красного фосфора в культуральную среду. Он нерастворим в воде, поэтому внести точную концентрацию в объеме раствора не удастся.

Для точной оценки биодegradации красного фосфора требовалось к измеренной концентрации фосфат-ионов в культуральной среде прибавить содержание фосфатов в биомассе гриба, поскольку живой организм интенсивно поглощает фосфат-ионы из окружающей среды. Соответственно, можно предполагать, что с учетом фосфатов в биомассе разница между контролем и опытом должна быть существенной.

Итого, разница концентрации фосфат ионов в опыте (среда с грибом аспергиллом) и контроле (стерильная среда) составляет 1.2 – 1.3 раза. Результат статистически значимый и свидетельствует о соответствующем увеличении скорости окисления красного фосфора до фосфорной кислоты в присутствии живого микроорганизма. Следует отметить, что в нулевой точке концентрация фосфатов в стерильной среде с красным фосфором составила 87.56 мг/л; в среде с красным фосфором и спорами 85.57 мг/л, а со спорами без источников фосфора 1.36 мг/л. Эти величины усреднены из трех повторов, и указывают на то, что концентрация фосфат-ионов в стерильной среде изначально даже превышала таковую в среде со спорами гриба. То есть, более интенсивный рост концентрации фосфата действительно связан с жизнедеятельностью аспергилла. Концентрация фосфат-ионов в стерильной среде без источников фосфора составила всего 0.56 мг/л – следовые количества, которыми можно пренебречь.

Это означает, что красный фосфор действительно подвергается биодegradации [4]. Можно предполагать, что если бы красный фосфор изначально не был бы сильно загрязнен фосфорной кислотой, как в данном случае, возможно, скорость микробного метаболизма этого вещества была бы еще выше, а разница с контролем еще значительнее. Но в присутствии избыточных концентраций фосфатов гриб просто не нуждается в биодegradации элементарного фосфора, и это отрицательно сказывается на скорости его биологического окисления.

Следует особо подчеркнуть, что сравнительно низкая химическая активность красного фосфора делает полученные результаты более достоверными. В случае белого фосфора сложно разделить процессы ферментативного и неферментативного, спонтанного окисления кислородом.

Список литературы

- 1 Sokolov A.V., Talanov N.D., Gladkova K.F., Speranskaya G.V., Bulaeva V.G., Vasil'eva L.V. Red Phosphorus as Fertilizer // *Khim. Sel'sk. Khoz.* Vol. 1976.14. P. 22-24.
- 2 Брехова Л.И., Стахурлова Л.Д. Методы количественного анализа удобрений. Учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2006. – 39 с.
- 3 ГОСТ 1№8309-2014. 2014.
- 4 Миндубаев А.З., Галимова А.Р., Кузнецова О.Н., Ахбарова Л.И., Бабынин Э.В., Бадеева Е.К. Биотрансформация красного фосфора в фосфаты при помощи *Aspergillus niger* // *Вестник технологического университета.* – 2023. – Т. 26. – №10. – С. 41–45.

A. Z. MINDUBAEV¹, E. V. BABYNIN², L. I. AKHBAROVA³,
E. L. GOGOLASHVILI³, A. R. GALIMOVA⁴

RED PHOSPHORUS TO PHOSPHATE OXIDATION BY ASPERGILL FUNGI

¹*Kazan National Research Technological University,
Kazan, Russian Federation,*

²*Budgetary-Funded Institution of Science A. E. Arbuzov Institute of Organic
and Physical Chemistry of Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences,
Kazan, Russian Federation,*

³*Tatar Research Institute of Agricultural Chemistry and Soil Science – Subdivision
of the Federal Research Center “Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences”,
Kazan, Russian Federation,*

⁴*Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI,
Kazan, Russian Federation,
mindubaev-az@yandex.ru*

The present work shows the first quantitative data on the biodegradation of red phosphorus by A. niger AM1. These data indicate a significant increase in the rate of red phosphorus oxidation, expressed through the accumulation of phosphate ions, the final product of oxidation, under the influence of the metabolism of Aspergillus growing in culture medium. Compared with the control, sterile medium containing red phosphorus, the rate increases by a factor of 1.25.

Key words: Biodegradation, red phosphorus, elemental phosphorus, Aspergillus niger AM1.

О. А. НАЗАРЧУК

**АНОМАЛЬНЫЕ ЯЙЦА РЕЧНЫХ КРАЧЕК *STERNA HIRUNDO*
(LINNAEUS, 1758), ГНЕЗДЯЩИХСЯ В ПОЙМЕ РЕКИ ПРИПЯТЬ**

*УО «Мозырский государственный педагогический университет имени И. П. Шамякина»,
г. Мозырь, Республика Беларусь,
nazarchuk_olga@tut.by*

Проведен мониторинг колоний речных крачек, гнездящихся в пойме реки Припять на территории Мозырского и Житковичского районов Гомельской области. Выявлены гнезда, содержащие яйца аномальных размеров и окраски.

Ключевые слова: речная крачка, колонии, гнездование, яйца, пигментация, размеры яиц.

Речная крачка (*Sterna hirundo* Linnaeus, 1758) – гнездящийся, мигрирующий и пролетный вид. Предпочитает гнездиться на лугах в поймах больших и малых рек, открытых песчаных островах на естественных и искусственных водоемах, пляжах, водоемах с низкой надводной растительностью, которая произрастает кочками. Речная крачка – колониально-гнездящийся вид. Одиночные гнезда отмечаются редко [1]. Колонии речных крачек могут быть как моновидовыми, так и поливидовыми. Гнезда речных крачек на влажном субстрате представлены в виде плоской кочки из сухих водных растений. В качестве выстилки используются сухие растения, шерсть, ракушки. В сухих местообитаниях гнезда представлены ямкой с небольшим количеством выстилки.

В кладке речной крачки от 1 до 4 яиц, но чаще 2-3 яйца. Изредка встречаются кладки, содержащие 4 яйца. Яйца продолговатые с заостренным узким концом. Средние размеры яиц 41,5×30,5 мм (35,5–50,0×23,0–33,0 мм). Окраска яиц речной крачки изменчивая: светло-желтая, кремовая, глинистая, оливковая с зеленоватым или голубоватым оттенком. На скорлупе отмечаются глубокие серые пятна и поверхностные коричневые либо черно-коричневые [2].

Исследования проводились с 2005 по 2023 года в колониях речных крачек, гнездящихся в естественных и искусственных местообитаниях вдоль реки Припять на территории Мозырского и Житковичского районов Гомельской области.

На территории Мозырского района наблюдения проводились в искусственном местообитании, представляющем собой остров из камней, образованный вследствие строительства газопровода. Остров расположен посередине русла реки Припять, примерно на равном расстоянии от обоих берегов (51.989681 N 29.361392 E). Обнаруженные кладки речной крачки расположены непосредственно на камнях. Растительность на данном острове практически отсутствовала, лишь в последние годы началось его зарастание. Для данного местообитания характерна высокая плотность расположения гнезд, т.к. большая часть острова в гнездовой период затапливается водой.

На территории Житковичского района колонии речных крачек наблюдались на пойменных лугах биологического заказника «Туровский луг» (52.04 N 27.44 E), а также в окрестностях деревни Запесочье (52.07 N 27.71 E). На данной территории речные крачки селятся на островах, образованных в период затопления пойменных лугов.

В 2005 году в колонии речной крачки, расположенной на острове из камней, обнаружена кладка с аномально окрашенными яйцами. Из трех яиц в кладке одно было депигментированное, а два других яйца имели очень светлую окраску основного фона. Яйца этой кладки визуально были длиннее остальных яиц обследованных кладок. При измерении яиц были установлены следующие показатели длины и диаметра: 45,0×30,0 и 47,0×29,9. Депигментированное яйцо имело размеры – L = 46,0, а D = 30,0 мм (рисунок 1).



Рисунок 1 – Депигментированное яйцо в кладке речной крачки

Аномально пигментированные яйца птиц подвергаются повышенному действию естественной элиминации и дают менее жизнеспособное потомство [3; 4]. Данное гнездо было расположена на периферии колонии у самого края острова из камней [5, 6].

В 2018 году на исследуемом острове обнаружена полная кладка речной крачки, содержащая яйца аномально большого размера: 54,0×36,0; 56,0×36,0 и 58,0×37,0 мм (рисунок 2) [7]. Такие аномально крупные яйца описаны у речной крачки, гнездящейся в дельте реки Волга [8].



Рисунок 2 – Крупные яйца в кладке речной крачки

Мониторинг данной колонии в 2019 также позволил выявить аномальные яйца. На периферии колонии обнаружено гнездо речной крачки, расположенное непосредственно у кромки воды, которое было частично влажным. Кладка содержала 3 яйца, одно из которых было аномально малого размера (L=32 мм, D=26 мм). Другие яйца в гнезде были обычного размера: 41,5×31 и 42×32 мм [9].

Следует отметить, что гнезда, содержащие яйца аномально малого размера также как аномально окрашенные яйца располагались на периферии колонии. Это подтверждает высказывания Р. Мянды [10] и J. Coulson [11] о том, что на периферии колонии гнездится менее приспособленная и ослабленная часть популяции.

За весь период наблюдения на пойменных лугах биологического заказника «Туровский луг» гнезд с аномальными яйцами речной крачки обнаружено не было. Гнезда на данной территории располагаются разреженно на большом расстоянии друг от друга. Среднее расстояние между ближайшими соседними гнездами *S. hirundo* составляет 2,3 м.

На пойменном лугу в окрестностях деревни Запесочье крачки гнездятся поливидовыми колониями. Центральную часть данного луга занимают озерные чайки (*Larus ridibundus*), в понижениях, залитых водой гнездятся белошекие (*Chlidonias hybridus*)

и белокрылые крачки (*Chl. leucopterus*). На периферии располагаются гнезда речных крачек, в небольшом количестве малых крачек (*Sternula albifrons*), чибисов (*Vanellus vanellus*), больших веретенников (*Limosa limosa*) и травников (*Tringa totanus*).

На исследуемой территории среднее расстояние между ближайшими гнездами *S. hirundo* значительно меньше, чем на «Туровском лугу» и составляет 1,1 м. Крачки на пойменном лугу в окрестностях деревни Запесочье гнездятся здесь более компактно, т.к. большая часть пригодной для гнездования и не затопленной водой территория луга занята колонией *L. ridibundus*.

В 2023 году в данной колонии обнаружено гнездо речной крачки с 3 яйцами, одно из которых было аномально малого размера. Яйца в обнаруженном гнезде имели следующие размеры: 45×34, 46×33 и 25×21мм (рисунок 3).



Рисунок 3 – Мелкое яйцо в кладке речной крачки

Кроме того, в исследуемой колонии обнаружены два гнезда, окраска яиц в которых сильно отличалась от остальных яиц речной крачки. В гнезде с 3 яйцами одно яйцо было нормально окрашенным (окраска фона и рисунка соответствовала литературным описаниям), два других яйца имели белую окраску фона. На аномально окрашенных яйцах присутствовал рисунок в виде точек и небольших пятен. Второе гнездо содержало 2 яйца, одно из которых имело белый фон с небольшим количеством мелких точек (рисунок 4).

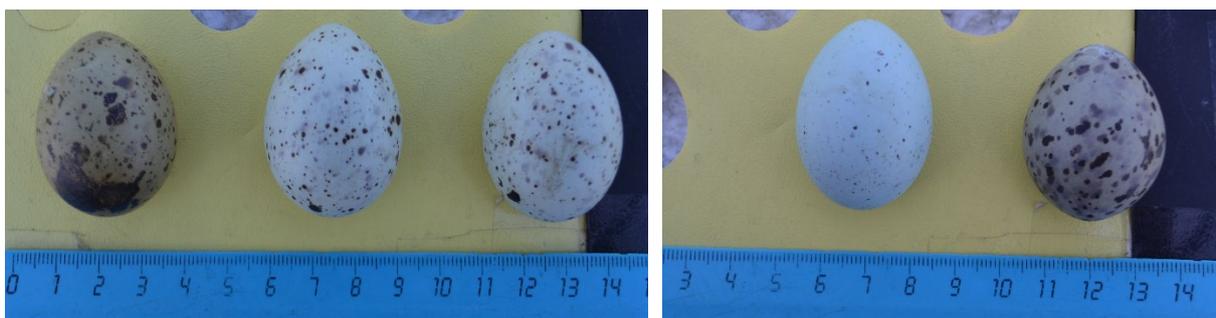


Рисунок 4 – Яйца светлого фона в кладке речной крачки

Следует отметить, что гнезда речной крачки с аномальными яйцами встречаются редко. Все обнаруженные аномальные яйца речной крачки отмечались в колониях с высокой плотностью расположения гнезд.

Список литературы

1 Назарчук, О. Крачки как объект мониторинга при проведении экскурсии по околотовским маршрутам / О. Назарчук // Румлѣўскія старонкі: турыстычны патэнцыял нацыянальнай культурна-гістарычнай спадчыны Панямоння: матэрыялы III адкрытай

рэгіянальнай навукова-практычнай канферэнцыі па праблемах рэгіяналістыкі і краязнаўства «Румлёўскія чытанні», Гродна, 19 лютага 2010 г. / ГрДУ імя Я. Купалы; рэдкал.: В.В. Швед [і інш.]. – Гродна: ГрДУ, 2010. – С. 119-121

2 Птушкі Еўропы / Палявы вызначальнік; рэдкал.: М.Е.Нікіфараў. – Варшава: ПВН, 2000. – 350 с.

3 Мяндр, Р. Неизбирательная элиминация яиц обыкновенной чайки и возобновление кладок / Р. Мяндр // Известия АН Эстонской ССР. Сер. биология. – 1984. – Т.33. – №2. – С.117–125.

4 Мяндр, Р. О влиянии естественного отбора на фенотип яиц птиц / Р. Мяндр // Вопросы современного дарвинизма. – Тарту, 1983. – С. 79–89

5 Назарчук, О.А. Биотопическая изменчивость пигментации яиц речной крачки на юго-востоке Беларуси / О.А. Назарчук, А.Н. Кусенков // Вестник БГУ. – Сер.2. – 2007. – №2. – С. 94–98.

6 Назарчук, О.А. Пигментация яиц речной крачки в условиях различной трансформации наземных экосистем / О.А. Назарчук // Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий: материалы VII междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 19-21 октября 2005 г. / Гомел. гос. ун-т; редкол.: А.Н. Кусенков [и др.]. – Гомель, 2005. – С. 142–145.

7 Назарчук, О.А. Мониторинг колонии речной крачки, гнездящейся на юго-востоке Беларуси / О.А. Назарчук // Зоологические чтения – 2019: Сборник статей Международной науч.-практ. конференции (Гродно, 20-22 марта 2019) / О.В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2019. – С. 203–205.

8 Бородулина, Т.Л. Биология и рыбохозяйственное значение речной крачки / Т.Л. Бородулина // Сб. науч. тр. / Ин-т морфол. животных им. А.Н. Северцова АН СССР. – Москва, 1953. – Вып. 9: Работы по морфологии и экологии птиц и млекопитающих. – С. 118–139.

9 Назарчук, О. А. Изменчивость ооморфологических параметров речной крачки в функционально разных частях колонии / О.А. Назарчук // Орнитологические исследования в странах Северной Евразии // Тезисы XV Международной орнитологической конференции Северной Евразии, посвящённой памяти академика М.А. Мензбира (165-летию со дня рождения и 85-летию со дня смерти). – Минск: Белорусская наука 2020. – С. 336–337.

10 Мяндр, Р. Естественная элиминация нормальных и не полностью пигментированных яиц полярной крачки / Р. Мяндр // Известия АН Эстонской ССР. Сер. биология. – 1984. – Т.33. – №1. – С. 7–14.

11 Coulson, J.C. Differences in the quality of birds nesting in the centre and on the edges of a colony / J.C. Coulson // Nature. – 1968. – Vol. 217, № 5127. – P. 478 – 479.

O. A. NAZARCHUK

ANOMALOUS EGGS OF COMMON TERNS STERNA HIRUNDO (LINNAEUS, 1758) NESTING IN THE FLOODLANDS OF THE PRIPYAT RIVER

*Mozyr State Pedagogical University named after I. P. Shamyakin,
Mozyr, Republic of Belarus,
nazarchuk_olga@tut.by*

Monitoring of colonies of common terns nesting in the floodplain of the Pripyat River in the Mozyr and Zhitkovichi districts of the Gomel region was carried out. Nests containing eggs of abnormal size and color were discovered.

Key words: common tern, colonies, nesting, eggs, pigmentation, egg size.

А. Г. НЕПОВИННЫХ¹, А. И. МЕЛЬНИК², А. А. АНДРОНОВА³, С. К. МАМЕДОВА⁴

**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ
УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА СИБГУ ИМ. М. Ф. РЕШЕТНЕВА**

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева»,*

г. Красноярск, Российская Федерация,

¹artixz@yandex.ru,

²aleksandrana2013@gmail.com,

³economics25192715@gmail.com,

⁴mamedova_ceva@mail.ru

Сформирована информационно-аналитическая база данных с использованием свободно распространяемого программного обеспечения ГИС на территорию Караульного участкового лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М. Ф. Решетнева.

Ключевые слова: база данных, геоинформационная система, лесоводственная характеристика, QGIS.

Использование информационных технологий в лесном хозяйстве является актуальным на протяжении последних нескольких десятилетий. Это связано как с динамичным ростом рынка информационных технологий, так и их востребованностью со стороны лесного хозяйства. Быстрое развитие и широкое применение на практике и в научно-исследовательских целях получили географические информационные системы (ГИС) [5].

Геоинформационные системы широко используются в лесном хозяйстве не только для создания различных тематических карт, но и для изучения различных процессов, происходящих в лесу, для ориентирования в лесу, для составления туристических и рекреационных маршрутов, для оценки состояния охотничьих угодий, при таксации леса и охотничьих угодий, при лесоустройстве [5].

На сегодняшний день актуальной задачей является создание информационно-аналитических баз данных для любой территории, покрытой лесными насаждениями. Авторами выбран объектом исследования Учебно-опытный лесхоз СибГУ, относящийся к одному из подразделений Института лесных технологий СибГУ им. М.Ф. Решетнева.

В рамках разработки информационно-аналитической базы данных на территорию Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева было уделено повышенное внимание решению следующих задач:

– создание информационно-аналитической базы данных основанной на ГИС с помощью свободно распространяемого программного обеспечения;

– простота отображения пространственно-распределённых объектов и их атрибутивных характеристик с целью сокращения избыточности и дублирования данных;

– портация базы данных на мобильные устройства, позволяющие пополнять данные непосредственно в полевых условиях при сборе различного рода лесоводственной информации, для обеспечения возможности получения данных по всем необходимым запросам;

– практическая польза от разрабатываемого «продукта». За весь длительный период существования объекта исследования в качестве учебно-опытной базы при СибГУ им. М.Ф. Решетнева на данную территорию нет единой информационной базы основанной на ГИС;

– создание базы данных для последующего внедрения в образовательный процесс лесохозяйственной направленности в СибГУ им. М.Ф. Решетнева.

Сбор совокупности данных по объекту исследования пространственно-распределённых объектов и их атрибутивных характеристик, а также их актуализация (при проведении экспедиционных обследований) проведен с 2020 по 2022 гг.

В качестве среды работы, для создания базы данных основанной на ГИС, выбран программный продукт QGIS, в силу его простоты использования и распространяющийся под General Public License (бесплатной лицензии), и не уступающий по своим возможностям коммерческим программам. Основной перечень использования программ в работе, а также краткий функционал, имеет следующий вид:

- QGIS 3.24-3.28, для создания информационно-аналитической базы данных, последующий анализ, визуализация, исследование наборов геоданных, подготовка картографического материала по итогам анализа, подготовка мобильной версии ГИС для мобильных устройств и др.;

- Easy Trace 8.65, для оцифровки картографического материала: планов, схем, планшетов (была оцифрована выделенная сеть объекта исследования 1972 г);

- MapInfo Pro 15.0, ArcMap, для переконвертации различных типов данных, использования подходов присутствующих в данных программных продуктах – модулей, отсутствующих в QGIS и др. (доля использования в общем объеме работ не более 10 %);

- Qfield, для отображения на мобильных устройствах, базовые операции редактирования, отображения послойной информации, ориентирования на местности;

- Locus Map, мобильная ГИС программа с широким спектром возможностей;

- Global Mapper 20 (64-bit), GPSMapEdit 2.1, SAS.Планета, Garmin Mapsource Product, Creator, Gmaptool, BaseCamp, для переконвертации с последующей портировкой данных (векторных и растровых) информационно-аналитической базы в форматы мобильных устройств, приборов навигации.

В ходе проделанной работы собрана совокупность данных: пространственно-распределенных объектов (отражение границ, квартальной сети, выделенной сети) и их атрибутивных характеристик. Также были получены производные данные: уклоны, экспозиция, типы почв, растительность).

Пространственная информация была разбита на группы. Сопоставлялась лесоводственная информация с 1972 по 2022 гг. Данные за 2022 г актуализированы на полевых выездах. Отдельно сгруппирована информация по всей территории обследования и по части (отдельных кварталов, отражающих по своей характеристике всю площадь объекта исследования). Структура информационно-аналитической базы данных представлена в таблице 1.

На рисунке 1 представлен фрагмент информационно-аналитической базы данных, запущенной на стационарном компьютере, в среде QGIS. В частности, показана структура базы, отображены отдельные слои, несущие информационную нагрузку.

В процессе решения задачи портировки базы данных на мобильные устройства, был проработан большой практический аспект – формирование баз данных для мобильных устройств и навигаторов. На рисунке 2 отображены фрагменты информационно-аналитической базы данных на мобильных устройствах. Показана часть возможностей мобильных версий различных ГИС.

Таблица 1 – Структура информационно-аналитической базы данных

№	Наименование слоя	Источник данных
1	2	3
<i>Границы</i>		
1	Объект исследования (насаждения Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева)	Материалы лесоустройства
2	Емельяновский район	Административно-территориальное устройство России (кадастровый район 24:11)
3	Красноярский край	
4	Российская Федерация	

Окончание таблицы 1

1	2	3
5	Квартальная сеть	Материалы лесоустройства
6	Повыдельная сеть на 1972 г, 52 кв.	Материалы лесоустройства за 1972 г
7	Повыдельная сеть на 2002 г, 52 кв.	Материалы лесоустройства за 2002 г
8	Повыдельная сеть на 1972 г, 6-и кв.	Материалы лесоустройства за 1972 г
9	Повыдельная сеть на 2002–2022 гг., 6-и кв.	Материалы лесоустройства за 2002 г, актуализация 2022 г
10	Поврежденные лесонасаждения от энтомофитов, болезней и пожаров	По данным сотрудников лаборатории
<i>Насаждения объекта исследований (период: 1972, 2002 г, 52 кварталы)</i>		
11	Породная и возрастная структура – 1972 г	Материалы лесоустройства за 1972 г
12	Породная и возрастная структура – 2002 г	Материалы лесоустройства за 2002 г
13	Полнотная структура – 1972 г	Материалы лесоустройства за 1972 г
14	Полнотная структура – 2002 г	Материалы лесоустройства за 2002 г
15	Запасы насаждений, на 1 га/м ³ – 1972 г	Материалы лесоустройства за 1972 г
16	Запасы насаждений, на 1 га/м ³ – 2002 г	Материалы лесоустройства за 2002 г
<i>Насаждения Объекта исследований (период: 2022 г, 25–26; 37–38; 50–51 кварталы)</i>		
17	Породная и возрастная структура – 2022 г	Результаты лесной таксации, проведенной в весенне-летний период 2022 г
18	Полнотная структура – 2022 г	
19	Запасы насаждений, на 1 га/м ³ – 2022 г	
<i>Производная информация и дополнительная информация</i>		
20	Уклоны	Расчетным путем в ГИСах
21	Экспозиция	
22	Почвы Емельяновского района	Карта почв России [6], [7]
23	Растительность (разрешение 230 м)	Подгружаются с сервиса [4]
<i>Картографический материал</i>		
24	Топографическая карта (1 см 500 м)	Карты ГосГисЦентра РФ
25	План лесонасаждений – 1972 г	Материалы лесоустройства за 1972 г
<i>Аналитический материал по углероду (1972, 2002 и 2022 гг., 25–26; 37–38; 50–51 кв.)</i>		
26	Запасы углерода в период 1972–2002 гг. объекта исследования; 1972–2022 гг. по 6 кв.	Производная информация
<i>Материалы ДЗЗ</i>		
27	Спутниковые снимки в различных комбинациях каналов в период 1996–2022 гг., спутники Sentinel-2, Landsat – 7,8	Источники космоснимков: [1], [3], [4]
<i>Подгружаемые картографические «подложки»</i>		
28	Сторонняя информация	Подгружаются с сервиса [2]

Главным практическим аспектом портации базы данных на мобильные устройства служит то, что мобильные средства с установленной базой данной дают возможность не только ориентироваться по объекту исследования, отражать информацию, но и пополнять ее, редактировать её непосредственно в полевых условиях. Причем сама база данных находится в облачном хранилище, что позволяет осуществлять процесс синхронизации как со стороны мобильных устройств, так и стационарных.

По итогам проделанной работы по созданию информационно-аналитической базы данных на территорию Караульного участкового лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева были сгруппированы в единую базу имеющиеся материалы (таксационные описания, картографический материал и др.). Создана геоинформационная

система, позволяющая наряду с визуальным анализом какого-либо показателя, лесоводственной характеристикой непосредственно анализировать, оценивать и количественные показатели в динамике. Структура информационно-аналитической базы может быть изменена или дополнена новыми данными.

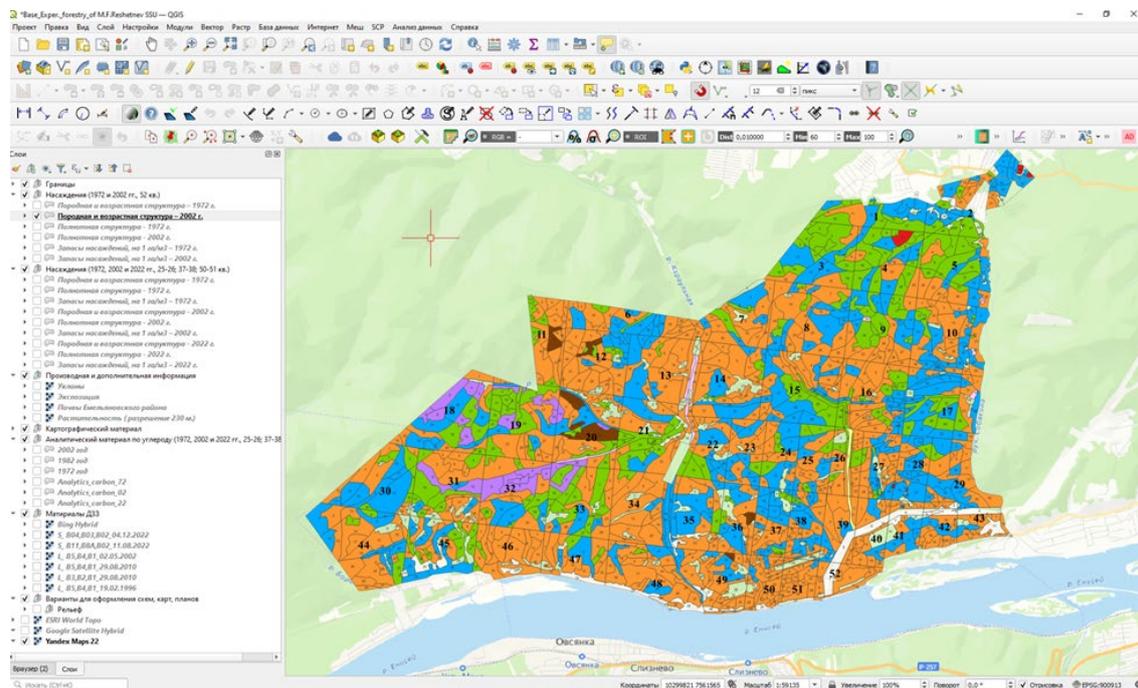


Рисунок 1 – Организация данных в информационно-аналитической базе данных. Породно-возрастная структура древостоев за 2002 г (в качестве примера)



Рисунок 2 – Примеры портации базы данных: снимки с экрана мобильного устройства, демонстрирующие возможности программы Qfield (а, б), повидельная сеть на навигаторе (в), в программе Locus Map (z)

В процессе работы над созданием единой информационной базы основанной на ГИС был отработан алгоритм переноса различного рода информации (растровой, векторной) в мобильные устройства, навигаторы.

Разработанная информационно-аналитическая база была внедрена в учебный процесс СибГУ им. Решетнева по лесохозяйственной направленности. В частности, мобильные средства, с установленной базой данной с 2022 г используются студентами при прохождении летней практики на территории Караульного участкового лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М.Ф. Решетнева.

Исследование проводилось в рамках государственного задания, установленного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, для реализации проекта «Динамика восстановления таежных лесов Центральной Сибири, нарушенных энтомоvoreдителями» (№ FEFE–2024–0029) коллективом научной лаборатории «Лесных экосистем».

Список литературы

1 EOS Data Analytics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eos.com/landviewer>. – Дата доступа: 18.04.2024.

2 NextGIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qms.nextgis.com>. – Дата доступа: 21.04.2024.

3 SentinelHub by PLANET LABS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sentinel-hub.com>. – Дата доступа: 20.04.2024.

4 USGS science for a changing world [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov>. – Дата доступа: 19.04.2024.

5 Коннова, А. Э. Опыт использования геоинформационных систем при изучении лесов Саратовской области / А. Э. Коннова, С. В. Кабанов // Материалы III Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области ландшафтной архитектуры и лесного дела, Саратов, 26–30 апреля 2021 г. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 48–52.

6 Почвенно-географическая база данных России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://soil-db.ru>. – Дата доступа: 17.04.2024.

7 Почвенный институт им. В.В. Докучаева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://egrpr.esoil.ru>. – Дата доступа: 17.04.2024.

A. G. NEPOVINNYKH¹, A. I. MELNIK², A. A. ANDRONOVA³, S. K. MAMEDOVA⁴

INFORMATION AND ANALYTICAL DATABASE OF THE EDUCATIONAL AND EXPERIMENTAL FORESTRY ENTERPRISE OF RESHETNEV UNIVERSITY

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Krasnoyarsk, Russian Federation,
¹artixz@yandex.ru,
²aleksandrana2013@gmail.com,
³economics25192715@gmail.com,
⁴mamedova_ceva@mail.ru*

An information and analytical database has been generated using freely distributed GIS software for the territory of the Karaul'noe district forestry of the Educational and Experimental Forestry Enterprise of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology.

Key words: database, geographic information system, forestry characteristics, QGIS.

А. А. НОВИК

**МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ СТАДИЙ ОТСТУПАНИЯ
ПОСЛЕДНЕГО ЛЕДНИКОВОГО ПОКРОВА
В ПРЕДЕЛАХ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ**

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

Анализ абсолютной геохронологии стадий отступления последнего покровного оледенения из различных регионов, позволяет выявить межрегиональные сходства и различия в изменениях природных обстановок Восточно-Европейской равнины.

Ключевые слова: краевые образования, стадии деградации, покровный ледник, палеоре-конструкции.

Скандинавский ледник оказал решающее воздействие на формирование рельефа, изменение климатических и природных характеристик. При реконструкциях природных обстановок важным направлением является изучение особенностей развития различных секторов ледникового покрова, с учётом темпов дегляциации конкретных территорий. В исследованиях различных авторов особое внимание уделяется изучению положения стадий и фаз ледникового покрова, направления движения потоков талых ледниковых вод, проявлению перигляциальных процессов.

К настоящему времени, с учетом накопленного многочисленного палеографического материала различных регионов Восточно-Европейской равнины, возникла необходимость систематизации существующей информации в общей межрегиональной схеме изменения природных обстановок региона и уточнения границ стадий отступления последнего ледника.

В основе палеогеографической изученности Восточно-Европейской равнины в позднеледниковый период вюрмской (вислинской, поозерской, валдайской) ледниковой эпохи положен анализ опубликованных в литературе геохронологических данных возраста стадий отступления Скандинавского ледникового покрова, полученных при многолетних гляциоморфологических и стратиграфических исследованиях для разных регионов. До недавнего времени определение возраста стадий дегляциации последнего ледникового покрова являлось большой проблемой из-за сложности получения подходящего материала для датирования и точности определения возраста, а использование радиоуглеродного (^{14}C) метода было ограничено, поскольку поддающийся датированию органический материал зачастую отсутствовал. Поэтому, недавнее появление методов оптической люминесценции (OSL), (TL) и космогенного датирования (^{10}Be) во многом помогло решить данную проблему.

Молодой ледниковый рельеф Восточно-Европейской равнины был сформирован в результате наступления и последующей деградации вюрмского ледника. Позднеледниковый этап оледенения, начался на севере Евразии около 28 тыс. л.н. Быстрое продвижение льдов Скандинавского ледникового щита через южную и центральную Финляндию в западную часть Восточно-Европейской равнины произошло после 25 тыс. л.н. [1], охватив центральную и северную Европу и европейскую часть России, достигнув

максимального распространения около 25–20 тыс. л.н. [2]. В юго-восточном секторе Скандинавского ледникового покрова, вюрмский ледник достиг своего максимального распространения между 21 и 19 тыс. л.н., синхронно с глобальными записями изменениями объема льда (MIS 2), при этом в юго-западном секторе Скандинавского ледникового максимальная граница была достигнута в более раннее время MIS 4 и 3. [3]. Это указывает на то, что в различных секторах обширного континентального скандинавского ледникового покрова по-разному проявлялась сложная реакция на глобальные климатические изменения. При этом, граница максимального ледникового покрова является лишь одним из этапов крупных климатических проявлений различного масштаба [4]. Различные территории западной периферии Восточно-Европейской равнины, расположенной в юго-западном секторе Скандинавского ледникового покрова, отличаются асинхронностью положения границы максимального распространения ледника: около 18 кал. тыс. л.н., на северо-западе России (граница Вологодской и Новгородской областей) [5]; не ранее 22,3 кал. тыс. л.н на северо-западе Беларуси и 19,2 кал. тыс. л.н. на северо-востоке Беларуси [6]; 18,3 кал. тыс. л.н. в Литве [7] и не ранее 26–20 кал. тыс. л.н. в юго-восточной Литве [8]; 18–20 кал. тыс. л.н. на северо-востоке Польши [9]. 24–19 кал. тыс. л.н. в Польше [10]. Это объясняется наличием различных ледяных потоков и их комплексов, действовавших в юго-восточном секторе скандинавского ледникового покрова в позднеледниковье [11]. Скандинавский ледникового покрова начал отступать вскоре после достижения максимума, и к концу интерстадиала Беллинг-Аллеред (12 кал. тыс. л.н.), область между краем ледника в краевой зоне Салпаусселька I на юге Финляндии и границей максимального распространения в западной периферии Восточно-Европейской равнины была освобождена от ледникового покрова [12].

Отступление (дегляциация) последнего ледника шло неравномерно и сопровождалась периодами похолодания (стадиалами), в процессе которых ледник находился в состоянии стагнации или нарастания. В это время происходили продолжительные остановки ледникового покрова, что можно проследить в современной топографии. Большинство реконструкций последней дегляциации скандинавского ледникового покрова показывают границы льда в виде непрерывных линий краевых цепей, простирающихся до нескольких сотен километров [11, 13, 14, 15, 16, 17]. Разными исследователями из разных стран выделяется до тринадцати краевых ледниковых стадий и межстадиалов в юго-восточном секторе Скандинавского покровного оледенения: бранденбургская (лешно), франкфуртская (познаньская, оршанская, груда, осташковская); померанская (браславская, балтийская, дагда, вепсовская); мекленбургская (гарда, южно-литовская, калдабруна, себежская); средне-литовская (слупский берег, гульбене); северо-литовская (южный средний берег, линкува, ханья, лужская); отепя; сакала (вальдемарпилс); пандивере, (невская); паливере; сальпаусселька [11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20] (рисунок 1).

Однако корреляция отложений и форм рельефа, связанных с конкретными краевыми ледниковыми цепями, значительно затруднена, и между многими интерпретациями существуют противоречия. В силу того, что исследования проводились параллельно в разных странах, возникла проблема терминологии и хронологии. Одни и те же стадии носят разные названия, и до сих пор нет единогласно принятой системы корреляции этих стадий. Ряд попыток корреляций стадиалов, было выполнено несколькими авторитетными учеными [10, 11, 15, 17]. По-результатам этих исследований предложена схема корреляций стадий и фаз отступления юго-восточной периферии последнего оледенения, (таблица 1). Полученные различными методами датирования (^{14}C , OSL, TL и ^{10}Be), интервалы значений абсолютных возрастов, свидетельствуют о том, что время начала и окончания подвижек льда одной и той-же стадии существенно отличались на востоке и западе юго-восточной периферии Скандинавского покрова.

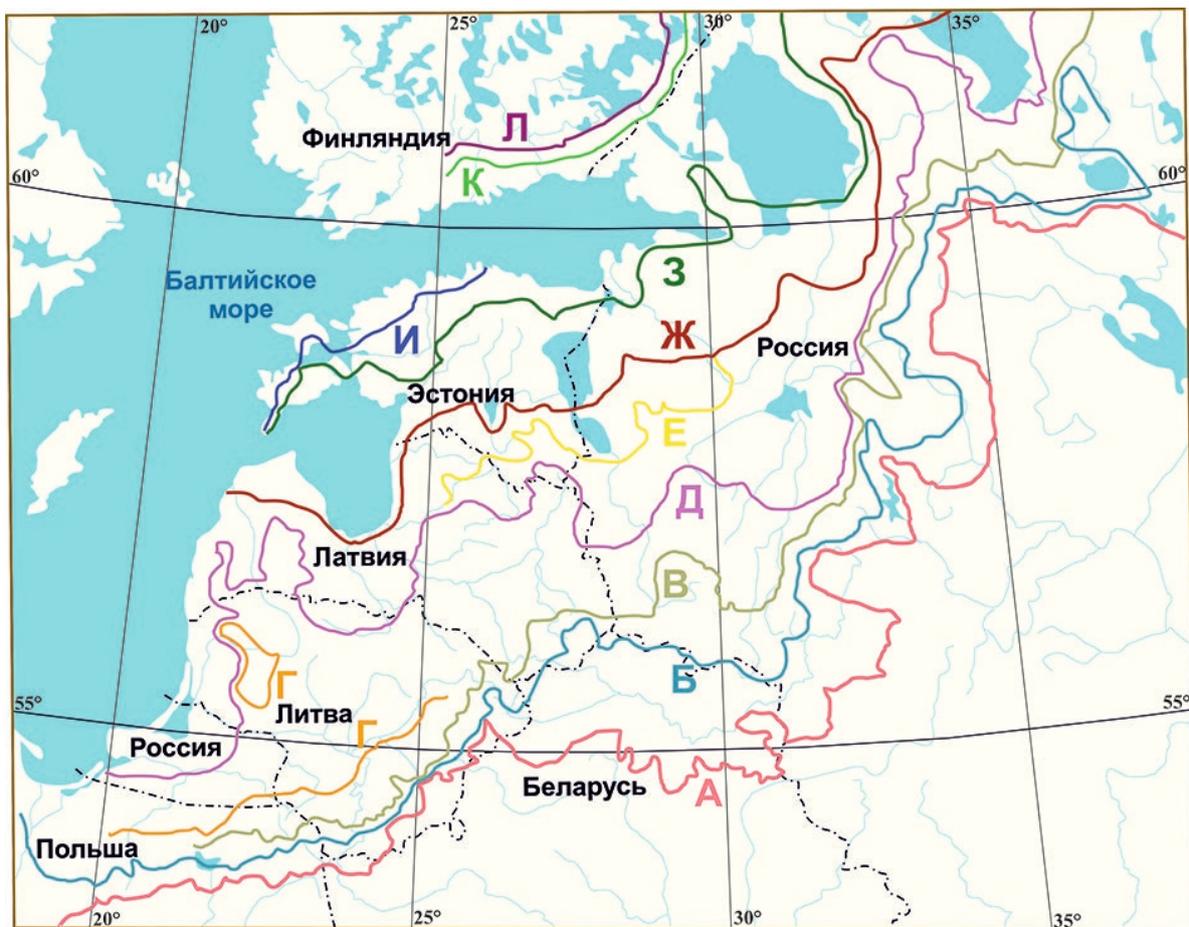


Рисунок 1 – Стадии деградации последнего ледникового покрова на территории Восточно-Европейской равнины

Таблица 1 – Корреляция стадий отступления последнего оледенения

Обозн на рис. 1	Кал. тыс. л.н.	Германия	Польша	Беларусь	Литва	Латвия	Эстония	Россия	Финляндия
	11,3								Сальпауселька 3
Л	11,8								Сальпауселька 2
К	12,2								Сальпауселька 1
И	12,7						Паливере		
З	13,5						Пандивере	Невская	
Ж	14					Вальдемарпилс	Саккала		
Е	14,1						Отепя		
Д	14,2-13,3		Южная Средняя Банка		Северо-Литовская	Линкува	Ханья	Лужская	
Г	14,9-13,5		Слупская Банка		Средне-Литовская	Гульбене			
В	14-16,5	Мекленбург	Гардно		Южно-Литовская	Калдабруна		Себежская	
Б	14-17	Померанская	Поморская	Браслав	Балтия	Дагда		Вепсовская	
А	20-18	Франкфурт	Познань	Орша	Груда			Осташковская	
	25-21	Бранденбург	Лешно						

Стадии сменялись теплыми периодами (межстадиалами), сопровождавшимися таянием ледника. В период межстадиалов обширные территории освобождались ото льда и низменности затапливались талой водой, образуя приледниковые озера. Во время последующих стадий ледник увеличивался в размерах и котловины озер могли вновь покрываться льдом, а на ледниковых возвышенностях формировались гляциодислокации [11, 14, 19].

Следовательно, во время последнего оледенения в различных районах западной периферии Восточно-Европейской равнины, подвижки и отступления ледника, начинались и заканчивались в разное время и не были синхронными, а датировки, полученные разными методами, также плохо соотносятся друг с другом, поэтому корреляция стадий и межстадиалов скандинавского ледникового щита весьма условна.

Процесс деградации последнего скандинавского ледникового покрова был тесно связан с климатическими и орографическими факторами, положением территории в зоне последнего оледенения и мощностью покровного ледника. Дегляциация, даже в пределах отдельных регионов, не проходила одновременно. В этой связи, важным фактором является широта охвата палеогеографической изученности территории Восточно-Европейской равнины комплексным набором методов, для выявления межрегиональных различий и сходств в изменениях природных обстановок.

На территории Беларуси, к настоящему времени, с учетом накопленного обширного зарубежного материала по данной проблеме, возникла необходимость в более детальных палеореконструкциях, корреляциях межрегиональных схем, уточнении положения границ деградации ледникового покрова. Однако, это во многом сдерживается недостаточным покрытием территории республики хорошо изученными разрезами, обеспеченными абсолютным датированием. В этой связи требуется выполнение дополнительных комплексных исследований и заложение новых опорных разрезов на слабоизученных территориях, приуроченных в первую очередь к краевым зонам Белорусского Поозерья. Это позволит восполнить существующие пробелы в уточнении местоположения границ стадий и фаз отступления последнего ледникового покрова при межрегиональных палеогеографических реконструкциях на различных этапах позднеледниковья.

Список литературы

- 1 Johansson P., Lunkka J. P., Sarala, P. The Glaciation of Finland // *Developments in Quaternary Science*, 2011, – № 15. – P. 105–116.
- 2 Ehlers J. Glaciations- Late Pleistocene Glaciations in Europe. // *Encyclopedia of Quaternary Science*, 2007. – P. 1023–1031.
- 3 Houmark-Nielsen M. Pleistocene Glaciations in Denmark: A Closer Look at Chronology, Ice Dynamics and Landforms. *Developments in Quaternary Science*, 2011, – № 15, – P. 47–58.
- 4 Hughes P.D., Gibbard P.L., Ehlers, J. Timing of glaciation during the last glacial cycle: evaluating the concept of a global Last Glacial Maximum // *Earth-Science Reviews*, 2013, – № 125. – P. 171–198.
- 5 Lunkka J.P., Saarnisto M., Gey V., Demidov I., Kiselova V. Extent and age of the Last Glacial Maximum in the southeastern sector of the Scandinavian Ice Sheet.// *Global and Planetary Change* 2001, – № 31. – P. 407–425.
- 6 Rinterknecht V. R., Pavlovskaya I. E., Clark P. U., Raisbeck G., Yio, F. & Brook E. J. Timing of the last deglaciation in Belarus // *Boreas*, 2007, – № 36. – P. 307–313.
- 7 Rinterknecht V.R., Bitinas A., Clark P. U., Raisbeck G.M., Yiou, F. & Brook E. J. Timing of the last deglaciation in Lithuania // *Boreas*, 2008, – № 37. – P. 426–433.
- 8 Guobytė R., Satkūnas J. Pleistocene Glaciations in Lithuania // *Developments in Quaternary Science*, 2011, – № 15. – P. 231–246.

- 9 Krzywicki T. The maximum ice sheet limit of the Vistulian Glaciation in northeastern Poland and neighbouring areas // *Geological Quarterly*, 2002, – № 46. – P. 165–188.
- 10 Marks L. Timing of the Late Vistulian (Weichselian) glacial phases in Poland // *Quaternary Science Reviews*, 2010, – № 44. – P. 81–88.
- 11 Kalm V. Ice-flow pattern and extent of the last Scandinavian Ice Sheet southeast of the Baltic Sea. *Quaternary Science Reviews*, 2012, – № 44. – P. 51–59.
- 12 Donner J. J. The Younger Dryas age of the Salpausselka moraines in Finland // *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 2010, – № 82. – P. 69–80.
- 13 Lundqvist J., Saarnisto M., Rutter N. IGCP-253 - Termination of the Pleistocene - Final report – Preface // *Quaternary International*, 1995. – № 28. – P. 5-7.
- 14 Raukas A. Ice marginal formations of the Palivere zone in the eastern Baltic // *Sveriges Geologiska Undersökning Ca.*, 1992, – № 81. – P. 277-284.
- 15 Böse M., Lüthgens C., Lee R., Rose J., Quaternary glaciations of northern Europe // *Quaternary Science Reviews*, 2012, – Volume 44, – P. 1-25.
- 16 Tylmann K., Rinterknecht V., Woźniak P., Guillou V., at all. Asynchronous dynamics of the last Scandinavian Ice Sheet along the Pomeranian ice-marginal belt: A new scenario inferred from surface exposure ¹⁰Be dating // *Quaternary Science Reviews*, 2022, – № 294. – P. 1–17.
- 17 Величко А.А., Фаустова М.А., Писарева В.В., Карпухина Н.В. История Скандинавского ледникового покрова и окружающих ландшафтов в валдайскую ледниковую эпоху и начале голоцена // *Лед и Снег*, 2017. – Т. 57. № 3. – С. 391–416.
- 18 Marks L. Last deglaciation of northern continental Europe // *Cuadernos de Investigacion Geografica*, 2015, – № 41. – P. 279-293.
- 19 Karabanov A. K., Matveyev A. V. The Pleistocene Glaciations in Belarus // *Developments in Quaternary Science*, 2011, – № 15. – P. 29–35.
- 20 Zelčs V., Markots A., Nartiš M., Saks T. Pleistocene Glaciations in Latvia // *Developments in Quaternary Science*, 2011, – № 15. – P. 221–229.

A. A. NOVIK

**INTERREGIONAL CORRELATION OF THE STAGES OF RETREAT
OF THE LAST GLACIAL COVER WITHIN THE EASTERN EUROPEAN PLAIN**

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
novika@bsu.by*

The analysis of the absolute geochronology of the stages of retreat of the last cover glaciation from different regions allows us to identify interregional similarities and differences in changes in the natural conditions of the East European Plain.

Key words: marginal formations, stages of degradation, cover glacier, paleoreconstructions.

А. Г. ПОДОЛЯК¹, Т. Ф. ПЕРСИКОВА²

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ
И ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

¹ КУП «Гомельская областная проектно-изыскательская
станция химизации сельского хозяйства»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
alexpodolyak@tut.by,

² УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь,
persikova52@rambler.ru

Вопросы устойчивого развития сельского хозяйства в отдаленный период после чернобыльской катастрофы на загрязненной радионуклидами территории требуют новой концепции по ведению агропромышленного производства в этих условиях с целью максимально минимизировать поступление радионуклидов (особенно ⁹⁰Sr) в организм человека и снижение доз облучения населения.

Производство нормативно чистой сельскохозяйственной продукции на загрязненных радионуклидами землях возможно только на основе плановой трансформации земель, дифференцированном размещении посевов сельскохозяйственных культур и целевом использовании конечной продукции на основе прогноза загрязнения урожая, с учетом свойств почв и результатов радиационного контроля.

Бюджетные средства необходимо направлять на проведение защитных мероприятий на землях с высокой плотностью загрязнения: ¹³⁷Cs 185–1480 кБк/м² и ⁹⁰Sr 11–111 кБк/м², в регионах с проблемными и слабокультурными почвами, где сельские жители потребляют продукты питания собственного производства.

Ключевые слова: радионуклиды ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, сельскохозяйственные земли, дозы облучения населения.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий», проживание и трудовая деятельность населения на территории радиоактивного загрязнения не требуют каких-либо ограничений, если средняя годовая эффективная доза облучения населения не превышает 1 мЗв над уровнем естественного и техногенного радиационного фона. В случае превышения 1 мЗв – проводятся защитные мероприятия в обязательном порядке за счет бюджетных средств [1].

В соответствии со статьей 4 Закона «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению после катастрофы на Чернобыльской АЭС» территория Республики Беларусь разделена на зоны в зависимости от величины радиоактивного загрязнения почв радионуклидами и величины среднегодовой эффективной дозы облучения (таблица 1).

По состоянию на 1 января 2020 года, по отношению к общей территории республики (19,6 тыс. км²) площади загрязнения ¹³⁷Cs по зонам составляет: зона проживания с периодическим радиационным контролем – 9,4 %, зона с правом на отселение – 3,1 %, зона последующего отселения – 0,7%, зона первоочередного отселения – 0,2%.

Таблица 1 – Зонирование территории Республики Беларусь по уровню радиоактивного загрязнения и величине дозовых нагрузок на население

Наименование зоны	Эквивалентная доза, мЗв/год	Плотность загрязнения, кБк/м ² / (Ки/км ²) *		
		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	^{238, 240} Pu
Зона проживания с периодическим радиационным контролем	< 1	37–185 (1–5)*	5,55–18,5 (0,15–0,50) *	0,37–0,74 (0,01–0,02) *
Зона с правом на отселение	1–5	185–555 (5–15) *	18,5–74 (0,50–2,0) *	0,74–1,85 (0,02–0,05) *
Зона последующего отселения	> 5	555–1840 (15–40) *	74–111 (2,0–3,0) *	1,85–3,7 (0,05–0,1) *
Зона первоочередного отселения	> 5	> 1 840 (> 40) *	> 111 (> 3,0) *	> 3,7 (> 0,1) *
Зона эвакуации (отчуждения)	территория вокруг ЧАЭС, с которой в 1986 году было эвакуировано население			

В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС в зоне радиоактивного загрязнения оказалось около 3600 населенных пунктов, в том числе 27 городов, где проживало 2,2 млн. человек. Из 471 населенного пункта население было эвакуировано или отселено (295 – в Гомельской области, 174 – в Могилевской области и 2 – в Брестской области). Всего отселено 137,7 тыс. человек, в том числе эвакуировано в течение 1986 года 24,7 тыс. жителей из 107 наиболее пострадавших населенных пунктов и в дальнейшем переселено 113 тыс. человек из 364 населенных пунктов.

Действующий в настоящее время «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения» (утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11 января 2016 года № 9) указывает на наличие в зонах радиоактивного загрязнения 2193 населенных пункта, что на 37,3% меньше (1307 населенных пункта) по сравнению с 1992 годом (Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения, утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1 июня 1992 года № 338), в которых проживало 1 112675 человек. С 1992 года количество проживающих на этих территориях граждан уменьшилось на 740 175 человек (таблица 2).

Крупномасштабное загрязнение сельскохозяйственных земель долгоживущими радионуклидами, определяющее необходимость ведения агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения в течение длительного периода времени, является одним из наиболее тяжелых последствий чернобыльской катастрофы.

Загрязненными оказались земли в зоне интенсивного ведения сельского хозяйства. После аварии, площадь загрязненных ¹³⁷Cs сельскохозяйственных земель с плотностью выше 37 кБк/м² (>1 Ки/км²) составила 1,8 млн. га. За период с 1986 по 1991 годы по причине превышения предельных дозовых нагрузок на население, трудностью получения сельскохозяйственной продукции с допустимым уровнем загрязнения радионуклидами и экономической нецелесообразностью, в связи с ликвидацией 54 сельскохозяйственных организации, из сельскохозяйственного оборота было выведено 264 тыс. га земель. Из них 87,7 тыс. га земель, находящихся в ближней зоне Чернобыльской АЭС, вошли в состав Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ), образованного с целью обеспечения содержания высоко загрязненных территорий, в том числе в связи с выпадением на данную территорию альфа-излучающих изотопов плутония и америция. К зоне отселения были отнесены 176,3 тыс. гектаров, выведенных из пользования сельскохозяйственных земель.

Таблица 2 – Динамика количества населенных пунктов и проживающего в них населения по зонам радиоактивного загрязнения

Зона радиоактивного загрязнения	Годы				
	1992	1996	2002	2006	2020
Изменение количества населенных пунктов					
Проживания с периодическим радиационным контролем	1 988	1 771	1 665	1 749	1 719
С правом на отселение	1 200	1 109	1 061	836	460
Последующего отселения	299	81	49	28	14
Первоочередного отселения	18	–	–	–	–
Всего	3 513	2 961	2 775	2 613	2 193
Изменение количества проживающего населения, тыс. человек					
Проживания с периодическим радиационным контролем	1 489,6	1 315,7	1 202,4	1 104,2	1 007,15
С правом на отселение	281,3	299,2	244,8	181,0	117,7
Последующего отселения	79,1	24,4	15,8	2,9	1,9
Первоочередного отселения	2,9	–	–	–	–
Всего	1 852,9	1 639,3	1 462,9	1 288,2	1 126,75

За 30-ти летний послеаварийный период радиационная обстановка на сельскохозяйственных землях значительно улучшилась. Произошел распад короткоживущих радионуклидов. Концентрация долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве уменьшилась почти наполовину только по причине естественного распада. В наиболее пострадавших районах четко прослеживается перераспределение площадей загрязнения земель с более высокой плотностью в более низкую плотность загрязнения [2].

Сельскохозяйственное производство по состоянию на 01.01.2010 ведется на 941,3 тыс. га земель, загрязненных ^{137}Cs с плотностью 37-1480 кБк/м². Из общей площади земель, загрязненных ^{90}Sr (321,7 тыс. га), 308,3 тыс. га сельскохозяйственных земель, включая 180,2 тыс. га пашни и многолетних насаждений, сосредоточены в Гомельской области. Здесь доля загрязненных пахотных и луговых почв составляет 25,5 % от общей площади используемых сельскохозяйственных земель. В Могилевской и Брестской областях доля загрязненных ^{90}Sr пахотных и луговых почв незначительна и составляет соответственно 1,1 и 0,1 %.

Как показывают результаты анализа, из 58 пострадавших районов Республики Беларусь в 24 удельный вес загрязненных ^{137}Cs сельскохозяйственных земель не превышает 10 %, в 11 районах такие земли занимают 11–25 %, в 10 районах – 26–50 и в 13 районах – более 50 %. В 23 административных районах, относящихся к третьей и четвертой группам по степени загрязнения, сосредоточено 80 % (809,0 тыс. га) всех загрязненных ^{137}Cs сельскохозяйственных земель, тогда как в остальных 35 районах, относящихся к первой и второй группам, – 20 % (197,2 тыс. га).

Из 27 районов, подвергшихся воздействию ^{90}Sr , в 12 удельный вес загрязненных земель не превышает 10 %, в трех районах такие земли занимают 11–25 %, в семи районах – 26–50 % и в пяти районах – более 50 %. Следует отметить, что в 12 наиболее загрязненных административных районах сосредоточено 93 % (323,8 тыс. га) всех загрязненных этим нуклидом сельскохозяйственных земель, тогда как в остальных 15 районах – 7 % (24,4 тыс. га) [2].

Проблема снижения дозовых нагрузок на население была наиболее острой в течение первых десяти лет после аварии, и остается актуальной в настоящее время только в небольшом числе населенных пунктов с повышенной плотностью загрязнения территории долгоживущими радионуклидами и преобладанием торфяных, пойменных и заболоченных песчаных почв.

После Чернобыльской катастрофы применение защитных или специальных мероприятий (контрмер) позволило более чем в два раза уменьшить дозы облучения населения, поскольку в условиях Беларуси около 75 % коллективной дозы облучения формировалось за счет поступления радионуклидов в организм с продуктами питания.

Основным критерием эффективности защитных мер является уменьшение поступления радионуклидов из почвы в пищевую цепочку и получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах допустимых уровней. Контрмеры позволяют сократить время ввода радиоактивно загрязненных территорий в хозяйственное использование, расширить масштабы и направленность их использования (рисунок 1).

Эффективность агротехнических и агрохимических приемов, обеспечивающие снижение накопления ¹³⁷Cs в продукции растениеводства			
	Кратность снижения, раз		
	Первая пятилетка	Последующие периоды	
Пахотные земли 	Обработка почв (вспашка с оборотом пласта, глубокая вспашка)	до 5,0	до 1,5
	Известкование (в дозе 1,5 Нг)	до 4,0	до 2,0
	Применение органических удобрений	до 2,5	до 2,0
	Применение фосфорных удобрений	до 1,5	до 0,5
	Применение калийных удобрений	до 3,5	до 3,0
	Оптимизация доз применения азотных удобрений	до 2,5	до 1,5
	Подбор видов культур с минимальными уровнями накопления	до 30	до 5,0
Луговые земли 	Коренное улучшение	до 6,0	до 3,0
	Поверхностное улучшение	до 3,0	до 1,5
	Подбор травосмесей	до 3,0	до 2,0

Рисунок 1 – Эффективность некоторых защитных мероприятий по снижению поступления ¹³⁷Cs в продукцию растениеводства

Для осуществления защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве на территориях радиоактивного загрязнения, предусматривается известкование кислых почв, поставка фосфорных и калийных удобрений, создание культурных кормовых угодий, поставка комбикормов с цезий связывающей добавкой. Объемы применения основных защитных мероприятий приведены в таблице 3.

При планировании реабилитационных мероприятий должна проводиться оптимизации применения контрмер, обеспечивающих радиационную безопасность населения и ведения хозяйственной деятельности, что создаст условия для устойчивого социально-экономического развития пострадавших регионов. Выбор реабилитационных мероприятий должен основываться не только на их радиологической эффективности, но и на оптимизации по критериям экономической, социально-психологической, экологической целесообразности.

Таблица 3 – Объемы применения защитных мер в аграрном производстве Республики Беларусь (за период с 2001 по 2025 годы)

Годы	Известкование, тыс. га	Внесение удобрений, тыс. тонн		Создание улучшенных пастбищ, тыс. га	Комбикорма с ферроцином, тыс. тонн
		P ₂ O ₅	K ₂ O		
2001–2010	391,1	237,6	833,3	88,7	10,6
2011–2015	161,5	119,5	399,8	15,8	2,5
2016–2020	133,6	112,3	375,9	14,6	2,0
2021–2025	200,2	95,6	360,2	10,5	1,2

Прогнозы показали, что без проведения защитных мероприятий (контрмер) количество населенных пунктов с годовой дозой выше 1 мЗв будет уменьшаться крайне медленно. На поздней стадии аварии контрмеры являются основным средством реабилитации территорий, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы.

Установление предельно допустимых уровней содержания радионуклидов в продуктах питания является защитным мероприятием, направленным на ограничение доз внутреннего облучения населения на всех этапах аварийной ситуации. Последовательное и поэтапное осуществление мероприятий по ликвидации последствий чернобыльской катастрофы в агропромышленном комплексе создавало условия для постоянного ужесточения допустимых норм содержания радионуклидов в продуктах питания и сырье [2, 4, 5].

На протяжении всего постчернобыльского периода допустимые уровни неоднократно пересматривались в сторону ужесточения 5 раз (рисунок 2)

В результате нормативы содержания ¹³⁷Cs в молоке и говядине ужесточились в 3,7 раза, в хлебе и хлебобулочных изделиях – почти в 10 раз. Дозы внутреннего облучения населения от употребления продуктов питания за данный период снизились с 1,7 до 0,9 мЗв/год.

Для целей нормирования радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr было принято по состоянию на 1996 г., что вклад в годовую дозу внутреннего облучения от ⁹⁰Sr не превышает 10%, то есть доза внутреннего облучения от ¹³⁷Cs не превысит 0,9 мЗв, от ⁹⁰Sr – 0,1 мЗв (таблица 4) [2, 4].

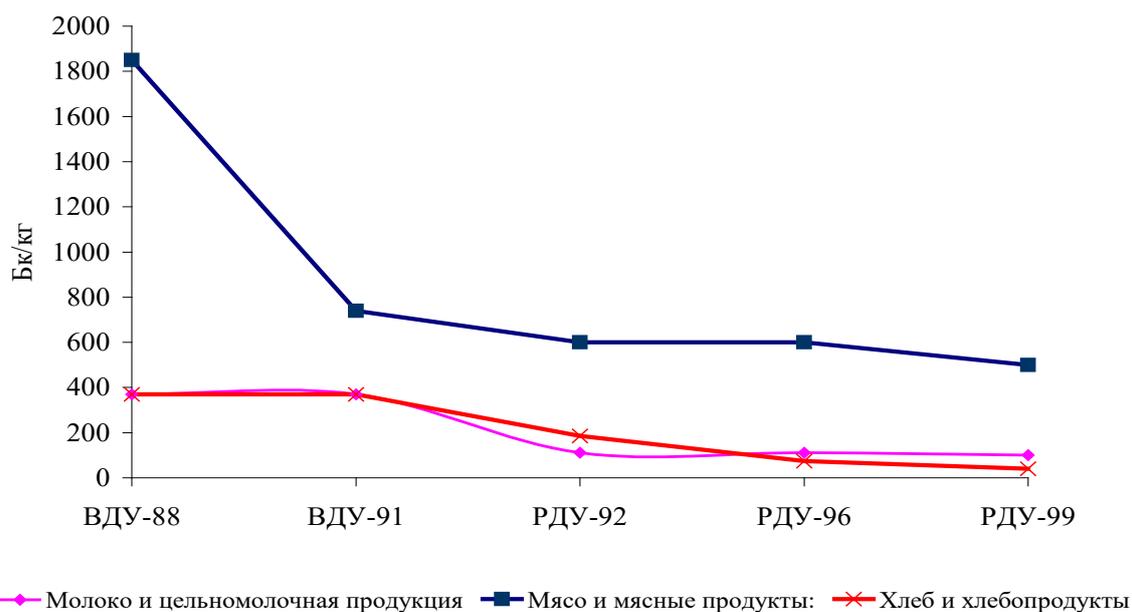


Рисунок 2 – Допустимые уровни содержания ¹³⁷Cs в продуктах питания в Республике Беларусь

Таблица 4 – Дозы внутреннего облучения от ^{137}Cs и ^{90}Sr с учетом принятых допустимых уровней содержания в продуктах питания, действующих на территории Беларуси, России, Украины и Единых гигиенических нормативов Таможенного союза, мЗв/год

Радионуклид	Республика Беларусь, РДУ-99	Российская Федерация СанПин 2.3.2.1078-01	Украина	Таможенный Союз ТР ТС 021/2011
^{137}Cs	0,78	1,20	0,70	0,59
^{90}Sr	0,08	0,93	0,33	0,96
Суммарная доза	0,86	2,13	1,03	1,55

Сравнительный анализ уровней поступления радионуклидов при использовании рациона жителей Беларуси и регламентируемых значений содержания радионуклидов в нормативах Беларуси, России, Украины и Таможенного союза показал, что ограничение доз внутреннего облучения населения Беларуси обеспечивается в большей степени, чем населения России и Украины (рисунок 3).

Поступление ^{90}Sr в пищевую цепочку за постчернобыльский период снижено в 2–3 раза, что обусловлено в основном за счет внедрения комплекса агрохимических защитных мероприятий. Так как подвижность ^{90}Sr в почве и доступность его растениям не уменьшилась, а чаще имеет тенденцию к повышению, одних агрохимических защитных мер недостаточно для требуемого уменьшения поступления ^{90}Sr в сельскохозяйственную продукцию.

Исследования, связанные с оценкой суммарных годовых эффективных доз облучения школьников Хойникского и Брагинского районов, показали, что несмотря на невысокие абсолютные значения доз (значительно ниже 1 мЗв/год) установлен достаточно значительный вклад ^{90}Sr во внутреннюю дозу облучения (в отдельных случаях до 40 %) в населенных пунктах, где плотности загрязнения ^{90}Sr достигают 1 Ки/км², а плотности загрязнения ^{137}Cs составляют менее 10 Ки/км² [3].

Допустимые уровни содержания ^{137}Cs (Бк/кг) в продуктах питания, установленные после аварии на ЧАЭС

Продукты	Комиссия Codex Alimentarius (международная торговля)	ЕС	Беларусь	Российская Федерация	Украина	ТР ТС 021/2011
Год принятия	1989	1986	1999	2001	1997 и 2006	2011
Хлеб, мука, зерновые	1000	600	40	40–60	20–50	40
Молоко	1000	370	100	100	100	100
Детское питание	1000	370	37	40–60	40	40
Молочные продукты	1000	600	50–200	100–500	100–500	100
Мясо и мясные продукты	1000	600	180–500	160–180	200–400	200
Рыба	1000	600	150	130	150	130
Яйца	1000	600	-	80	100	-
Овощи, фрукты, картофель, корнеплоды	1000	600	40–100	40–120	40–70	80

Рисунок 3 – Допустимые уровни содержания ^{137}Cs в продуктах питания, установленных в различных странах после катастрофы на ЧАЭС

Таким образом, производство нормативно чистой сельскохозяйственной продукции в Республике Беларусь на загрязненных радионуклидами землях в постчернобыльский период на основе плановой трансформации земель, дифференцированном размещении посевов сельскохозяйственных культур и целевом использовании конечной продукции на основе прогноза загрязнения урожая, с учетом свойств почв и результатов радиационного контроля. В целом, необходимы новые стратегические подходы по организации жизнедеятельности на загрязненных радионуклидами территориях.

Список литературы

1 30 лет чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления её последствий. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск: Ин-т радиологии, 2016. – 116 с.

2 Подоляк, А.Г. Научные аспекты сельскохозяйственного производства в постчернобыльских условиях / А.Г. Подоляк, В.В. Валетов, А.Ф. Карпенко. – Мозырь: МГПУ им. И.П. Шамякина, 2017. – 242 с.

3 Подоляк, А.Г. Разработка и реализация единой концепции управления территориями отселения и отчуждения Беларуси и России в части обеспечения защиты населения / А. Г. Подоляк, Г. В. Седукова, З. В. Лозовая, С. А. Исаченко // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь – 2017. – Том 1. – №3. – С. 255–259.

4 Подоляк, А.Г. Повышаем качество трав на загрязненных радионуклидами торфяных почвах / А. Г. Подоляк, А. Ф. Карпенко, Т. В. Ласько // Наше сельское хозяйство. – 2015. – №21. – С. 60–63.

5 Белоус, Н.М. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации кормовых угодий России и Беларуси, загрязненных после катастрофы на Чернобыльской АЭС / Н. М. Белоус, А. Г. Подоляк, А. Ф. Карпенко, Е. В. Смольский// Радиационная биология. Радиэкология. – 2016. – Т. 56. – № 4. – С. 405–413.

6 Радиологические аспекты применения минеральных удобрений на радиоактивно загрязненных кормовых угодьях / Н. М. Белоус, А. Г. Подоляк, Е. В. Смольский, А. Ф. Карпенко // Агрехимический вестник. Сер. хим. наук. – 2016. – № 2. – С. 10–14.

7 Подоляк, А.Г. Параметры поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в многолетние злаковые травы и зоотехнические показатели качества кормов в зависимости от доз внесения удобрений на торфяной почве / А.Г. Подоляк, А.Ф. Карпенко, Т.В. Ласько, Тагай С.А. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Вып. 19. – В 2 ч. Ч. 2. – Горки, 2016. – С. 185–193.

8 Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021-2025 годы // Н. Н. Цыбулько и [и др.]; Национальная академия Наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 144 с.

9 Комплекс мероприятий по повышению плодородия и защите от деградации почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 2021-2025 годы / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. Национальная академия Наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 148 с.

10 Подоляк, А. Г. К вопросу возврата в хозяйственное использование земель, выведенных из оборота по радиационному фактору / А. Г. Подоляк, Т. Ф. Подоляк // Плодородие почв – основа продовольственной безопасности государства: Материалы VI съезда общества почвоведов и агрохимиков, Минск 21 июля 2022 г. / Институт почвоведения и агрохимии; редкол.: Ю. К. Шашако [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2022. – С. 236–240.

11 Подоляк, А.Г. Оценка ожидаемых доз облучения сельскохозяйственных работников при уборке зерновых культур в пределах территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению / А. Г. Подоляк, С. А. Тагай, Е. К. Нилова, В. С. Аверин // Радиационная биология. Радиозкология, 2016, том 56, № 4. – С. 433–439.

12 Podolyak, A. Assessment of committed doses received by agricultural workers in grain harvesting operations in the areas of radioactive contamination / A. Podolyak, S. Tagai, E. Nilova, V. Averin // Radioprotection. – 2017. – V. 52. – No. 1. – P. 37–43.

A. G. PODOLYAK, T. P. PERSIKOVA

BELARUS EXPERIENCE IN MANAGING RADIATION SAFETY OF ITS POPULATIONS AND TERRITORIES

*Gomel Region Planning and Surveying Station of Agricultural Chemicalization,
Gomel, Republic of Belarus,
alexpodolyak@tut.by,
Belarusian Agricultural Academy,
Gorki, Republic of Belarus,
persikova52@rambler.ru*

Sustainable development of agricultural production in the areas of radioactive contamination requires an advanced agricultural management concept to be implemented in these specific conditions in order to minimize radionuclide intake (especially ^{90}Sr) by populations and reduce their radiation doses.

Production of 'regulatory clean' agricultural foodstuffs in contaminated areas can be achieved only through controlled transformation of the lands, differentiated crop allocation and cultivation, and targeted-purpose use of end products based on yield contamination forecasts, soil properties and radiation control results. The budget funds should be allocated on implementing protective measures in the areas i) with high radionuclide deposition densities (^{137}Cs 185–1480 kBq/m², ^{90}Sr 11–111 kBq/m²), with high-maintenance or poorly cultivated soils, and iii) where residents predominantly consume self-produced foodstuffs.

Key words: ^{137}Cs and ^{90}Sr , radionuclides, agricultural soils, population exposure doses.

А. С. ПОЛЕТАЕВ, Д. Ф. КУНИЦКИЙ

ПОТЕНЦИАЛ РЕКИ ЛОША (ОСТРОВЕЦКИЙ РАЙОН) КАК НЕРЕСТОВОГО ВОДОТОКА ПРОХОДНЫХ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»,
г. Минск, Республика Беларусь,
viroxylan@gmail.com

Приведена биотопическая характеристика р. Лоша на участках от Яновской ГЭС до плотины в д. Гервяты и от этой плотины до устья. Установлено обитание в р. Лоша 28 видов рыб и 1 вида много. Площадь потенциальных нерестилищ проходных лососевых на исследованных участках составляет соответственно $\approx 0,17$ и $\approx 1,34$ га. Обустройство плотины рыбоходом не представляется перспективным.

Ключевые слова: рыбы, лососевые, миграция, биотопы, размножение, нерестилища.

Введение. Река Вилия (бассейн р. Неман) является единственным крупным трансграничным водотоком бассейна Балтийского моря, протекающим по территории Беларуси, не зарегулированным гидротехническими сооружениями, вследствие чего в ней сохранились условия для нерестовых миграций и воспроизводства проходных лососевых рыб – кумжи *Salmo trutta* L., 1758 и атлантического лосося *S. salar* L., 1758, включенных в Красную книгу Республики Беларусь [1]. Область их распространения в пределах Беларуси ограничена участком р. Вилия от границы с Литвой до плотины в дхр. Вилейское, а также притоками, впадающими в неё на данном участке. Ряд притоков (реки Страча, Ошмянка, Лоша, Бяла, Сенканка), в низовьях которых наблюдаются заход и нерест проходных лососевых рыб, выше также зарегулированы гидротехническими сооружениями, вследствие чего значительная часть потенциальных нерестово-нагульных площадей в суббассейне Вилии недоступна для захода производителей.

Одним из способов обеспечения доступа проходных рыб к расположенным выше плотин нерестилищам является строительство рыбопропускных сооружений – рыбоходов либо рыбоподъёмников. Для пропуска производителей лососевых, как правило, применяются рыбоходы лестничного либо лоткового типа. Возможность прохождения мигрирующих рыб через рыбоход определяется скоростью потока воды в лотке или вливных отверстиях (атлантический лосось и кумжа способны преодолевать скорость потока воды до 1,5-2,5 м/с в равномерном потоке либо 2,0-3,0 м/с во вливных отверстиях лестничного рыбохода) [2]. Поскольку строительство рыбопропускного сооружения является дорогостоящим мероприятием, решение об его реализации должно предваряться оценкой целесообразности такого строительства, проводимой на основании детальных исследований водотока. При такой оценке следует сопоставлять нерестово-нагульный потенциал вышележащего участка водотока и предполагаемые затраты на обустройство рыбопропускного сооружения.

Река Лоша (левый приток р. Ошмянка, приток второго порядка р. Вилия) протекает по территории Ошмянского и Островецкого районов Гродненской области. Общая протяжённость русла составляет 55 км без учёта канализированного верхнего участка [3]. Гидротехническими сооружениями река разделена на 5 обособленных участков (рисунок 1). Поскольку работы проводились в рамках оценки целесообразности строительства рыбохода в обход плотины в д. Гервяты, исследование участков русла №№1-3, лежащих выше плотины Яновской ГЭС вблизи д. Изабелино, не имело смысла, в связи с чем были исследованы только лежащие ниже Яновской ГЭС участки 4 и 5.

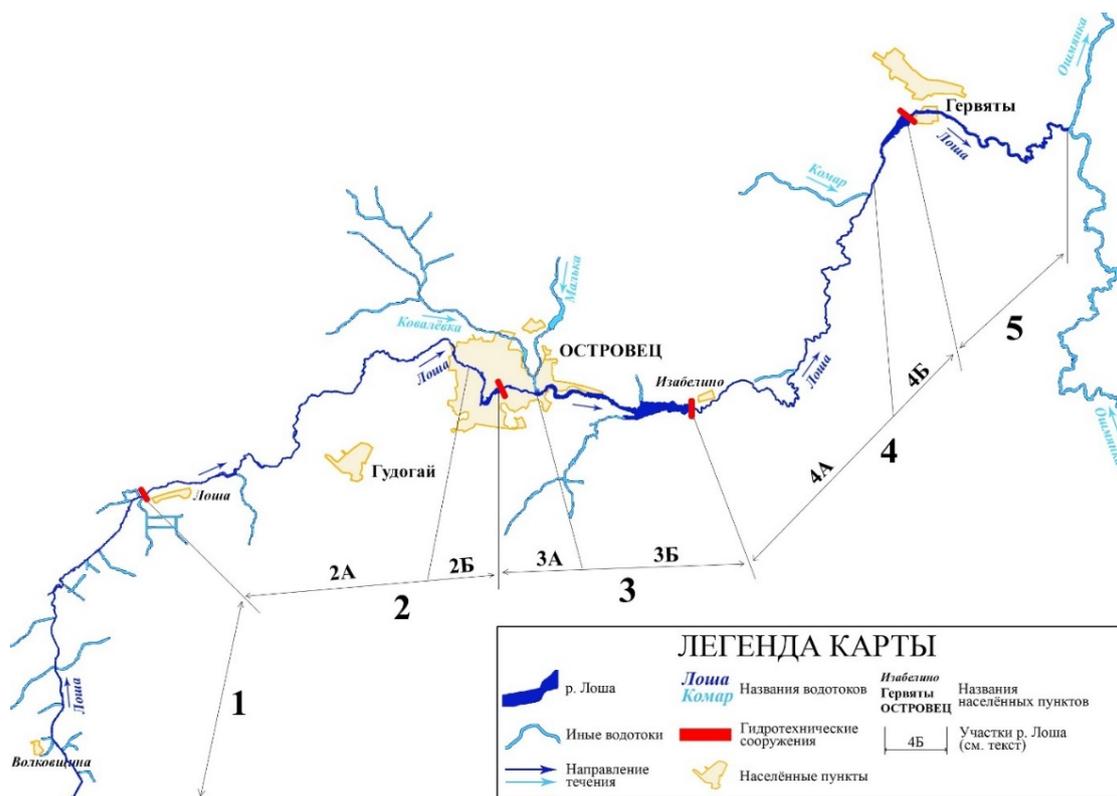


Рисунок 1 – Карта-схема р. Лоша

Материалы и методы. Для изучения биотопической структуры русла р. Лоша и выявления потенциальных нерестилищ проходных лососевых рыб в августе 2021 г. сплавились по течению реки на вёсельной лодке, фиксируя характер русла и берегов, тип грунта, скорость течения, рельеф дна и его зарастание макрофитами. Границы выявленных участков, пригодных для нереста проходных лососевых рыб, фиксировали при помощи GPS-навигатора, также с БПЛА проводили аэрофотосъёмку русла реки с привязкой фотографий к GPS-координатам для расчёта относительной площади нерестилищ проходных лососевых рыб в программе Google Earth Pro.

Для изучения состава ихтиофауны во время сплава учитывали наблюдаемых рыб, а также проводили выборочный облов мелководной сачком. Также в работе использованы результаты предыдущих исследований ихтиофауны водотоков суббассейна р. Виляя.

Результаты и их обсуждение. Верхний из исследованных участков (№4) берёт начало от плотины Яновской ГЭС, непроходимой для мигрирующих вверх по течению рыб. Протяжённость участка 17,25 км, из которых 14,25 км приходится на русло реки (4А) и 3 км – на водохранилище (4Б). На протяжении 85 м после плотины разлив шириной 25-30 м, далее русло шириной преимущественно от 8 до 15 м, сильно извилистое, отдельные участки относительно прямые. Глубина от 0,5 до 2 м, встречаются ямы до 4 м глубиной. Скорость течения от 0,5 до 1 м/с. Дно на большей части участка преимущественно песчаное либо илистое, встречаются отдельные участки каменистого грунта. Значительные площади зарастают макрофитами. В отдельных местах к берегам подходят населённые пункты, встречаются признаки хозяйственной деятельности человека. Ниже впадения р. Комар русло сильно извилистое, течение замедляется до 0,3 м/с из-за влияния подпора водохранилища в д. Гервяты. Грунты сильно заиленные, русло и прибрежные мелководья зарастают макрофитами. Последние 3 км участка представлены образованным плотинной русловым водохранилищем. Ширина в начале водохранилища 30-35 м, плавно увеличивается до 165 м. Течение сильно замедленное, около 0,1 м/с, ближе к плотине отсутствует. Прибрежная часть зарастает макрофитами.

В пределах участка 4А пригодные для нереста лососевых рыб галечные и каменистые грунты располагаются преимущественно в верхней части участка. Первые потенциальные нерестилища обнаружены в 250 м ниже плотины Яновской ГЭС. Далее на протяжении около 1 км встречаются отдельные участки галечных и каменистых грунтов. Отрезок русла, на котором отмечаются пригодные для нереста проходных лососевых грунты, заканчивается на расстоянии 1,25 км от плотины Яновской ГЭС. Далее на протяжении 5 км нерестилища отсутствуют. Незначительные нерестовые площади также выявлены в начале 7-го, второй половине 8-го и начале 12-го километров участка. Преимущественно грунты на отрезке с 2-го по 13-й километр участка песчаные либо илистые, сильно заросшие подводной растительностью, что делает данный отрезок водотока, за исключением небольших его частей, непригодным для нереста проходных лососевых рыб. С начала 14-го километра участка скорость течения замедляется из-за влияния подпора водохранилища в д. Герваты. Грунты илистые, дно и берега заросшие макрофитами, потенциальные нерестилища лососевых отсутствуют.

Относительная площадь потенциальных нерестилищ лососевых рыб на участке 4А крайне мала и составляет $\approx 1,1\%$ его площади, что при общей площади поверхности русла р. Лоша на данном участке в 15,0 га составляет $\approx 0,17$ га. По всей видимости, все имеющиеся нерестилища лососевых осваиваются населяющей данный участок ручьевой форелью. Таким образом, участок русла р. Лоша от Яновской ГЭС до д. Герваты не может считаться перспективным местом воспроизводства проходных лососевых рыб.

Предустьевой участок р. Лоша (№5) берет начало у непроходимой для мигрирующих рыб плотины в д. Герваты, заканчивается в устье реки. Протяжённость участка 9,05 км. В 700 м ниже плотины бетонные пороги искусственного происхождения, преодолимые для мигрирующих вверх по течению лососевых рыб. По сообщениям местных жителей, в период нерестовой миграции производители кумжи достигают плотины, однако участок реки между плотиной и порогами непригоден для нереста лососевых рыб, поскольку зарастание дна макрофитами на этом участке составляет около 95%. Русло реки между плотиной и порогами прямое, шириной 15-30 м, скорость течения около 0,6 м/с, глубина до 1 м. Ниже порогов русло на протяжении ≈ 2 км сравнительно прямое, далее извилистое. Ширина русла 7-15 м, скорость течения 0,5-1,0 м/с, глубина 0,5-1,5 м, отдельные ямы до 2,5-3 м. В 5,1 км ниже плотины в д. Герваты ещё один порог, не являющийся преградой для нерестовой миграции лососевых. Наблюдается чередование песчаных, каменистых и заросших макрофитами участков дна, изредка встречаются отдельные заиленные участки; последние 1,2 км дно преимущественно песчаное.

Первые пригодные для нереста лососевых рыб каменистые и галечные участки расположены на расстоянии 1,2 км от плотины в д. Герваты. Далее до 3-го километра участка потенциальные нерестилища встречаются регулярно, однако преобладают песчаные и зарастающие участки русла. Большая часть нерестилищ, выявленных на предустьевом участке р. Лоша, расположена на отрезке с 4-го по 8-й километр участка, характеризующемся высокой извилистостью русла. На берегах водотока на данном отрезке практически отсутствуют населённые пункты и следы хозяйственной деятельности человека, что свидетельствует о низкой вероятности антропогенного влияния на нерестящихся лососевых. Нижние 1,2 км русла реки малоприспособлены для воспроизводства проходных лососевых, поскольку грунты на этом отрезке представлены преимущественно песком с примесью мелкой гальки.

Относительная площадь галечных и каменистых грунтов, потенциально пригодных для нереста проходных лососевых рыб, на участке р. Лоша от плотины в д. Герваты до устья составляет $\approx 12,9\%$, что при общей площади поверхности русла р. Лоша на данном участке в 10,4 га составляет $\approx 1,34$ га. Степень освоения нерестилищ производителями лососевых рыб неизвестна, поскольку работа проводилась вне периода их нереста.

В ходе проведённых во время обследования реки наблюдений и обловов, а также сбора данных от рыболовов-любителей и анализа литературных источников установлено обитание в р. Лоша 28 видов рыб, относящихся к 27 родам, 10 семействам и 8 отрядам, и 1 вида миног (таблица 1).

Таблица 1 – Видовой состав и экологическая характеристика рыбного населения исследованных участков р. Лоша

№ п/п	Вид	Экологические группы:		Обитание на участках		
		Т	НС	4А	4Б	5
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Lampetra planeri</i> (Bloch, 1784)	Р	Л			
2	<i>Salmo trutta</i> L., 1758, в т.ч. экологическая форма <i>S. t. trutta morpha fario</i> L., 1758	Р	ЛГ	–	–	+
		Р	ЛГ	++	–	++
3	<i>Thymallus thymallus</i> (L., 1758)	Р	Л	–	–	+
4	<i>Esox lucius</i> L., 1758	О	Ф	++	+++	++
5	<i>Gasterosteus aculeatus</i> L., 1758	О	ФГ	+	+	++
6	<i>Pungitius pungitius</i> (L., 1758)	О	ФГ	+	+	+
7	<i>Abramis brama</i> L., 1758	О	Ф	+	++	+
8	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	Р	Л	++	–	++
9	<i>Alburnus alburnus</i> (L., 1758)	О	Ф	+++	++	+++
10	<i>Blicca bjoerkna</i> (L., 1758)	О	Ф	++	+++	++
11	<i>Carassius auratus</i> (L., 1758) sensu lato	О	Ф	+	+++	–
12	<i>Cyprinus carpio</i> L., 1758	О	Ф*	–	+	–
13	<i>Gobio gobio</i> (L., 1758)	О	ПС	+++	+	+++
14	<i>Leucaspius delineatus</i> Heckel, 1843	О	Ф	+	+++	+
15	<i>Leuciscus idus</i> (L., 1758)	О	ЛФ	–	–	+
16	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L., 1758)	Р	Л	++	–	+++
17	<i>Phoxinus phoxinus</i> (L., 1758)	Р	Л	++	–	++
18	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	О	ОС	–	+	–
19	<i>Rutilus rutilus</i> (L., 1758)	О	Ф	+++	+++	+++
20	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L., 1758)	О	Ф	+	++	+
21	<i>Squalius cephalus</i> (L., 1758)	Р	Л	++	–	+++
22	<i>Tinca tinca</i> (L., 1758)	О	Ф	+	++	–
23	<i>Vimba vimba</i> (L., 1758)	Р	Л	–	–	+
24	<i>Barbatula barbatula</i> (L., 1758)	Р	ЛФ	+	–	+
25	<i>Cobitis taenia</i> L., 1758 sensu lato	О	Ф	++	++	++
26	<i>Lota lota</i> (L., 1758)	О	П	–	–	+
27	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L., 1758)	О	Л	+++	+++	+++
28	<i>Perca fluviatilis</i> L., 1758	О	Ф	+	++	+
29	<i>Cottus gobio</i> L., 1758	Р	Л	+	–	+

Примечание: Т – экологические группы по отношению к течению: Р – реофильные виды, О – общепресноводные; НС – экологические группы по отношению к нерестовому субстрату: П – пелагофилы, вымётывающие икру в толще воды; ПС – псаммофилы, откладывающие икру на песок, Л – литофилы, откладывающие икру на каменисто-галечниковый грунт; ЛГ – гнездовые литофилы, закапывающие икру в гнездо из гальки и камней; Ф – фитофилы, откладывающие икру на растительность; ФГ – гнездовые фитофилы, строящие гнездо из растительных остатков на грунте; ОС – остракофилы, откладывающие икру в мантийную полость двустворчатого моллюска; * – не размножается в условиях Беларуси; “+++” – численность вида на участке высокая; “++” – численность вида средняя; “+” – численность вида низкая; “–” – вид не отмечен на данном участке; полужирным шрифтом выделены виды, включенные в Красную книгу.

Заключение. Ихтиофауна р. Лоша (Островецкий р-н, Беларусь) насчитывает не менее 28 видов рыб, относящихся к 27 родам, 10 семействам и 8 отрядам (в том числе 3 вида, включенных в Красную книгу Республики Беларусь), и 1 вида миног. Площадь потенциальных нерестилищ лососевых рыб на участке между Яновской ГЭС и плотиной в д. Гервяты составляет $\approx 0,17$ га, в то время как на менее протяжённом участке от данной плотины до устья р. Лоша – $\approx 1,34$ га. Обилие нерестилищ на нижнем участке реки позволяет оценить его нерестово-нагульный потенциал как высокий. По нашей оценке, оснащение плотины на р. Лоша в д. Гервяты рыбопропускным сооружением является нецелесообразным из-за малого количества пригодных для размножения проходных видов лососевых рыб нерестилищ в вышележащем участке, в настоящее время осваиваемых форелью ручьевой. Более перспективным по сравнению со строительством рыбопропускного сооружения мероприятием по улучшению условий воспроизводства лососевых рыб в р. Лоша представляется обустройство дополнительных нерестилищ на предустьевом участке путём подсыпки гравия на мелководные участки с быстрым течением и песчаным либо мелкогалечным дном.

Список литературы

- 1 Красная книга Республики Беларусь. Животные : редкие и находящиеся под угрозой виды диких животных / ред. И. М. Качановский, М. Е. Никифоров, В. И. Парфёнов. – Изд. 4-е. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.
- 2 Субботин, А. С. Гидротехника и мелиорация [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. С. Субботин, В. А. Хаустов. – СПб.: РГГМУ, 2006. – Режим доступа: <http://hva.rshu.ru/ob/gidroteh/uch/titul.htm>. – Дата доступа: 03.09.2021.
- 3 Природа Беларуси : в 3 т. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2009–2014. – Т. 2. Климат и вода. – 2010. – 504 с.

A. S. POLETAEV, D. F. KUNITSKY

THE LOSHA RIVER (OSTROVETS DISTRICT) POTENTIAL AS THE ANADROMOUS SALMONIDS SPAWNING WATERCOURSE

*Scientific and practical center of the NAS of Belarus for bioresources,
Minsk, Republic of Belarus,
viroxylan@gmail.com*

The biotopic description of the Losha river parts from the Yanovo HPS to the dam in Gervyaty and from that dam to the river mouth is given. Habitation of at least 28 fish and 1 lamprey species in the Losha river was shown. Squares of potential salmonids spawning grounds in upper and lower examined parts are $\approx 0,17$ and $\approx 1,34$ ha respectively. The fish pass construction on the dam in Gervyaty seems not to be prospective.

Key words: fishes, salmonids, migration, biotopes, reproduction, spawning grounds.

Я. К. ПРЕМИНИНА

СОЛОВЕЦКИЙ АРХИПЕЛАГ КАК ОБЪЕКТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
г. Архангельск, Российская Федерация,
ya.premнина@narfu.ru*

В статье рассматриваются перспективные варианты использования богатого природного потенциала Соловецкого архипелага для развития экологического туризма. Особое внимание уделено выявлению уникальных природных особенностей архипелага.

Ключевые слова: экологический туризм, Соловецкий архипелаг.

«Глубокое заблуждение думать, что достопримечательности Соловков – это только Кремль. Соловки – это необыкновенная природа, дивный оазис посреди Белого моря. И надо подышать здешним воздухом, надо походить по здешним дорогам, побродить по лесам, познакомиться с озерами ...» [2].

(Г. А. Богуславский)

Экологический туризм – одно из приоритетных направлений развития туризма в России. В «Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года» под экологическим туризмом понимается «деятельность по организации путешествий, включающая все формы природного туризма, при которых основной мотивацией туристов является наблюдение и приобщение к природе при стремлении к ее сохранению» [7].

Благодаря разнообразным природным условиям, уникальным природным объектам Россия имеет все необходимые предпосылки для развития экологического туризма. Но, при этом имеет место и неполная реализация имеющегося потенциала территории для организации природно-ориентированных видов туризма.

Одной из таких территорий является Соловецкий архипелаг. Он расположен в южной, наиболее мелководной части Белого моря, в 165 км южнее Северного Полярного круга. Общая площадь – 0,3 тыс. км². Архипелаг включает в себя более 100 островов, наиболее крупный из них – Большой Соловецкий. В рамках административно-территориального устройства Российской Федерации архипелаг - Соловецкий территориальный отдел Приморского муниципального округа Архангельской области с административным центром в п. Соловецкий. Численность населения Соловецких островов – 794 чел. (01.01.2023 г.) [5]. На территории Соловецкого архипелага находится действующий Спасо-Преображенский Соловецкий ставропигиальный мужской монастырь. Около 10% населения Соловецких островов - насельники монастыря. На архипелаге получили развитие традиционные отрасли – добыча водных биологических ресурсов и индустрия туризма. Градообразующим предприятием является Соловецкий государственный историко-архитектурный и природный музей-заповедник. В 1992 году решением 16 сессии Комитета Всемирного наследия ЮНЕСКО Историко-культурный комплекс Соловецких островов был включен в Список Всемирного природного и культурного наследия.

На архипелаге туристско-экскурсионную деятельность осуществляют Соловецкий монастырь [10] и Соловецкий музей-заповедник [9]. Наибольшее развитие получили культурные виды туризма: исторический, религиозный, паломнический, музейный и т.п. О чем свидетельствуют названия проводимых экскурсий: «Обзорная по Соловецкому монастырю», «История и архитектура Соловецкого монастыря», «История Соловецкого лагеря особого назначения», «История Соловецкой школы юнг», «Соловки в годы Великой Отечественной войны», «Соловецкое пустынножительство», «История Филипповской пустыни», «Гора Секирная. Свято-Вознесенский скит», «К строгим скитам острова Анзер», «Посёлок Соловецкий. Прошлое и настоящее» и т.п.

Природные виды туризма представлены значительно скромнее: «Ботанический сад. Макарьевская пустынь», «Озера и каналы Соловков. Лодочный поход по малому/большому кругу озерно-канальной системы», «Белужий мыс». Хотя природная составляющая Соловецкого архипелага во многом неповторима и многообразна (рисунок 1). Сотрудниками Соловецкого музея-заповедника с учетом материалов работы МАКЭ (Морская арктическая комплексная экспедиция) [4] выявлено, поставлено на учет и изучено более 120 объектов природного наследия. Их можно разделить на несколько типов: геолого-геоморфологические (валунные россыпи, береговые уступы и валы), гидрологические (озёра, каналы), ботанические (приморские луга, вороничные тундры, берёзовые криволесья, сосновые боры), зоологические (колонии полярных крачек, места гнездований различных видов птиц) и комплексные (аапа-болото, сенокосные луга, образованные путем осушения заболоченных участков при помощи сети гидромелиоративных каналов) [8].



Рисунок 1 – Типичный ландшафт Соловецкого архипелага [3]

Особенностью Соловецкого архипелага является наличие на его небольшой территории природных комплексов, относящиеся к разным природным зонам: тундры, лесотундры, тайги (подзоны северной и средней тайги). Сочетание на небольшой островной территории нескольких природных зон – уникальное природное явление, возникновение которого обусловлено несколькими факторами. Зонально для Соловецких островов характерны притундровые леса и лесотундровые криволесья, так как через архипелаг проходит среднеиюльская изотерма 12°C , определяющая на севере Европы границу между северной тайгой и лесотундрой. Формирование тундр связано с охлаждающим действием моря и преобладанием холодных северо-восточных ветров в вегетационный период. Появление разнотравных и разнотравно-черничных лесов, близких к среднетаежным, обусловлено наличием теплового потока высокой интенсивности из недр архипелага (в 2-3 раза выше по сравнению с окружающими территориями) [6].

На Соловецких островах расположено более 560 озер, в т. ч. на о. Большой Соловецкий – 83. Общая площадь озер – $28,34 \text{ км}^2$. Самые крупные озера – Большое Красное, Большое Островное, Щучье, Средний Перт, Исаковское, Долгое, Большое Кривое. Происхождение большинства озер – ледниковое. Но, встречаются и реликтовые (остаточные) - бывшие морские лагуны, отделившиеся от моря и опреснившиеся. На Соловецком архипелаге насчитывается около 20 озерно-канальных систем, расположенных в основном на Большом Соловецком острове. Одна из самых древних (16 в.) и самых крупных – Питьева система Святого озера. Площадь ее водосбора – около 25% территории Большого Соловецкого острова.

Флора Соловецких островов насчитывает свыше 550 видов растений. Леса занимают более 50% площади Соловецких островов. Видовой состав леса представлен в основном хвойными породами - елью и сосной. Из лиственных пород встречаются береза, осина, ольха серая, ива древовидная, рябина, черемуха. На открытых приморских равнинах распространены березовые криволесья. На прилегающей к островам территории произрастают ценные для использования человеком водоросли – ламинария, анфельция, фукус. На промысловых участках островов Большой Соловецкий (п. Реболда) и Малая Муксалма (п. Малая Муксалма) с июня по сентябрь специалистами Архангельского опытного водорослевого комбината производится ручную добычу водорослей.

Богат и разнообразен мир птиц, насчитывающий более 200 видов, из которых не менее 90 - регулярно гнездятся на островах. Соловецкий архипелаг включен в перечень Ключевых орнитологических территорий Европейской России международного значения. Крупные колонии на Соловецком архипелаге образует обыкновенная гага, значительны - камнешарки, чистики, различные чайки и другие виды морских птиц.

На Соловецких островах были интродуцированы кедр, лиственница, пихта, тополь бальзамический, кедровый стланик. Успешной была акклиматизация ондатры, завезенной из Финляндии. В 1928 году в озеро Некрасовское Соловецкого архипелага было выпущено несколько ондатр, а в последующие годы - из этого нового местообитания ондатра вывозилась и выпускалась в озера Архангельской области. Также на Соловецком архипелаге проводилась акклиматизация северного оленя [1].

Среди основных причин, ограничивающих развитие экологического туризма Соловецкого архипелага можно выделить следующие стоп-факторы: неравномерность рекреационного освоения территории, сезонные ограничения туризма, неразвитость туристской инфраструктуры, отсутствие многообразия разработанных туристских маршрутов, нехватка кадров по специальности «экологический туризм и т.д.

Перспективы развития экологического туризма на Соловецком архипелаге несомненны. Природно-рекреационный потенциал может быть использован в научных экологических турах, в турах по истории природы, а также: для развития приключенческого туризма. Развитие экологического туризма имеет важное значение для развития архипелага по направлениям комплексного рекреационного и социального развития, экологической устойчивости территории.

Список литературы

1 Асоскова, Н.И. Акклиматизация / Н.И. Асоскова // Поморская энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. Н.П. Лавёров. – Архангельск, 2016. – Т. 2: Природа Архангельского Севера: энциклопедия / гл. ред. Н.М. Бызова. – Архангельск: Поморский университет, 2007. – С. 41–42.

2 Богуславский, Г.А. Острова Соловецкие/ Г.А. Богуславский. – Архангельск: Северо-Западное книжное издательство, 1966. – 162 с.

3 Гнатюк, Ю. Дорога к лодочной станции. Фото № 60 [Электронный ресурс] // Соловки, вид сверху: альбом. – Режим доступа: https://vk.com/gnatyuk_ru?z=photo173402454367063226%2Falbum173402454_215499955%2Frev. – Дата доступа: 07.03.2024.

4 Колосова Г.Н. Географический анализ исторических территорий: Соловецкий архипелаг: Труды Соловецкого отряда Морской арктической комплексной экспедиции / Г. Н. Колосова; под общ. ред. П. В. Боярского, В. П. Столярова; Российский НИИ культурного и природного наследия и др. –Москва: Российский НИИ культурного и природного наследия, 1998. – 66 с.

5 Оценка численности населения на 1 января 2023 года, человек. БД ПМО Архангельской области // Управление Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области и Ненецкому автономному округу [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/munst11/DBInet.cgi>. – Дата доступа: 07.03.2024.

6 Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата: [монография] / Ю. Г. Шварцман; ред.: Ю. Г. Шварцман, И. Н. Болотов; УрО РАН, Архангельский научный центр, Институт экологических проблем Севера, Научно-учебный центр «Природные ресурсы Севера» ИЭПС УрО РАН и Поморского государственного университета им. М.В. Ломоносова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 184 с.

7 Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2019 года, №2129-р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/561260503>. – Дата доступа: 07.03.2024.

8 Соболев, А.Н. Результаты изучения и попытка систематизации объектов природного наследия Соловецкого архипелага / А.Н. Соболев // Соловецкий сборник / ФГБУК «Соловец. гос. ист.-архитектур. и природ. музей-заповедник». – Выпуск 3. – Архангельск, 2006. – С.166–186.

9 Соловецкий государственный историко-архитектурный и природный музей-заповедник [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.solovky.ru>. – Дата доступа: 07.03.2024.

10 Спасо-Преображенский Соловецкий ставропигиальный мужской монастырь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://solovki-monastyr.ru>. – Дата доступа: 07.03.2024.

YA. K. PREMININA

SOLOVETSKY ARCHIPELAGO AS AN OBJECT ECOLOGICAL TOURISM

*Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov,
Arkhangelsk, Russian Federation,
ya.premнина@narfu.ru*

The article discusses promising options for using the rich natural potential of the Solovetsky archipelago for the development of ecological tourism. Particular attention is paid to identifying the unique natural features of the archipelago.

Key words: ecological tourism, Solovetsky archipelago.

Е. В. РОГОЖИНА

БАЗАЛЬНОЕ «ДЫХАНИЕ», УГЛЕРОД МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ И МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПОЧВ УРБОЛАНДШАФТОВ СОЧИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», г. Сочи, Российская Федерация, rogojinaew@yandex.ru

Определение ряда эколого-физиологических показателей биологической активности почв урбололандшафтов Сочи позволило выделить метаболический коэффициент qCO_2 как наиболее информативный. Более высокие значения qCO_2 (в среднем на единицу) в почвах под техногенным воздействием по сравнению с природными фоновыми предполагало менее стабилизированное состояние микробиоценоза.

Ключевые слова: базальное «дыхание», углерод микробной биомассы, метаболический коэффициент, бурозёмы, желтозёмы, техносоли, Сочинское Причерноморье.

Городские почвы являются важным объектом экологических исследований, так как формируются в результате антропогенного вмешательства в естественную среду, что приводит к изменению их физико-химических и биологических свойств. Процессы трансформации почв приводят к нарушению метаболизма, в первую очередь углеродного баланса, потере запасов углерода почвой, метаболической гиперактивности, которая может проявляться как излишняя эмиссия в атмосферу парниковых газов, в первую очередь оксида углерода CO_2 [8]. Оценить весь комплекс негативных факторов, связанных с антропогенезом, позволяет биоиндикация [7]. К информативным методам биоиндикации городских территорий сегодня относится определение базального микробного «дыхания», углерода микробной биомассы $S_{\text{мик}}$ и расчёт метаболического коэффициента qCO_2 [7]. Тем не менее, интерпретация полученных результатов требует знаний о функционировании сложной городской экосистемы, сформированной в условиях антропогенного воздействия (трансформация естественных типов почв, окультуривание, загрязняющие вещества). Являются ли данные показатели надежными биоиндикаторами, которые необходимо использовать при системном подходе к рациональному землепользованию и устойчивому функционированию городской среды? На этот вопрос можно ответить только при исследовании городской среды как «социально-экологической системы» [5], состоящей из функциональных зон различного использования (промышленная, селитебная, рекреационная) с контрастной антропогенной нагрузкой. Целью данной работы было определение базального и субстрат-индуцированного «дыхания», расчёт углерода микробной биомассы $S_{\text{мик}}$ и метаболического коэффициента qCO_2 почв искусственно созданных на территории города Сочи биогеоценозов в сравнении с естественными и естественноподобными.

Исследования были проведены в апреле 2021 г., объектами являлись почвенные образцы, отобранные в Хостинском районе г. Сочи (Россия, Краснодарский край, черноморское побережье Западного Кавказа). Условно фоновой принята почва парка «Дендрарий» (43°57' N, 39°74' E), территория которого занята как естественными, так естественноподобными фитоценозами, при этом естественный почвенный профиль сохранён. Антропогенно-измененные почвы, формирующиеся под воздействием типичной городской нагрузки (строительство, транспорт, бытовые отходы и т.п.) были отобраны в городской зоне, примыкающей с юго-востока к парку (43°34' N, 39°45' E).

Отбор проб выполнен по двум эколого-геохимическим профилям: с верхних точек рельефа (около 120 м над уровнем моря) до прибрежной морской зоны (10 м над уровнем моря).

Для сравнения результатов участки опробования естественного и техногенного эколого-геохимического профиля заложены на одних и тех же высотах над уровнем моря, для получения усредненного (смешанного) образца с 3-х точек каждого участка отобраны пробы почвы из слоев 0-10 (без растительной подстилки) в стерильные полиэтиленовые пакеты. В соответствии с Классификацией почв России [1], почвы парка «Дендрарий» относятся к желтоземам (Acrisols), городские почвы – к абраземам структурно-метаморфическим (Technosols) и агроземам (Anthrosols), в скобках приведено название почв в соответствии с World Reference Base for Soil Resources WRB [9]. В лаборатории из почвенных образцов удаляли корни, камни, растительные остатки и хранили в холодильнике при $t = +4\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение недели. Базальное (БД) и субстрат-индуцированное «дыхание» (СИД) определяли абсорбционным методом (0.1 н NaOH поглощающий CO_2 раствор) с титрометрическим окончанием (титруем 0.1 н HCl в присутствии фенолфталеина) [2]. Величину $S_{\text{мик}}$ (мкг С/г почвы) определяли согласно формуле: $\text{СИД} \times 40.04 + 0.37$ [6]. Физико-химические свойства почв были изучены параллельно в этих же образцах: pH_{KCl} – потенциметрически (ГОСТ 26483-85); гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91); нитратный азот – по методу Грандваль-Ляжу [2]; влажность – весовым методом. Физико-химические свойства почв, сформированных в контрастных условиях урболандшафтов, изменялись в широких диапазонах: pH_{KCl} от 3.74 до 7.34 единиц, гумус от 2.08 до 6.4%, нитратный азот от 2.2 до 6.8 мг/кг. Почвы техногенного профиля имели pH_{KCl} выше в среднем на 1.5 единицы, содержание нитратов – на 12 % по сравнению с почвами фона. Метеорологические условия являлись типичными для ранневесеннего периода влажно-субтропической зоны Черноморского побережья Краснодарского края. В дни отбора проб максимальная дневная температура воздуха находилась в диапазоне $+10,5 - +14,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, без осадков.

Базальное «дыхание», отражающее общую микробную активность почв, варьировало ранней весной в техногенной зоне в диапазоне 1.1–2.8 мкг $\text{CO}_2\text{-C/г*ч}$, а в почвах Дендрария – 1.1–3.4 мкг $\text{CO}_2\text{-C/г*ч}$ (таблица 1), что сопоставимо со значениями, определяемыми в почвах лесных экосистем Чернозёмной полосы России в летний период [3].

Углерод микробной биомассы $S_{\text{микр}}$ – показатель, отражающий тренд накопления или минерализации органического вещества почвы [4]. Показатель имел значения от 385 до 1275 и от 552 до 1136 мкг С /г в почвах города и фона, соответственно. Прослеживалась тенденция положительной связи БД и $S_{\text{микр}}$, оба показателя имели более высокие значения в окультуренных почвах, куда дополнительно вносились органические субстраты. Минимальные значения БД и $S_{\text{микр}}$ в городских почвах (15-BZ, 20-AZR) обусловлены трансформацией естественного почвенного профиля (перемешиванием горизонтов при строительстве), а в Дендрарии (3-GZ 8-GZ) слабым развитием верхнего органогенного горизонта. Установлено, что на пространственное распределение $S_{\text{микр}}$ существенное влияние оказывали химические свойства почвы, в частности содержание в ней гумуса и нитратного азота (коэффициент корреляции $r = 0.6$). На фоне почв Дендрария микробные комплексы техносолей и агрозёмов находились в состоянии активной деструкции органического вещества и потере С, для этих почв были определены более высокие (в среднем на 1 единицу) значения метаболического коэффициента. В целом, более высокие значения $q\text{CO}_2$ свидетельствуют о неблагоприятном эколого-физиологическом состоянии почв, неуравновешенности процессов поступления и потребления органического углерода в почве, наличии «микробного» стресса. Была определена отрицательная корреляция значений метаболического коэффициента с гумусом $q\text{CO}_2$ ($r = -0.41$) и положительная с нитратным азотом ($r = 0.3$). Таким образом, органическое вещество почвы, являясь субстратом для микроорганизмов различных групп, обеспечивает развитие микробиоценоза, сбалансированного по видовому составу, а значит и более стабилизированного. Более высокое содержание нитратного азота связано чаще с антропогенным вмешательством, нарушающим природно-равновесные системы, поэтому метаболический коэффициент в таких почвах имел значения выше.

Таблица 1 – Биологические показатели, отражающие эколого-физиологическое «здоровье» почв урболандшафтов Сочи

Фитоценоз		БД мкгСО ₂ – С/ (г с.п. ч.) ⁻	С _{микр} мкг С /г с.п.	qCO ₂ БД/ С _{микр} (мг С / г .п.)
Техногенный эколого-геохимический профиль				
Верхняя часть склона	15-BZ-Bm широко- лиственный лес «Сиг- нальный пункт» сред-	1.16±0.13	384.98±37.22	3.05±0.62
	9-AGR-Bm древесно- кустарниковая расти- тельность (постагро-	2.84±0.07	1274.67±25.66	2.23±0.06
Средняя часть склона	18-AZ-Bm «дикий» газон селитебной	2.41±0.23	659.89±55.97	3.65±2.25
	12-AZR-A ₀ A ₁ окуль- туренный газон сели- тебной зоны	2.29±0.23	757.93±43.74	3.01±0.39
Нижняя часть склона	20-AZR – Bm газон сквера «Фестиваль- ный», рекреационная зона	1.11±0.07	481.92±36.12	2.31±1.37
	2-AG-A ₁ окультурен- ный газон парка сан. «Авангард», рекреа- ционная зона	2.01±0.16	623.49±74.12	3.24±0.29
Естественный эколого-геохимический профиль (условный фон)				
Верхний Дендрарий	6-GZ-A ₁ широколист- венный лес	2.17±0.13	1136.71±43.74	1.91±0.04
	22-BZ A ₁ «дикий» га- зон парка	1.70±0.13	925.29±25.50	1.82±0.18
Средняя часть Дендрария	3-GZ-A ₁ - газон парка засеян травами	0.60±0.08	551.61±43.4	1.10±0.03
	23-AG A ₁ B газон парка с декоративной древесной раститель- ностью	3.37±0.05	1069.37±43.06	3.15±0.16
Нижний Дендрарий	8-GZ-A ₁ газон парка «Нижний Дендрарий»	1.10±0.25	581.16±26.16	1.90±0.42
Примечание: латинскими буквами индексы почв: GZ – желтозём. BZ – бурозём. AZR – абразём реградированный. AGR – агроабразём. AZ – абразём. AG – агрозём.				

Таким образом, в работе установлена тенденция к ухудшению физиолого-функциональной активности микробного сообщества почв при их антропогенной трансформации в условиях городской среды Сочи.

Благодарность: Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания FGRW-2024-0004 № госрегистрации 1022040700994-8-1.5.4;1.5.5;1.5.8;1.5.10.

Список литературы

- 1 Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. — Смоленск: Ойкумена, 2004; – 341 с.
- 2 Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. — М.: Изд-во МГУ, 2001. – 687с.
- 3 Сушко, С.В. Эмиссия CO₂, микробная биомасса и базальное дыхание чернозема при различном землепользовании / С.В. Сушко, Н.Д. Ананьева, К.В. Иващенко, В.Н. Кудеяров // Почвоведение, 2019. – №9. – С. 1081-1091.
- 4 Сушко, С.В. Микробное дыхание почвы в полевых и лабораторных условиях / С.В. Сушко, Н.Д. Ананьева, К.В. Иващенко, В.И. Васенев, Д.А. Саржанов // Агрофизика, 2016. – №4. – С. 17-23.
- 5 Ananyeva, N.D. Microbial Indicators of Urban Soils and Their Role in the Assessment of Ecosystem Services: A Review / N.D. Ananyeva, K.V. Ivashchenko, S.V. Sushko // Eurasian Soil Science, 2021. – №54 (10). – P. 1517-1531.
- 6 Anderson, J.P.E. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils / J.P.E. Anderson, K.H. Domsch // Soil Biol. Biochem, 1978. –№10. – P. 215-221.
- 7 Gorovtsov, A. Bioindication-Based Approaches for Sustainable Management of Urban Ecosystems / A. Gorovtsov, V.D. Rajput, S. Gorbov, N. Vasilchenko // Green Technologies and Environmental Sustainability. Springer, 2017. – P.203-228.
- 8 Ivashchenko, K.V. Biomass and respiration activity of soil microorganisms in anthropogenically transformed ecosystems (Moscow region) / K.V. Ivashchenko, N.D. Ananyeva, V.I. Vasenev, V.N. Kudeyarov, R. Valentini // Eurasian soil science, 2014. – №47 (9). – P. 892-903.
- 9 Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports № 106. FAO. Rome, 2015; 181. DOI: 3/i3794en/I3794en.pdf.

E. V. ROGOZHINA

BASAL RESPIRATION, MICROBIAL BIOMASS CARBON AND METABOLIC COEFFICIENT OF SOILS OF SOCHI URBAN LANDSCAPES

*Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre
of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russian Federation,
rogojinaew@yandex.ru*

Determination of a number of ecological and physiological indicators of biological activity of soils in Sochi urban landscapes allowed us to single out the metabolic coefficient q_{CO_2} as the most informative. Higher q_{CO_2} values (per unit) in soils under technogenic impact compared to natural background ones suggested a less stabilised state of the microbocenosis.

Key words: basal respiration, carbon of microbial biomass, metabolic coefficient, brown soils, yellow soils, technosols, Sochi Black Sea coast.

Н. Ю. РУСЕЦКАЯ, А. С. СОКОЛОВ

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНО-БЕЛОРУССКОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ПРОВИНЦИИ

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
alsokol@tut.by*

В статье представлены результаты геоэкологической оценки Восточно-Белорусской ландшафтной провинции на основе ландшафтного подхода, включающей покомпонентную и комплексную оценку и картографирование антропогенного воздействия на природную среду. Выявлены роды, подроды и виды ландшафтов, характеризующиеся повышенным и пониженным уровнем антропогенной трансформации, составлена карта экологического состояния ландшафтов региона.

Ключевые слова: ландшафты, геоэкологическая оценка, ландшафтное районирование, экологическое состояние, антропогенная трансформация ландшафтов.

Геоэкологическая оценка – процесс анализа и оценки воздействия человеческой деятельности на окружающую среду с целью определения её состояния, выявления проблемных зон и разработки рекомендаций для устойчивого развития. Геоэкологическая оценка территории отражает последствия сложного взаимодействия природных, технических и социальных сред [1]. Геоэкологическая оценка, посредством которой осуществляется анализ влияния природных и социально-экономических факторов среды жизнедеятельности с учетом экологических ограничений, наиболее оптимально подходит для изучения качества среды жизнедеятельности населения [2].

Ландшафтный подход является наиболее соответствующим задаче комплексного анализа и оценки природных условий территорий, поскольку учитывает как фоновые (природные) состояния геосистем, так и их антропогенные трансформации [1]. Сущность ландшафтного подхода заключается в рассмотрении территории как совокупности природно-территориальных комплексов, системном анализе взаимодействия природной и антропогенной составляющих в современных ландшафтах и оценке результатов изменений и последствий, оказываемых на окружающую среду [3]. Ландшафтный подход подразумевает анализ ландшафтной структуры территории и её динамики, оценку устойчивости к различным видам воздействия, а также выбор приоритетных направлений использования и развития разных типов природных комплексов. Методика применения рассматриваемого подхода включает составление ландшафтной карты и последующий анализ территории на основе ландшафтной дифференциации. Ландшафтная карта служит базовой для создания ряда тематических карт и схем, отражающих современное состояние и тенденции развития природных процессов и явлений внутри региона.

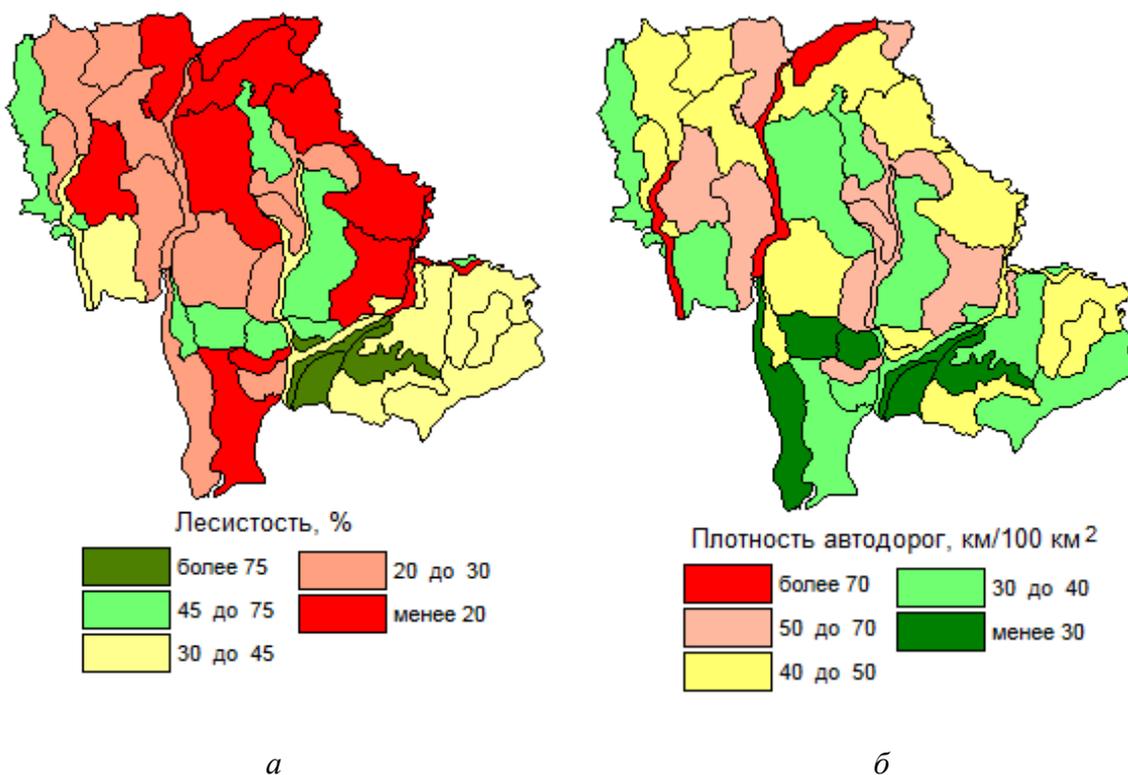
Цель работы – геоэкологическая оценка территории Восточно-Белорусской ландшафтной провинции, выявление дифференциации природной среды по экологическому состоянию в региональном и типологическом аспектах.

Исходными материалами являлись векторные слои ландшафтов региона, а также различных природных и антропогенных объектов в его пределах, полученные из проекта OpenStreetMap модуля QuickOSM ГИС QGIS. Для работы использовалась геоинформационная система MapInfo Pro 17.0.3. Ландшафтная карта Восточно-Белорусской ландшафтной провинции представлена на рисунке 1.

Для проведения геоэкологической оценки необходимо определить долю площадных природных и антропогенных объектов (лесов, лугов и других травянистых сообществ, болот и переувлажнённых земель, населённых пунктов, промышленных ареалов, зарослей кустарников) либо плотность линейных объектов (автомобильных и железных дорог, мелиоративных каналов) в пределах каждого ландшафта.



**Рисунок 1 – Ландшафтная структура
Восточно-Белорусской ландшафтной провинции**



**Рисунок 2 – Лесистость (*a*) и плотность автомобильных дорог (*б*) по ландшафтам
Восточно-Белорусской ландшафтной провинции**

Для каждого из перечисленных объектов были проанализированы особенности их распространения по ландшафтам провинции и созданы соответствующие карты. Например, пониженные значения лесистости (рисунок 2(*a*)) приурочены к ландшафтам, относящимся к роду лёссовых, а также под родам с покровом лёссовидных и водноледниковых

суглинков рода вторичноморенных ландшафтов. Пониженная плотность автомобильных дорог (рисунок 2(б)) наблюдается в пределах моренно-зандровых, аллювиальных террасированных и подрода с покровом водно-ледниковых супесей рода вторичноморенных ландшафтов.

Комплексная оценка геоэкологического состояния, интегрирующая значения частных показателей, может осуществляться различными способами в зависимости от типа и иерархического ранга операционных территориальных единиц, доступности информации о состоянии и распространении природных и техногенных компонентов и их характеристик, цели исследования и других факторов.

В большинстве случаев интегральная оценка базируется на вычислении некоторой безразмерной величины. В основе её вычисления могут лежать характеристики частных показателей, которые для обеспечения их сравнимости могут быть переведены тем или иным способом в балльные шкалы.

В данном случае можно предложить следующий метод расчёта интегрального балла, отображающего геоэкологическое состояние ландшафтов. Абсолютные характеристики распространения природных и техногенных компонентов в пределах оцениваемых ландшафтов переводятся в баллы в соответствии с таблицей 1. Интегральный балл рассчитывается как сумма баллов частных показателей. Ранжированный ряд значений интегрального балла разделяется на 5 диапазонов, интерпретируемых как качественная характеристика геоэкологического состояния ландшафтов. Результат отображается в виде карты интегрального показателя экологического состояния (рисунок 3).

После проведения экологической оценки каждого ландшафта индивидуально можно перейти к оценке в типологическом разрезе – родов, подродов и видов ландшафтов. Для этого по той же схеме (таблица 1) на основе рассчитанных показателей по родам, подродам и видам определить для них значение интегрального балла. Результаты могут быть представлены в виде таблиц (таблица 2).

Таблица 1 – Алгоритм перевода натуральных показателей экологического состояния ландшафтов в баллы

Показатели	Значения частных показателей и их перевод в баллы			
	< 15*	15–30	30–60	> 60
Леса, болота, водные объекты, луга в пойменных ландшафтах, %	1**	3	5	7
	< 1	1–5	5–10	> 10
Кустарники, луга во внепойменных ландшафтах, %	0	1	2	3
	< 3	3–5	5–7	> 7
Населённые пункты, %	4	3	2	1
	< 0,1	0,1–0,5	0,5–1,0	> 1,0
Промышленные ареалы, %	3	2	1	0
	< 20	20–40	40–60	> 60
Дороги, км/100 км ²	4	3	2	1
	< 10	10–40	40–70	> 70
Мелиоративные каналы, км/100 км ²	6	4	2	0
	Примечание: * – значение показателя; ** – балл, соответствующий данному значению			

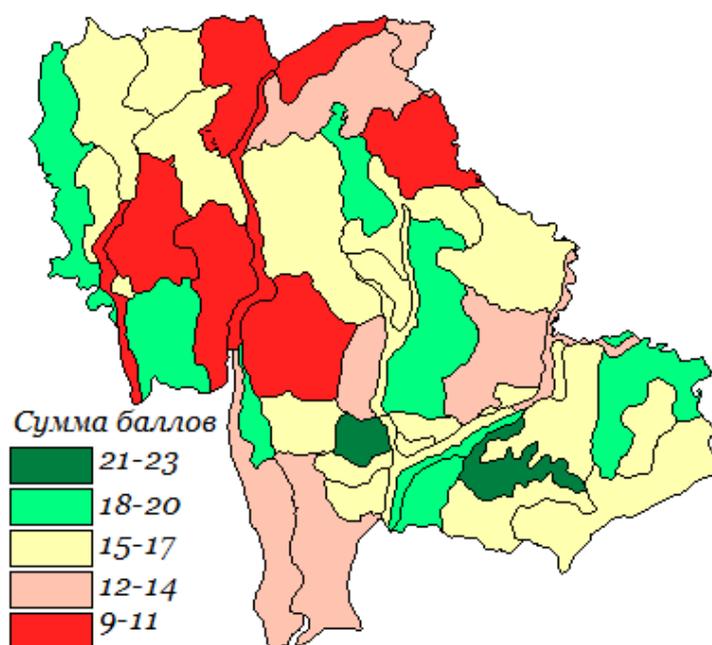


Рисунок 3 – Интегральный показатель экологического состояния (уменьшение суммы баллов соответствует ухудшению экологического состояния)

Таблица 2 – Значение интегрального показателя экологического состояния родов, подродов и видов ландшафтов

Название	Интегральный балл	Доля в площади, %
1	2	3
Роды ландшафтов		
Аллювиальные террасированные	17	1,8
Моренно-зандровые	16	9,7
Вторичные водно-ледниковые	15	10,9
Вторичноморенные	14	47,6
Холмисто-моренно-эрозионные	14	4,3
Лёссовые	14	20,8
Пойменные	13	0,9
Ландшафты речных долин	12	4,1
Подроды ландшафтов		
С поверхностным залеганием водно-ледниковых песков	20	2,4
С прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	18	7,4
С покровом водно-ледниковых супесей	16	21,8
С покровом водно-ледниковых суглинков	15	21,2
С поверхностным залеганием аллювиальных песков	13	5,0
С покровом лессовидных суглинков	13	42,1
Виды ландшафтов		
Плосковолнистые	18	3,2
Плоские	17	0,9
Плоскоувалистые	16	7,4
Волнисто-западинные	16	4,1

Окончание таблицы 2

1	2	3
Мелкохолмисто-грядовые	16	4,3
Волнистые	15	32,2
Мелкохолмистые	15	3,5
Мелкохолмисто-увалистые	15	2,0
Волнисто-увалистые	14	20,7
Холмисто-волнистые	14	9,2
Платообразные	13	8,4
Глубоковрезанные долины	12	3,2
Долины с плоской поймой	9	0,9

Результаты расчётов и картографирования позволяют проанализировать различия в экологическом состоянии ландшафтов, определить вклад различных факторов в формировании того или иного экологического состояния, проследить пространственные и типологические закономерности антропогенной трансформации природной среды.

Список литературы

1 Воробьева, И. Б. Подходы и методы при геоэкологической оценке территорий / И. Б. Воробьева // Геополитика и экогеодинамика регионов. – Т. 10, вып. 2. – С. 90–93.

2 Антипова, О. С. Методические подходы к геоэкологической оценке среды жизнедеятельности населения / О. С. Антипова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – Т. 10, вып. 2. – С. 77–81.

3 Водопьянова, Д.С. Антропогенная преобразованность и природный потенциал ландшафтов Апанасенковского района / Д.С. Водопьянова, Е.А. Скрипчинская, М.В. Нефедова, П.А. Диденко // Наука. Инновации. Технологии. – № 1. – 2018. – С. 103–116.

N. YU. RUSSETSKAYA, A. S. SOKOLOV

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF LANDSCAPES OF EASTERN BELARUSIAN LANDSCAPE PROVINCE

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
alsokol@tut.by*

The article presents the results of geoecological assessment of the East Belarusian landscape province based on the landscape approach, including component-by-component and comprehensive assessment and mapping of anthropogenic impact on the natural environment. Genera, subgenera and species of landscapes characterized by increased and decreased levels of anthropogenic transformation have been identified, and a map of the ecological state of the region's landscapes has been compiled

Key words: landscapes, geoecological assessment, landscape zoning, ecological state, anthropogenic transformation of landscapes

В. В. СИКИРАЖ

**СОСТОЯНИЕ ТРАНСГРАНИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИИ
В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ КРИЗИСНОСТИ**

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация,
darkwolfcub96@yandex.ru

Продвигаемая «коллективным Западом» «зеленая повестка» внесла значительные изменения в экологические и природоохранные тренды современности, вместе с тем оказывая давление на третьи страны. Санкции, кризисность вызванная конфликтом на Украине и растущая напряженность отношений Республики Беларусь с Польшей и странами Прибалтики задают сомнительные тенденции в сфере экологического сотрудничества.

Ключевые слова: Беларусь, трансграничное сотрудничество, экология, безопасность, биополитика.

Так называемая «зеленая повестка» глубоко укоренилась в общеевропейском экономическом и политическом дискурсе и носит сугубо императивный характер [3]. Так, во благо сохранения окружающей среды политики прибегают к зачастую непопулярным решениям, которые бьют по интересам различных групп населения: фермерства, мелкого бизнеса и рядовых потребителей. Однако эти тенденции характерны не только для внутренних процессов ЕС, поскольку европейские лоббисты проталкивают псевдоэкологические регуляции в отношении третьих стран. Среди такого рода инициатив выделяется «Зеленая сделка» ЕС, устанавливающая углеродный налог, на ввозимые товары с высокой углеродоемкостью, что в большой степени ударяет по интересам белорусских производителей [5]. Так, на 2020 г. и 2021 г. товарооборот с ЕС составлял 11,9 и 16,3 млрд долларов соответственно. Исходя из этих данных, рынок ЕС для Беларуси второй по значимости после российского. К 2022 г. развертывание «Зеленой сделки» было замедлено ввиду начавшегося кризиса энергоресурсов, вызванного событиями на Украине, что, впрочем, не привело к улучшению ситуации для стран-соседей [3].

Затрагивая вопрос внедрения западных технологий и институтов, стоит подчеркнуть такой важный аспект для трансграничного сотрудничества Республики Беларусь, как особенности функционирования «еврорегионов». Под этим термином понимается часть приграничных территорий нескольких государств, включенных в европейскую интегративную программу [6]. Помимо непосредственно экономических целей «регионы» представляют собой интеграционные проекты культурного и энвайронменталистского плана, что помогает продвигать идеи «зеленых» среди населения стран, не входящих в ЕС, и контролировать степень загрязненности сопредельных территорий. На территории Республики насчитывается 5 подобных регионов: «Буг», «Озерный край», «Беловежская пуца», «Неман», «Днепр» [1]. В настоящее время наиболее перспективно выглядит развитие одного из таких «еврорегионов» – «Днепра» ввиду трансграничных соглашений с Россией [2]. К проблемам этого региона можно отнести невозможность всестороннего соблюдения договоренностей ввиду враждебных действий Украины, а также наличие в регионе зоны Чернобыльской Атомной Электростанции (ЧАЭС) и прилегающих зараженных территорий. Изоляция, контроль местности и нераспространение облученных ресурсов актуализированы кризисной социально-экономической обстановкой в самой Украине. Прежде всего, повсеместный растущий уровень бедности, в дополнение к массовой мобилизации в стране ведет к повышению криминализации общества, что,

по итогу, приводит к соответственному увеличению нелегальных промыслов. Однако контрабанда опасных для здоровья человека дерева и металла имеет место быть и на территории Союзного государства РФ и РБ.

Упомянутая ранее кризисность крайне негативно сказалась на состоянии экологической и трансграничной безопасности. Одни из наиболее вредоносных последствий для общества и природы – это минирование и терраформирование в военных целях приграничных земель. Помимо прямой угрозы жизни и здоровью людей эти действия приводят к уничтожению биоразнообразия на границах описываемых территорий. В то же время санкции, наложенные на Республику Беларусь, запрещающие продажу древесины, калийных удобрений и минеральных ресурсов подрывают, как сложившиеся отношения, так и нарушают глобальные логистические цепочки важнейшей продукции для с/х сферы и, следовательно, экологической стабильности. Подобные недружественные акты со стороны ЕС лишней раз подталкивают официальный Минск к более плотному сотрудничеству с Москвой в вопросах торговли, энергетической безопасности и охраны окружающей среды [4]. Тем более, что произошедший подрыв «Северных потоков» в 2022 г. в значительной степени потряс существовавшую картину европейской стабильности и безопасности, а последствия для состояния мировой экологии стали катастрофическими.

С другой стороны, Беларусь укрепляет экологическое сотрудничество с Россией, к примеру, за счет создания инициатив в сфере переработки отходов. Одним из многообещающих является совместный проект на базе «Экологической альтернативы» по переработке шин и иных резиносодержащих изделий. К тому же в рамках двусторонних переговоров рассматривается возможность ограничения выпуска и распространения вредных для окружающей среды упаковочных материалов. Так в декабре 2023 г. в ходе рабочего визита в Беларусь российским вице президентом, курирующим агропромышленность и природоохранную деятельность, было предложено решить этот вопрос в рамках комитетов ЕАЭС.

Дальнейшие перспективы в сфере экологического сотрудничества представляются неоднозначными из-за растущих противоречий с западными соседями. Политическое противостояние с Прибалтийскими странами и Польшей на фоне их непризнания легитимности действующего руководителя Беларуси и участия в антиправительственных мероприятиях ставят под вопрос дальнейшее всестороннее развитие имеющихся интеграционных проектов. В целом намечена тенденция на усиление взаимодействия внутри Союзного государства с российскими регионами, и как видится исследователю вполне перспективным будет создание новых интегративных пространств на границе с Россией.

Исследование выполнено в рамках гос. задания Н-024-0_2023-2025 (FSWR-2023-0033).

Список литературы

1 Partycki, S. Borderlands in the network structure on the example of the Euroregion Bug [Электронный ресурс] / S. Partycki, D. Włazszczak, A. Drewniak. - Переяслав-Хмельницкий: Экономический вестник университета. Сборник научных трудов ученых и аспирантов. 2018. №37-1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/borderlands-in-the-network-structure-on-the-example-of-the-euroregion-bug>. - Дата доступа: 23.04.2024.

2 Викторovich, А. М. Особенности и перспективы развития еврорегионов с участием Республики Беларусь / А. М. Викторovich. – Гомель: Вестник ГГТУ имени П. О. Сухого: научно - практический журнал. - 2003. - № 2. - С. 45-51.

3 Геополитика «зеленой сделки» Европейского Союза [Электронный ресурс] / Леонард М. [и др.]. – Москва: НИУ ВШЭ. Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2021. №2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geopolitika-zelenoy-sdelki-evropeyskogo-soyuza>. – Дата доступа: 30.04.2024.

4 Давыденко Л.Н. особенности и задачи развития трансграничного сотрудничества приграничных регионов Беларуси и России [Электронный ресурс] / Л.Н. Давыденко. –

Москва: ИНИОН РАН. Россия: тенденции и перспективы развития. 2022. №17-2. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-zadachi-razvitiya-transgranichnogo-sotrudnichestva-prigranichnyh-regionov-belarusi-i-rossii>. - Дата доступа: 29.04.2024.

5 Ларионова М.В. Механизмы интернационализации «зеленой сделки» [Электронный ресурс] / М.В. Ларионова. – Москва: НИУ ВШЭ. Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2021. №3. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-internatsionalizatsii-zelenoy-sdelki>. - Дата доступа: 30.04.2024.

6 Хитрая, А. П. Еврорегионы Республики Беларусь / А. П. Хитрая, О. А. Паршутич. – Пинск: Экономика и социум : электронное научно-практическое периодическое издание. - 2014. - № 2, ч. 4. - С. 993-996.

V. V. SIKIRAZH

**THE STATE OF TRANSBORDER COOPERATION
OF THE REPUBLIC OF BELARUS IN THE FIELD OF ECOLOGY
IN MODERN CRISIS CONDITIONS**

*National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod,
Institute of international relations and world history,
Nizhny Novgorod, Russian Federation,
darkwolfcub96@yandex.ru*

The "green agenda" promoted by the "collective West" has made significant changes to the environmental and ecological trends of our time, at the same time exerting pressure on third countries. Sanctions, the crisis caused by the conflict in Ukraine and the growing tension in Belarus' relations with Poland and the Baltic states set questionable trends in the field of environmental cooperation.

Key words: Belarus, transborder cooperation, ecology, security, biopolitics.

А. С. СОКОЛОВ

ПОКАЗАТЕЛИ ЭТНИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ БЕЛАРУСИ И ИХ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ АВТОКОРРЕЛЯЦИЯ

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
alsokol@tut.by*

В статье представлены результаты расчёта и картографирования показателей этнического разнообразия Беларуси в разрезе административных районов и г. Минска. Составлены карты индекса этнической мозаичности Б.М. Эккеля по данным переписей населения 2009 и 2019 гг., индексов белорусско-русской и белорусско-польской контактности. Рассчитаны глобальные и локальные индексы пространственной автокорреляции Морана для индекса этнической мозаичности, а также долей русских, белорусов, поляков и украинцев в общей численности населения.

Ключевые слова: этническая мозаичность, этническая контактность, пространственная автокорреляция, население Беларуси, белорусы, русские, поляки.

Этническая неоднородность и её пространственные особенности является популярным предметом исследований населения различных стран и регионов мира. Исследователи отмечают наличие связи между данным явлением и другими социально-экономическими, политическими и культурными особенностями, выделяют его положительные и отрицательные последствия.

Количественная оценка этнической гетерогенности базируется на вычислении ряда коэффициентов, наиболее известным из которых является индекс этнической мозаичности (ИЭМ) Б.М. Эккеля [1], который может интерпретироваться как «вероятность, с которой два случайно выбранных в обществе индивида будут принадлежать к разным этническим группам» [2, с. 129] либо как «вероятность вступления представителей разных национальностей в межэтнические контакты» [3, с. 104]. Отмечается, что данный показатель носит общий характер и не позволяет учесть многие важные особенности межэтнического взаимодействия [3, 4 и др.] – неравномерность этнических контактов в пределах административных единиц, где более тесные этнические контакты происходят в городских поселениях, взаимодействие между коренным и некоренным населением, величину социокультурной дистанции и комплиментарности между взаимодействующими этносами, лингвистические аспекты (использование или владение этническими меньшинствами языка этнического большинства) и т. д. Отразить данные аспекты призваны различные модификации индекса Эккеля, а также дополнительные показатели, предлагаемые различными авторами. Так, Н.К. Теренина [3] считает возможным раздельно рассчитывать этот показатель для городов и остальной территории, а также предлагает индекс этнической контактности для оценки вероятности контакта представителей двух определённых этносов в регионе. А.Г. Манаков, Н.К. Теренина [5] при картографировании этнической мозаичности регионов России учитывают дополнительный фактор – долю русского населения, что дает возможность визуально проследить различия в величине ИЭМ собственно «русских» и национальных регионов России, а также оценить влияние на динамику данного показателя изменений в этнической структуре населения регионов страны.

Целью нашего исследования было оценить этническую гетерогенность административных районов Беларуси и г. Минска и выявить пространственные закономерности особенностей этнической структуры. Карты рассчитанных показателей индекса этнической мозаичности (ИЭМ) для районов Беларуси и г. Минска на основе данных переписей населения 2009 и 2019 гг. представлены на рисунке 1. Изменения ИЭМ с 2009 по 2019 гг. невелики

и проявляются, главным образом, в уменьшении размаха значений по районам. Максимальное значение наблюдается для Лидского района (в 2009 г. 0,603, в 2019 г. 0,594), минимальное для Столинского (в 2009 г. 0,053, в 2019 г. 0,081). Количество районов со значением ИЭМ < 0,1 уменьшилось с 17 до 8, а с ИЭМ > 0,4 – с 9 до 7. Среднее значение ИЭМ по рассматриваемым регионам увеличилась от 0,200 до 0,214, а коэффициент вариации уменьшился с 56,7 до 48,7 %.

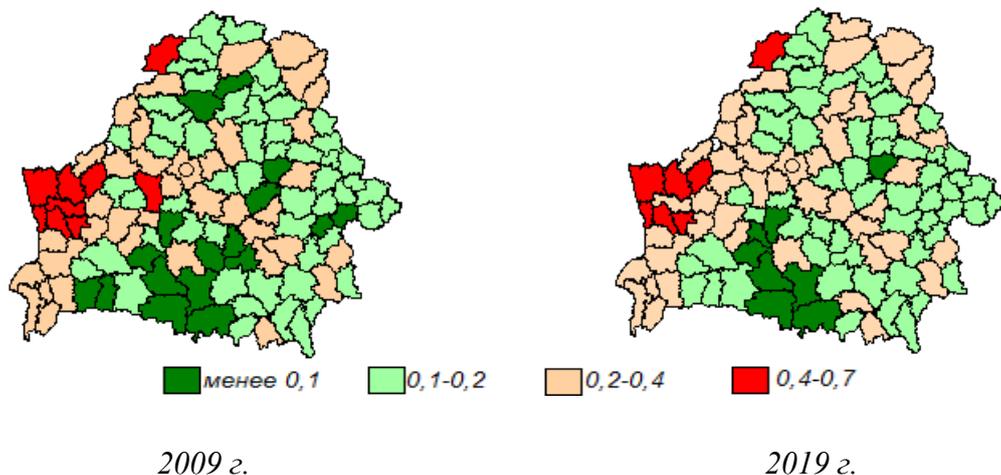


Рисунок 1 – Индекс этнической мозаичности Эккеля

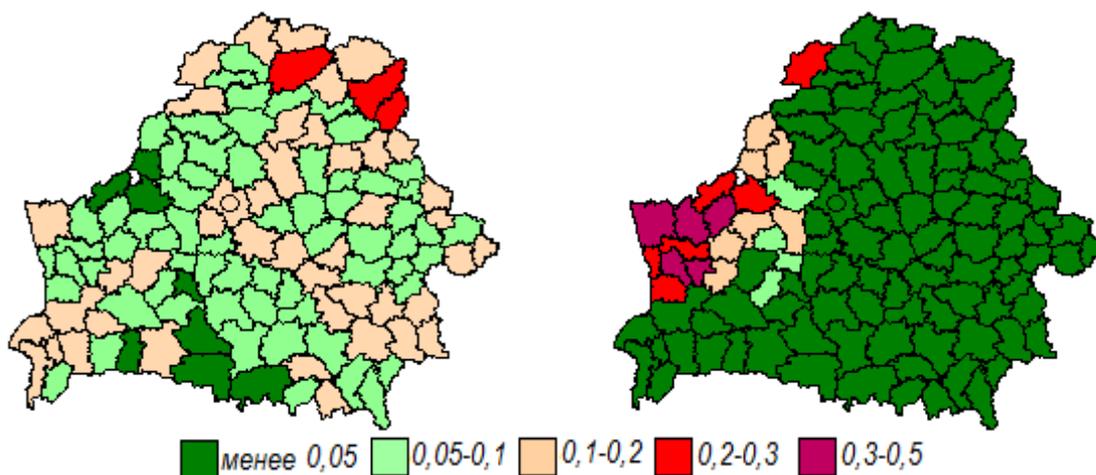


Рисунок 2 – Индекс русско-белорусской контактности

Рисунок 3 – Индекс белорусско-польской контактности

Помимо показателей, характеризующих этническую мозаичность в целом, разработаны индексы, представляющие собой количественную оценку контактности двух этносов на определённой территории. Так, Н. К. Терениной [3] предложен индекс этнической контактности, который отражает вероятность встречи представителей двух национальностей на конкретной территории, рассчитываемый как произведение долей двух этносов в общей численности населения, умноженное на 2. Нами был рассчитан такой индекс для русско-белорусской (рисунок 2) и белорусско-польской (рисунок 3) контактности. Пространственный анализ рассчитанных показателей позволяет сделать вывод, что величина

этнической мозаичности на основной территории Беларуси определяется в основном распространением русского населения; польское же населения вносит существенный вклад в величину данного показателя в западной части страны в основном в границах Брестской области и Браславского района Витебской области. Повышенные значения индекса русско-белорусской контактности характерны для районов с крупными промышленными центрами и прилегающим к ним, вдоль основных транспортных магистралей и на крайнем севере Беларуси в регионах, граничащих с Псковской областью России.

Наличие закономерностей и взаимосвязей в пространственном распределении показателей этнической неоднородности может быть выявлено путём расчёта индексов пространственной автокорреляции, например, глобального и локального индексов Морана. Положительное значение глобального индекса Морана показывает, что значение определённого показателя для территориальных единиц (например, регионов страны) распределяется не случайно, а обнаруживает тенденцию к кластеризации, то есть регионы с высоким значением показателя с большей статистически достоверной вероятностью будут соседствовать с регионами с также высокими его значениями, а регионы с низкими значениями будут с более высокой вероятностью соседствовать с регионами с также низкими значениями. Отрицательное значение говорит о том, что с большей вероятностью регионы с высокими значениями показателя будут соседствовать с регионами с низкими значениями. Значения глобального индекса Морана в районе нуля говорят о случайном распределении показателя по регионам. Индекс Морана изменяется от -1 до 1 , и чем выше его модуль, тем больше выражена связь показателя с пространственным местоположением регионов, для которых он рассчитывается.

При расчёте индекса Морана для всех соседей региона вычисляется пространственный лаг – средневзвешенное значение показателя по всем соседним регионам, и рассчитывается корреляция между значениями показателя для районов и их пространственных лагов. Результаты могут быть представлены в виде пространственной диаграммы рассеяния, где по оси абсцисс откладывается стандартизированное значение показателя для каждой территориальной единицы, а по оси ординат – её пространственный лаг [6].

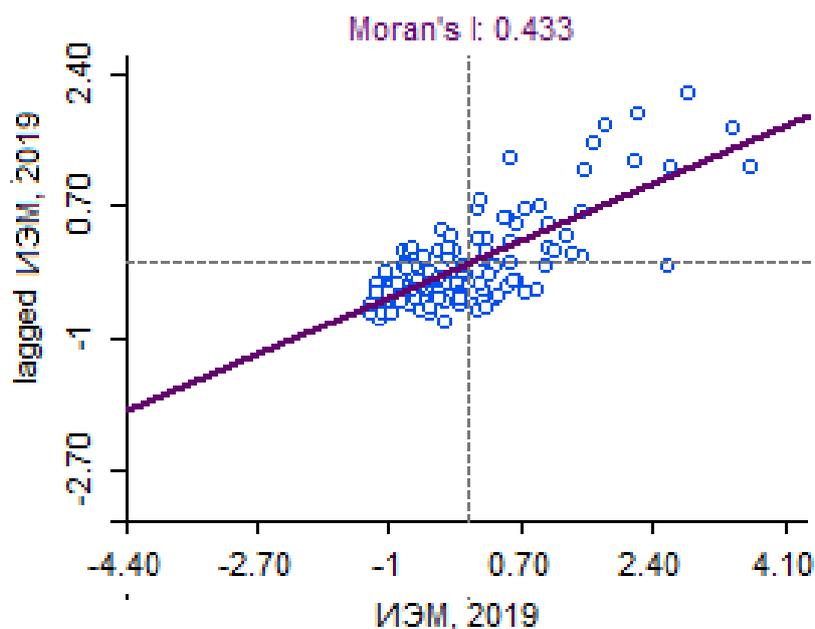


Рисунок 4 – Пространственная диаграмма рассеяния Морана



Рисунок 5 – Карта кластеров индекса LISA по показателю ИЭМ (значимость $p < 0,05$)

Большое значение, сильно влияющее на результат, имеет порядок определения пространственного фактора – показателя соседства регионов. При расчёте индексов Морана в качестве регионов-соседей нами были определены соседи первого и второго порядков. На рисунке 4 показана диаграмма рассеяния Морана для показателя индекса этнической мозаичности по районам Беларуси (и города Минска). В верхнем правом квадранте показаны районы с высоким значением ИЭМ, окружённые соседями с также высоким его значением, в левом нижнем – районы с низким значением, окружённые районами с также низкими значениями. В левом верхнем квадранте – районы с относительно низкими собственными значениями ИЭМ, окруженные территориями с относительно высокими его значениями, в правом нижнем – наоборот. Значение глобального индекса Морана 0,433 говорит о достаточно высокой положительной пространственной автокорреляции, то есть в целом значения ИЭМ в соседних районах являются подобными.

Если глобальный индекс Морана оценивает величину пространственной автокорреляции по всей совокупности районов, то его модификация – локальный индекс Морана, или индекс LISA (Local Index Spatial Autocorrelation), позволяет определить конкретные районы, для которых наблюдается статистически достоверная связь между величиной показателя и его пространственным лагом, а также районы, где эта связь отсутствует. Это позволяет выделить кластеры – группы районов, окружённых районами с близкими значениями показателя (высокими или низкими), а также выбросы – районы, окружённые районами с существенно отличающимися значениями показателя. Индекс LISA позволяет выявить пространственные закономерности распределения показателя на региональном уровне даже если пространственная автокорреляция на глобальном уровне отсутствует.

На рисунке 5 показана картограмма кластеров по индексу LISA ($p < 0.05$), рассчитанному для показателя ИЭМ. В кластер статистически значимой пространственной автокорреляции высоких показателей ИЭМ («Высокий–Высокий») вошёл 21 район на западе и юго-западе Беларуси, в кластер пространственной автокорреляции низких показателей ИЭМ («Низкий–Низкий») вошли районы на юге и востоке страны, с которыми соседствуют 8 районов кластера «Высокий–Низкий», то есть с относительно высокими значениями ИЭМ, окружённые районами с его низкими значениями – Мозырский, Солигорский, Жлобинский, Бобруйский, Кировский, Осиповичский, Борисовский, Оршанский. Один район – Берёзовский – образовал кластер «Низкий–Высокий».

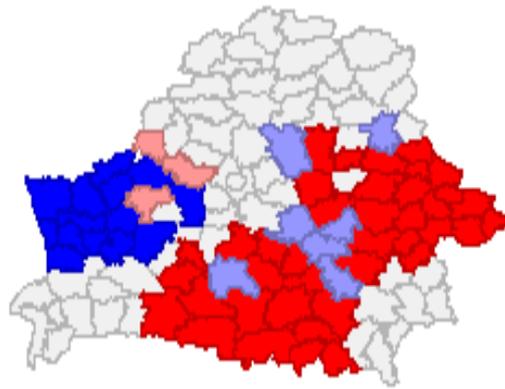


Рисунок 6 – Карта кластеров индекса LISA по доле белорусов (MI = 0,373)

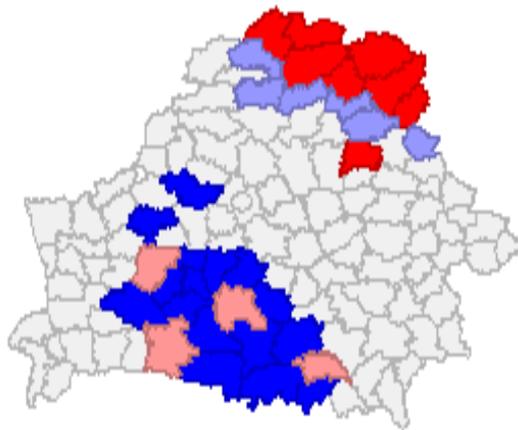


Рисунок 7 – Карта кластеров индекса LISA по доле русских (MI = 0,175)

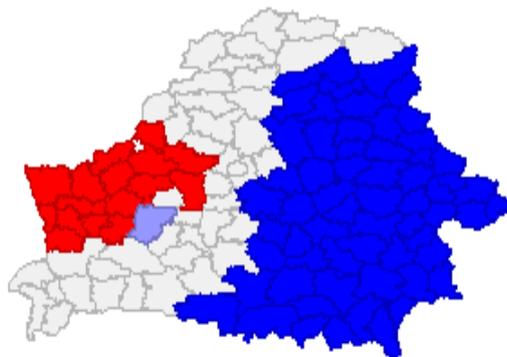


Рисунок 8 – Карта кластеров индекса LISA по доле поляков (MI = 0,428)

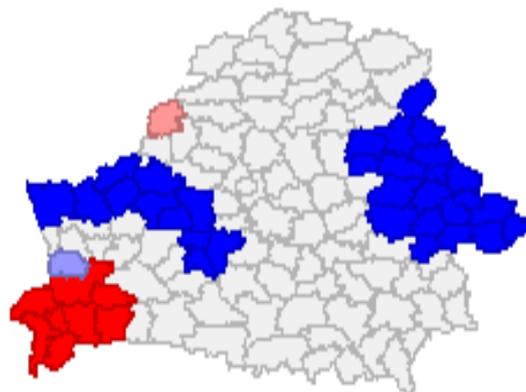


Рисунок 9 – Карта кластеров индекса LISA по доле украинцев (MI = 0,474)

На рисунки 6, 7, 8 (условные обозначения см. к рисунку 5) показаны картограммы кластеров LISA, составленные по долям четырёх крупнейших национальностей в общей численности населения – белорусов, русских, поляков, украинцев. Для распределения показателя доли русских по районам наблюдается самое низкое значение глобального индекса Морана – 0,175, что говорит об довольно слабо выраженных пространственных закономерностях их размещения. Кластер «Высокий–Высокий» включает 7 районов крайнего севера и северо-запада Витебской области, а также Голочинский район. Наиболее высокое значение глобального индекса Морана наблюдается для показателя доли украинцев 0,474, для которых кластер «Высокий–Высокий» включает районы юго-запада Брестской области. Наибольшее значением пространственной дифференциации наблюдается у поляков, более половины районов страны соседствуют с районами со сходным показателем их доли в общей численности населения, причём кластер «Высокий–Высокий» по доле поляков в целом совпадает с кластером «Низкий–Низкий» по доле белорусов.

Таким образом, результаты исследования позволили вычислить и картографировать показатель индекса этнической мозаичности, а также индексы русско-белорусской и белорусско-польской контактности по районам Беларуси и г. Минску, выявить особенности их пространственного распределения. Расчёт индексов пространственной автокорреляции индекса этнической мозаичности и показателей доли четырёх основных национальностей Беларуси позволил выделить кластеры районов со статистически достоверными сходными и различными значениями этих показателей между каждым районом и его соседями.

Список литературы

- 1 Эккель Б.М. Определение индекса мозаичности национального состава республик, краев и областей СССР / Б.М. Эккель // Советская этнография. 1976. № 2. С. 33–39.
- 2 Камалова, Р. У. Этническая гетерогенность: основные понятия и проблемы измерения / Р. У. Камалова // Полития: Анализ. Хроника. Прогноз. – 2013. – № 4. – С. 127–149.
- 3 Теренина, Н. К. Индекс этнической контактности как инструмент изучения территорий со смешанным национальным составом населения / Н.К. Теренина // Псковский регионологический журнал. 2022. – Т. 18. – № 1. – С. 101–116.
- 4 Гарипов Я. З. О методике количественного измерения уровня межэтнического общения // Вестник экономики, права и социологии. 2015. № 3. С. 194–197.
- 5 Манаков, А.Г. Этническая неоднородность регионов России: динамика по десятилетиям в постсоветский период / А.Г. Манаков, Н.К. Теренина // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2023. – Т. 68. – Вып. 4. – С. 783–797.
- 6 Окунев И. Ю. Основы пространственного анализа. – М.: Аспект Пресс, 2020. – 255 с.

A. S. SOKOLOV

INDICATORS OF ETHNIC HETEROGENEITY OF BELARUS AND THEIR SPATIAL AUTOCORRELATION

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
alsokol@tut.by*

The article presents the results of calculation and mapping indicators of ethnic diversity of Belarus in the context of administrative districts and the city of Minsk. The maps of B.M. Ekkel index of ethnic fractionalization according to the population census 2009 and 2019, the indices of the Belarusian-Russian and Belarusian-Polish sociability were created. Global and local Moran spatial autocorrelation indices for the ethnic fractionalization index, as well as the shares of Russians, Belarusians, Poles and Ukrainians in the total population, were calculated.

Key words: ethnic mosaic, ethnic contact, spatial autocorrelation, population of Belarus, Belarusians, Russians, Poles.

Е. В. СТЕЛЬМАХ

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ
(НА ПРИМЕРЕ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ)**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
г. Биробиджан, Российская Федерация,
stelmahlena69@mail.ru*

Территория Российской Федерации в силу своих обширных размеров, характеризуется разнообразными природно-климатическими условиями, формирующими достаточно разнообразную ландшафтную структуру. Административно-территориальные единицы – субъекты России, располагаясь в различных природных зонах, отличаются индивидуальным набором агроклиматических показателей, сочетание которых позволяет производить те или иные сельскохозяйственные продукты. На сегодняшний день для оценки продовольственной независимости используются различные подходы и показатели. Однако собственно геоэкологическому фактору уделяется либо недостаточное внимание, либо рассматриваются отдельные показатели – температура, влажность и т.д. Комплексный подход, который базируется на основе применения геоэкологического анализа территории, применяется крайне редко.

Ключевые слова: геосистема, ландшафтный анализ, продовольственная независимость, регион.

Стратегическая цель продовольственной безопасности определяется как возможность обеспечения населения страны сельскохозяйственной продукцией и продовольствием [2]. В современных условиях решение проблем продовольственной независимости невозможно без перехода современного сельскохозяйственного производства на геоэкологическую основу. основополагающим фактором применения данного подхода является его комплексность. Геоэкологический подход, который основывается на учёте климатических, гидрологических, почвенных, и производственных особенностей ландшафтов, позволяет осуществлять эффективное сельскохозяйственное производство, способное дать чёткое представление о перечне культур, возможных к производству в пределах определённого типа ландшафтов.

С экономической точки зрения территория ЕАО – это субъект, лежащий на восточной окраине России, обладающий совокупностью факторов своего географического положения и запасами природных ресурсов. С геоэкологической позиции это переходная зона от ландшафтов Средне-Амурской низменности к южным отрогам Буреинского нагорья, где непрерывно происходят процессы абиотической миграции вещества, биогенный оборот, влагооборот и т. д. Именно эти факторы, которые формируют местную специфику обмена вещества и энергии в ландшафтах области, а следовательно, и на определенной территории, должны выступать в качестве определяющих при выборе сельскохозяйственной специализации. Преобладающим типом рельефа Буреинского нагорья являются среднегорья и низкогорья. Малый Хинган, Сутарский, Помпеевский низкогорные хребты чередуются с мелкопочными массивами и внутригорными депрессиями [4]. Стержневой орогенной структурой этой провинции является Сутарский хребет с абсолютными отметками высот 700–900 м. Ландшафты Средне-Амурской равнины представляют обширную впадину, которой соответствует низменный рельеф плоской низменности. Их формирование произошло в позднем плейстоцене, после проявления деятельности последнего ледника (10–12 тыс. лет назад). Именно эта особенность формирует в области низменности огромное количество озёр и болот, что способствует образованию устойчивой ландшафтной

формации - как марь, которая представляет собой комплекс, сформированный под влиянием частых лесных пожаров кочкарно-осоковых и кустарниково-сфагновых лиственничников, ерников, торфяных и кочкарно-осоковых болот. Это в свою очередь делает невозможным использование земельных угодий данных ландшафтов для сельскохозяйственного использования. Однако, эти земли значатся в категории сельскохозяйственных угодий. Низкогорные ландшафты области характеризуются большой густотой речной сети, что определяет их экологическую роль - зоны формирования общего стока для рек Бира и Биджан, которые играют важную роль в формировании водности реки Амур. При этом, именно на территории Сутарского, Помпеевского и Берёзово-Быдырского ландшафтных районов располагаются основные районы лесозаготовок в области. Такую экономическую специализацию, при которой уничтожается фоновая растительность и происходит нарушение гидрологического стока, сложно назвать рациональной. Биджанский и Биробиджанский ландшафтные районы, характеризующиеся равнинным рельефом и отсутствием болот, наиболее благоприятны для сельского хозяйства. Но именно здесь наблюдаются не востребуемые, заброшенные угодья. При этом, в области доминирует сельскохозяйственная продукция китайского производства.

Таким образом, ландшафтный подход при решении вопросов обеспечения продовольственной независимости делает именно природную геосистему опорной территориальной единицей экономического планирования. Однако, если мы посмотрим на сводную таблицу, отражающую земельные угодья (таблица 1), то никакой привязки к геоэкологическому фактору мы не видим. В таком формате отражается информация для всех субъектов. Собственно понять, в каком направлении произошло изменение природных факторов просто не возможно. Отражение данных о затопляемости, динамике гумусового горизонта, температурном режиме становится уделом научных исследований.

Глядя на эту таблицу сложно понять, каким изменениям подверглись сельскохозяйственные земли. Соответственно, планирование сельскохозяйственного воздействия для решения вопросов обеспечения региона сельскохозяйственной продукцией собственного производства абсолютно не учитывает научной информации.

Таблица 1 – Земельные площади ЕАО (тыс. га)

Вид угодий	2015	2021
Сельскохозяйственные земли	537,2	537,2
Лесные земли	1 783,9	1 783,9
Поверхностные воды, включая болота	949,8	949,8
Итого	3 270,9	3 270,9

Состояние сельскохозяйственного производства в ЕАО с 1990 по 2021 года демонстрирует устойчивую динамику к снижению производства продовольственных товаров при наличии достаточных сельскохозяйственных угодий, которые располагаются в пределах тех же ландшафтных комплексов [1, 3]. Как уже писалось ранее, одним из факторов устойчивого развития области считаем необходимым закрепление за регионом сельскохозяйственной специализации [5]. Для решения данного вопроса предлагается следующий алгоритм:

- оценка геоэкологического состояния ландшафтов на основе рассмотрения существующей структуры землепользования с учетом особенностей освоения территорий;
- анализ изменённости первичных ландшафтов и картографирование антропогенных ландшафтов, что позволит исключить из хозяйственного воздействия земли, которые потенциально не подходят для сельскохозяйственной эксплуатации;
- определение и закрепление за ландшафтными районами сельскохозяйственной специализации.

Область располагаем значительными сельскохозяйственными ландшафтами и климатическими ресурсами, площади которых позволяют производить большее количество

продовольственных товаров. Соответственно, можно сделать вывод о необходимости внедрения мероприятий, направленных на обеспечение продовольственной независимости, что будет способствовать устойчивому развитию области. Сельскохозяйственная специализация, основанная на ландшафтном подходе, позволит определить те отрасли растениеводства и животноводства, которые позволят развивать свой продовольственный потенциал и обеспечивать продовольствием не только себя, но и другие территории.

Список литературы

1 Еврейская автономная область в цифрах: Краткий статистический справочник // Комстат ЕАО. Биробиджан. 2001. – 130 с.

2 Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20 // Собрание законодательства РФ. 2020. № 4. Ст. 345.

3 Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022 // Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://gks.ni/bgd/regl/B> (дата обращения: 10.04.2024).

4 Стельмах, Е.В. Применение ландшафтного анализа для определения стратегии регионального природопользования / Е.В. Стельмах, В.Г. Шведов, С.А. Соловченков // В мире научных открытий. – 2015. – № 2 (62). – С. 185–205.

5 Стельмах, Е.В. Анализ продовольственной безопасности Еврейской автономной области / Е.В. Стельмах // Финансовый бизнес. – 2020. – № 7. – С.84–87.

6 Стельмах, Е.В. Правовые аспекты продовольственной независимости субъектов Российской Федерации / Е.В. Стельмах // Финансовый бизнес. – 2022. – № 10. – С.130–132.

7 Stelmakh, E.V. Agricultural specialization of the Jewish Autonomous Region as a factor in ensuring food independence / E.V. Stelmakh // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – № 723 (2). – С. 1–5.

E. V. STELMAKH

GEOECOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION OF FOOD INDEPENDENCE (BASED ON THE EXAMPLE OF THE JEWISH AUTONOMOUS REGION)

*Institute For Complex Analysis of Regional Problems
Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences (ICARP FEB RAS),
Birobidzhan, Russian Federation,
stelmahlena69@mail.ru*

The territory of the Russian Federation, due to its vast size, is characterized by diverse natural and climatic conditions that form a fairly diverse landscape structure. Administrative-territorial units – subjects of Russia, located in different natural zones, are distinguished by an individual set of agroclimatic indicators, the combination of which allows producing certain agricultural products. Today, various approaches and indicators are used to assess food independence. However, either insufficient attention is paid to the geoecological factor itself, or individual indicators are considered – temperature, humidity, etc. An integrated approach, which is based on the use of geoecological analysis of the territory, is used extremely rarely.

Key words: geosystem, landscape analysis, food independence, region.

М. И. СТРУК¹, Т. Г. ФЛЕРКО²

**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

¹ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь,
struk-17@mail.ru,

²УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tflerco@mail.ru

Представлены результаты интегральной оценки геоэкологического состояния сельских поселений Гомельской области. Выделено две группы приоритетных экологических проблем сельских поселений, связанных со снижением потенциала природных ресурсов и загрязнением окружающей среды. Оценка проведена для поселений различной величины, ландшафтной приуроченности и районной принадлежности.

Ключевые слова: сельские поселения, система сельского расселения, величина поселений, ландшафты, интегральная оценка.

Интегральная оценка выполнена по отношению к двум выделенным для сельских поселений группам проблем, связанных со снижением потенциала природных ресурсов и загрязнением окружающей среды. К первой группе относятся проблемы, связанные с опасностью дегумификации почв приусадебных земель и деградации естественной луговой растительности из-за прекращения выпаса скота и сенокошения. Ко второй – проблемы радиоактивного загрязнения, загрязнения вод колодцев, а также подверженности поселений наводнениям. Согласно принятой методике исследования она включила рассмотрение экологического состояния применительно к поселениям различной величины, ландшафтной приуроченности и районной принадлежности (пространственные особенности).

Теоретико-методологической основой проведенной работы послужили идеи и принципы геоэкологического подхода к изучению взаимодействия населенного пункта и природной среды, отраженные в концепции природно-технической системы (В.С. Преображенский, А.Ю., К.Н. Дьяконов и др.) [1–3]. Ранее ландшафтный и геоэкологический подходы в изучении системы сельского расселения применяли в своих работах О.О. Раскопин, И.В. Волошенко, М.Н. Куница, С.В. Панков и др. [4–7].

Для обеспечения полноты оценки проблем использовались абсолютные и относительные показатели. В первом случае они отражают распределение каждой из проблем по поселениям различной величины и ландшафтной приуроченности, во втором – степень ее проявления в поселениях определенной величины и ландшафтного типа.

Сельские поселения различной величины. Распределение всех рассматриваемых проблем по сельским поселениям различной величины происходит в одинаковой последовательности. В порядке убывания образуется следующий их ряд: малые – средние – большие – крупные. Такая последовательность соответствует изменению общего числа поселений различной величины в области.

По отношению к отдельным проблемам особенно велико значение малых поселений касательно проблем деградации лугов, радиационного загрязнения, химического загрязнения вод колодцев, а также дегумификации почв. Их доля в общем числе поселений, которым присущи данные проблемы, составляет, соответственно, 85 %, 73, 73 и 71 %. По проблеме подверженности наводнениям доля малых поселений снижается, а средних, больших и крупных повышается. Однако и в этом случае на первые приходится половина от общего числа поселений, испытывающих подтопление.

Оценка экологической напряженности по каждой из проблем применительно к поселениям различной величины выполнялась, исходя из доли таковых, которым данная проблема присуща, в общем количестве поселений рассматриваемой величины. Для всех проблем принята единая оценочная шкала с выделением четырех ступеней: низкая напряженность – наличие проблемы у 10 % поселений, относительно низкая – 10,1–20; средняя – 20,1–50; высокая – более 50 %.

Для оценки экологической напряженности *по проблеме радиационного загрязнения* взят показатель удельного веса населенных пунктов, загрязненных радионуклидами. Данному загрязнению подвержено более 50 % малых населенных пунктов, экологическая напряженность в этой их категории будет определяться как высокая. В остальных трех категориях поселений подобная доля колеблется в пределах от 37 до 48 %, что характеризует среднюю степень экологической напряженности. В целом для всех поселений она также будет средней.

В качестве показателя оценки экологической напряженности *по загрязнению питьевых вод колодцев* использован удельный вес поселений с менее защищенными грунтовыми водами. Согласно приведенным его величинам, в малых, средних и больших поселениях, а также в целом по данной проблеме экологическая напряженность является средней, в крупных – относительно низкой.

Проблема подверженности наводнениям характеризуется показателем удельного веса подтапливаемых населенных пунктов. Этот показатель колеблется от 5,2 % в малых населенных пунктов до 18,9 % в больших, что является основанием для следующей оценки экологической напряженности по данной проблеме: низкая в малых и крупных поселениях; относительно низкая в средних и больших; низкая для всех категорий.

Опасность дегумификации почв связана с их гранулометрическим составом. Оценка экологической напряженности проведена на основании данных об удельном весе населенных пунктов с песчаными почвами. Такие почвы преобладают в малых, средних и больших сельских поселениях, в связи с чем в этих их категориях, а также в целом будет фиксироваться высокая экологическая напряженность по указанной проблеме и только в крупных поселениях – средняя.

Опасность деградации луговой растительности оценивалась на основании данных об отсутствии в сельских населенных пунктах ферм КРС. Самый высокий показатель имеет место в малых сельских поселениях – 89 %, что соответствует высокой степени экологической напряженности. В средних, больших и крупных он находится в пределах 26–44 % – средняя степень и в целом – высокая степень.

Из приведенной оценки экологической напряженности в сельских поселениях различной величины следует, что изменение ее степени является сходным с приведенным выше их распределением по наличию экологических проблем. В обоих случаях самые высокие значения соответствующих показателей отмечаются у малых поселений, самые низкие – у крупных, следовательно, первые будут характеризоваться наименее, вторые – наиболее благоприятной экологической ситуацией.

Сельские поселения различной ландшафтной приуроченности. Для оценки распределения сельских населенных пунктов, имеющих экологические проблемы, по различным типам ландшафтов, а также экологической напряженности в пределах каждого из этих типов использованы показатели, аналогичные таковым при проведении оценки по их величине. Рассматривались те же 5 проблем применительно к поселениям возвышенных, средневысотных и низинных ландшафтов.

Опасность дегумификации почв практически в равной степени характерна для поселений низинных и средневысотных ландшафтов (48,6 и 49,6 % соответственно). Проблема деградации лугов проявляется преимущественно на прилегающих к поселениям территориях средневысотных ландшафтов (52,5 %). В перечне сельских поселений, загрязненных радионуклидами более 2/3 размещается в пределах средневысотных ландшафтов. Проблемы питьевых вод и наводнений в большей мере проявляются в поселениях низинных ландшафтов, на долю которых приходится 63 и 86 % от общего числа поселений, которым присущи эти проблемы. Удельный вес поселений возвышенных ландшафтов по каждой из проблем не превышает 2,6 %.

Экологическая напряженность в сельских поселениях, относящихся к различным группам ландшафтов, имеет свои особенности, связанные с интенсивностью ее проявления по каждой из проблем. В поселениях возвышенных ландшафтов она снижается от радиационного загрязнения (средняя степень напряженности) к загрязнению питьевых вод колодцев и подтоплению в результате наводнений (низкая степень в обоих случаях).

Для сельских поселений средневысотных ландшафтов неблагоприятные экологические условия определяет, прежде всего, проблема радиационного загрязнения (высокая экологическая напряженность), в меньшей степени проявляется проблема загрязнения вод колодцев (относительно низкая экологическая напряженность) и проблема подтопления в результате наводнений (низкая экологическая напряженность).

В населенных пунктах низинных ландшафтов на первое место выходит проблема загрязнения питьевых вод колодцев (высокая экологическая напряженность), далее следует проблема радиационного загрязнения (средняя экологическая напряженность). Проблема подтопления в результате наводнений имеет низкую степень экологической напряженности.

Проблемы дегумификации почв и деградации луговой растительности отличаются высокой степенью напряженности для сельских поселений, расположенных во всех группах ландшафтов. В целом, исходя из различий в указанной степени по отношению ко всему набору проблем, менее благоприятная экологическая ситуация будет характерна для поселений низинных ландшафтов, более благоприятная – возвышенных.

Пространственные особенности экологического состояния сельских поселений. Для выявления пространственных особенностей экологического состояния сельских поселений выполнена интегральная оценка рассматриваемых групп проблем применительно к административным районам. С этой целью использованы приведенные в предыдущих разделах оценочные баллы по каждой из них, которые отражают долю поселений, которым присущи те или иные проблемы с учетом их интенсивности. Ориентация в данном случае на баллы, а не индексы является оправданной, поскольку одинаковые индексы имеют различный вес в зависимости от величины баллов, на основе которых они рассчитываются.

Обобщающие баллы по каждой из групп проблем получены исходя из расчетов отношений сумм баллов к количеству оцениваемых проблем. Их значения по районам Гомельской области применительно к группе проблем загрязнения окружающей среды изменяются в пределах 0,14–0,65. Определяющий вклад в обобщающий балл вносят проблемы радиационного загрязнения и химического загрязнения вод колодцев.

Опираясь на значения обобщающих баллов, проведено ранжирование районов по степени экологической напряженности, связанной с состоянием окружающей среды в сельских поселениях. Принята следующая шкала: низкая степень напряженности – величина балла 0,20 и меньше; относительно низкая – 0,21–0,40; средняя – 0,41–0,60; высокая – более 0,60.

Высокая экологическая напряженность фиксируется в сельских населенных пунктах двух районов: Ельского и Наровлянского, где имеет место сочетание повышенных уровней радиоактивного загрязнения территории с химическим загрязнением вод колодцев (рисунок 4.39). Средняя степень экологической напряженности характерна для семи районов: Лельчицкого, Мозырского, Хойникского, Брагинского, Кормянского, Чечерского и Ветковского. Все они относятся к районам, наиболее пострадавшие от аварии на ЧАЭС. Для Лельчицкого района сравнительно более значимой является также проблема подтопления поселений, а Мозырского – загрязнения вод колодцев.

Относительно низкая экологическая напряженность отмечается в десяти районах: Житковичском, Петриковском, Калинковичском, Речицком, Лоевском, Гомельском, Добрушском, Буда-Кошелевском, Жлобинском и Рогачевском. В них проявляется более высокая значимость только одной из рассматриваемых проблем, либо интенсивность всех трех из них ниже средних значений по области.

Самые низкие показатели экологической напряженности наблюдаются в двух районах: Октябрьском и Светлогорском. В них не имеется поселений, подверженных радиоактивному загрязнению, также не отличается большой величиной интенсивность других проблем.

В пространственном распределении рассматриваемой группы проблем на территории Гомельской области выделяются 2 крупных ареала их повышенной интенсивности. Один из них располагается в ее южной части, второй – в восточной, что в целом соответствует плотности радиоактивного загрязнения территории. В северном направлении и центральной части состояние окружающей среды сельских поселений улучшается.

Оценка опасности дегумификации почв приусадебных земель и деградация луговой растительности вблизи сельских поселений характеризует условия природопользования в них. Интегральный для этих двух проблем показатель рассчитан по аналогии с таковым, по отношению к состоянию окружающей среды. Его величина по районам колеблется в диапазоне 0,39–0,84 балла.

Более значимый вклад в указанную интегральную оценку вносит проблема деградации лугов. Значение отражающего ее среднего балла выше такового дегумификации почв, также оно выше у большинства (двенадцати) районов.

Для ранжирования районов по экологической напряженности применительно к рассматриваемой группе проблем принята своя шкала: низкая степень – 0,60 и менее баллов, относительно низкая – 0,61–0,70, средняя – 0,71–0,80, высокая – более 0,80.

Высокая экологическая напряженность, вызванная снижением потенциала природных ресурсов и соответствующим ухудшением условий природопользования в сельских поселениях, отмечается в трех районах: Петриковском, Мозырском и Ельском. Основной причиной этого является повышенная опасность дегумификации почв из-за преобладания песчаных почв и низкого поголовья КРС в хозяйствах населения.

Средняя экологическая напряженность характерна для 11 районов: Лельчицкого, Житковичского, Октябрьского, Калинковичского, Светлогорского, Речицкого, Лоевского, Чечерского и Ветковского. Относительно низкая ее степень наблюдается в двух районах: Рогачевском и Буда-Кошелевском, где на первое место выходит проблема деградации лугов. Наиболее благоприятные условия по сочетанию обеих проблем (низкая экологическая напряженность) имеют 5 районов – Хойникский, Брагинский, Гомельский, Добрушский и Ельский.

В пространственном распределении группы проблем, связанных со снижением потенциала природных ресурсов сельских поселений, в большей степени проявляется влияние природно-ландшафтных условий территории, нежели рассмотренной выше их группы, касающейся загрязнения окружающей среды. В соответствии с улучшением этих условий в направлении с запада на восток, прослеживается и общее уменьшение экологической напряженности по состоянию данного потенциала.

По сочетанию обеих групп проблем наиболее сложной ситуацией выделяется юго-западная часть области, которая приходится на правобережье р. Припять. Расположенные в ее пределах районы характеризуются высокой или средней степенью экологической напряженности применительно к каждой из них.

Список литературы

- 1 Природа, техника, геотехнические системы / Отв. ред. В. С. Преображенский. – М.: Наука, 1978. – 151 с.
- 2 Геоэкологические основы территориального проектирования и планирования. / Отв. ред. В. С. Преображенский, Т. Д. Александрова. – М.: Наука, 1989. – 144 с.
- 3 Дьяконов, К. Н. Экологическое проектирование и экспертиза / К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 384 с.
- 4 Раскопин, А. О. Сельское расселение и экология / А. О. Раскопин. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 1998. – 124 с.

5 Волошенко, Е. В. К вопросу взаимодействия ландшафтов и сельского расселения южной части северо-запада РСФСР / Е. В. Волошенко // Вестник ЛГУ. Серия: Геология. География. – 1977. – № 24. – С. 93–99.

6 Куница, М. Н. Природно-селитебные отношения в регионе : процессы и функции / М. Н. Куница // Вестник Брянского государственного университета. – 2012. – № 4–2. – С. 171–175.

7 Панков, С. В. Процесс формирования и ландшафтная структура сельских сели-тебных комплексов Тамбовской области / С. В. Панков. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2007. – 197 с.

M. I. STRUK¹, T. G. FLERKO²

INTEGRATED ASSESSMENT OF THE GEOECOLOGICAL CONDITION OF RURAL SETTLEMENTS IN THE GOMEL REGION

*¹Institute of Nature Management of Belorussian NAS,
Minsk, Republic of Belarus,
struk-17@mail.ru,*

*²Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
tflerco@mail.ru*

The results of an integrated assessment of the geoecological condition of rural settlements in the Gomel region are presented. Two groups of priority environmental problems of rural settlements have been identified, related to the reduction of the potential of natural resources and environmental pollution. The assessment was carried out for settlements of various sizes, landscape location and district affiliation.

Key words. Rural settlements, rural settlement system, settlement size, landscapes, integrated assessment.

Н. А. СУГАКО

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»,
г. Минск, Республика Беларусь,
sugako@bsuir.by*

Статья посвящена вопросам реализации демографической политики в Республике Беларусь. Анализируются основные законодательные акты, национальные и государственные программы, направленные на решение демографических проблем.

Ключевые слова: демография, демографическая политика, государственное регулирование демографических процессов, государственная программа.

Демографическая политика представляет собой целенаправленную деятельность по регулированию состояния человеческих ресурсов. Она касается вопросов численности, возраста, образования, доходов, профессионального и других показателей народонаселения. В реализации данной политики можно выделить три уровня: глобальный, региональный и местный. Глобальные демографические процессы затрагивают все человечество. Вместе с тем демографические особенности есть в каждом регионе и стране. Для демографической ситуации Республики Беларусь характерно существование проблем, актуальных для значительной части развитых стран мира. Это естественная убыль населения и его старение, миграционные процессы. При этом количество женщин превышает мужское население, сокращается доля молодежи, проявляется кризис семейных отношений (увеличивается количество разводов), наблюдается сокращение доли сельского населения [1]. Осознавая важность демографических проблем государство с 1990-х гг. предпринимает меры, направленные на их решение, формирование позитивного отношения к браку, материнству и детству, семейным ценностям.

Государственное регулирование демографических процессов – это особая система способов и мер государственного воздействия на демографические процессы посредством законодательных, правовых и иных механизмов. Объектом демографической политики может являться население страны, региона и отдельная социально-демографическая группа. Регулирование демографических процессов в Республике Беларусь в пределах своей компетенции осуществляют Совет Министров, Министерство статистики и анализа, Министерство труда и социальной защиты, органы местного управления и самоуправления. С 1995 г. при Совете Министров действует Национальный комитет по народонаселению. Он осуществляет мониторинг демографических процессов и представляет доклады о социально-демографической ситуации [2, с. 107–108].

За время существования суверенной Республики Беларусь разработана нормативная база и реализована система мер в области демографии. В частности, в 1998 г. была принята Концепция государственной демографической политики и Основные направления реализации демографической политики с учетом устойчивого развития экономики в переходный период. В 2001 г. вопросы обеспечения демографической безопасности включены в Концепцию национальной безопасности Республики Беларусь. В 2010 г. она была обновлена, а демографическая сфера здесь представлена отдельным блоком. В 2002 г. был издан Закон «О демографической безопасности». Поправки в него вносились в 2009 и 2018 гг. [3]. Были реализованы две Национальные программы демографической безопасности Республики Беларусь, рассчитанные на 2007 – 2010 и 2011–2015 годы. Документы предусматривали реализацию комплекса мер, направленных на стабилизацию демографической ситуации

и создание предпосылок для дальнейшего демографического подъема. Государственная политика была направлена на стимулирование рождаемости, сокращение социального сиротства, улучшение репродуктивного здоровья, снижение уровня общей смертности населения, увеличение ожидаемой продолжительности жизни и улучшение качества жизни пациентов с хроническими заболеваниями и инвалидов, регулирование миграционных процессов с учетом национальных интересов. Предпринимаемые меры были направлены на стабилизацию демографической ситуации, создание предпосылок для дальнейшего демографического подъема. Проводимая политика дала свои результаты, отмечался рост рождаемости и снижение уровня смертности.

В дальнейшем была принята Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016 – 2020 гг. Ее содержание соответствовало приоритетным направлениям развития государства. Целями реализации данного документа являлись стабилизация численности населения и увеличение ожидаемой продолжительности жизни. Программа состояла из 7 подпрограмм («Семья и детство»; «Профилактика и контроль неинфекционных заболеваний»; «Предупреждение и преодоление пьянства и алкоголизма»; «Туберкулез»; «Профилактика ВИЧ-инфекции»; «Внешняя миграция»; «Обеспечение функционирования системы здравоохранения Республики Беларусь»), каждая из которых включает определенные задачи и мероприятия. Реализация программы «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016 – 2020 гг. предусматривала достижение к 2020 г. целого ряда демографических показателей. В частности, увеличение ожидаемой продолжительности жизни, снижение младенческой и детской смертности, увеличение суммарного коэффициента рождаемости и др. [4]. Большинство из запланированных показателей были достигнуты. Вместе с тем демографическая ситуация в Республике Беларусь остается не простой. Для ее улучшения, создания условий для перехода к демографическому подъему, дальнейшей реализации государственной демографической политики была принята Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы. Ее основной целью является создание условий для улучшения здоровья населения, повышения качества и доступности услуг системы здравоохранения. Государственная программа включает 6 подпрограмм: «Семья и детство», «Профилактика и контроль неинфекционных заболеваний», «Предупреждение и преодоление пьянства и алкоголизма, охрана психического здоровья», «Противодействие распространению туберкулеза», «Профилактика ВИЧ-инфекции», «Обеспечение функционирования системы здравоохранения Республики Беларусь». В соответствии с документом государственная демографическая политика в предстоящие пять лет будет направлена на поддержку семей с детьми, развитие системы доступного охвата населения услугами первичной медицинской помощи, снижение преждевременной смертности, снижение уровня негативных социальных и экономических последствий пьянства, алкоголизма и наркомании, охрану психического здоровья и снижение уровня суицидов [5].

В 2020 г. была принята Национальная стратегия «Активное долголетие – 2030». Она рассчитана на период до 2030. Принятие данного документа обусловлено процессом старения населения Беларуси. В соответствии с прогнозами к 2030 г. доля пожилых граждан будет составлять более 20%. Это увеличивает риски и вызовы для государства. К их числу относятся: сокращение трудоспособного населения, рост нагрузки на пенсионную систему и здравоохранение, обеспечение квалифицированными кадрами рынка труда. Национальная стратегия «Активное долголетие – 2030» направлена на создание условий для развития потенциала пожилых граждан, реализацию их возможностей, повышение качества жизни, включенность в жизнь общества [6].

25 апреля 2024 г. решением Всебелорусского народного собрания была утверждена Концепция национальной безопасности Республики Беларусь. Этот документ имеет концептуальное значение и отражает подходы страны к обеспечению своей безопасности. В нем уделено внимание и вопросам демографической безопасности. В соответствии

с документом основными демографическими угрозами в стране являются депопуляция, старение населения, снижение уровня рождаемости, сокращение продолжительности жизни, кризис института традиционной семьи, сложность миграционных процессов. Демографические проблемы отнесены к числу внутренних источников угроз. Для их нейтрализации в Концепции национальной безопасности предлагается проведение политики, направленной на стимулирование рождаемости, снижение смертности, увеличение продолжительности жизни населения, охрану семьи, материнства и детства. Для защиты от внешних угроз необходима оптимизация миграционных процессов [7].

Таким образом, в Республике Беларусь в сфере демографической политики сформирована законодательная база и предпринимается целый комплекс мер, направленных на решение существующих демографических проблем, создание условий для постепенного перехода от демографического спада к стабилизации, а в будущем и к демографическому подъему.

Список литературы

1 Хацкевич, Г.А. Демографический прогноз и миграционная политика в Республике Беларусь: проблемы и перспективы / Г.А. Хацкевич, Н.Г. Забродская // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. научн. ст. – Минск. Институт бизнеса БГУ. – 2018. – № 2 – С. 19-28.

2 Государственная политика и управление: учебное пособие / С.В. Решетников [и др.]; под ред. С.В. Решетникова. – Минск: РИВШ, 2013. – 180 с.

3 О демографической безопасности Республики Беларусь : Закон Республики Беларусь 04.01.2002 № 80-З в редакции от 20.12.2018 № 91-З [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://world_of_law.pravo.by/text.asp?RN=N10200080. – Дата доступа: 15.02.2024.

4 Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2016–2020 годы : постановление Совета Министров Республики Беларусь, 14.03.2016, № 200 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21600200&p1=1>. – Дата доступа : 07.02.2024.

5 Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Республики Беларусь 19.01.2021, № 28 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/letter/22100028_1611349200.pdf. – Дата доступа : 07.02.2024.

6 Национальная стратегия «Активное долголетие – 2030» : постановление Совета Министров Республики Беларусь от 03.12.2020 № 693 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22000693>. – Дата доступа : 30.04.2024.

7 Концепция национальной безопасности Республики Беларусь : решение Всебелорусского народного собрания 25.04.2024 № 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P924v0005>. – Дата доступа : 30.04.2024.

N. A. SUGAKO

THE MAIN DIRECTIONS OF DEMOGRAPHIC POLICY IN THE REPUBLIC OF BELARUS

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus,
sugako@bsuir.by*

The article is devoted to the implementation of demographic policy in the Republic of Belarus. The main legislative acts, national and state programs aimed at solving demographic problems are analyzed.

Key words: demography, demographic policy, state regulation of demographic processes, state program.

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ
И СРОКИ ПОЛОВОДЬЯ РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА В БЕЛАРУСИ**

Белорусский государственный университет,

г. Минск, Республика Беларусь,

¹dedshliagerzniasvizha@gmail.com,

²geoivanov@mail.ru

Рассмотрены колебания сроков и продолжительности весеннего половодья на реке Западная Двина в условиях потепления климата. Анализируются пики половодья и причины их обуславливающие.

Ключевые слова: Западная Двина, изменение климата, продолжительность половодья, пик половодья.

Западная Двина является одной из крупнейших рек Балтийского бассейна на территории страны. Являясь транзитной рекой, она активно используется для водоснабжения, гидроэнергетики и судоходства. Интенсивное использование водных ресурсов требует регулярного мониторинга и оценки гидрологического режима. При этом изучение весеннего половодья играет ключевую роль в прогнозировании потенциальных угроз наводнений и обеспечении эффективного управления водными ресурсами.

При изучении динамики уровневого режима р. Зап. Двина использовались многолетние данные Государственного водного кадастра, предоставленные Белгидрометом за период 1980–2022 гг. [1], отражающие колебания уровневого режима в пределах гидропостов: Сураж (73111), Витебск (73115), Улла (73119), Полоцк (73122), Верхнедвинск (73131) [2, 3]. Выбор интервала исследования определяется началом положительных отклонений среднегодовой температуры воздуха в Беларуси от климатической нормы с 1989 года.

Изучались сроки начала, окончания и продолжительности половодья. В ходе исследования выявлена тенденция смещения времени начала половодья с последней декады марта на первую (рисунок 1). Анализ сроков половодья по десятилетним срезам показал, что средняя дата начала половодья за 1980–1989 гг. (до начала потепления) – 23 марта, за период 1990–1999 гг. – 14 марта, 2000–2009 гг. – 20 марта, 2010–2019 гг. – 12 марта, 2020–2022 гг. – 2 марта. Таким образом, сроки начала половодья к настоящему времени сместились более чем на 20 дней, а средняя дата начала половодья за период потепления переместилась на 10 марта.

Отмечается практически одновременное начало половодья на протяжении всей реки в пределах Беларуси. Ранние даты начала подъема, за период 1980–1989 гг., отличались от средних на 24 дня, а поздние – на 10 дней. За 1990–2022 гг. – эти показатели составили соответственно 14 и 17 дней. Средняя разница дат наступления половодья между постом Сураж и Верхнедвинск до потепления составляла 5 суток, а за период потепления снизилась до 3 суток (рисунок 1).

Существенно изменились и средние сроки окончания половодья, сместившись на более ранние даты: с последней декады мая на вторую в верхнем течении (пост Сураж), и со второй декады июня на первую в нижнем течении (пост Верхнедвинск). За последние пять лет конец половодья фиксировался во второй и третьей декадах мая на всем исследуемом участке. В отдельные годы за период потепления отмечалась значительные разбежки между датами окончания половодья по гидропостам Сураж и Верхнедвинск: в 1994 г. она была минимальной – 21 день, а в 2005 г. достигла максимума (51 день).

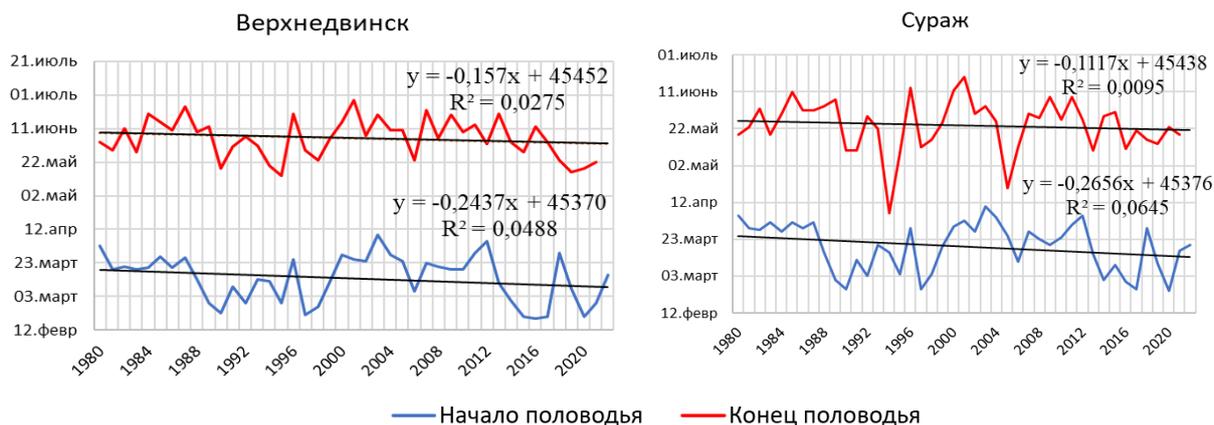


Рисунок 1 – Даты начала и окончания половодья в створе гидропоста Верхнедвинск и Сураж за период 1980–2022 гг. (построено по данным [1])

За счет смещения сроков (начало – окончание) половодья произошло увеличение его продолжительности. Особенно отчетливо эту динамику отражает анализ продолжительности половодья по 10-ти летним срезам (рисунок 2). При этом, в верхнем течении продолжительность половодья более значительна, чем в нижнем (см. рисунок 1). По отношению к базовому периоду (1980-1989 гг.) средняя продолжительность половодья в створе поста Сураж увеличилась с 65 до 73 дней – в 2010-2019 гг., а для поста Верхнедвинск – соответственно с 76 до 84 дней.

Причиной смещения дат половодья и увеличения его продолжительности явилось учащение повторяемости зимних оттепелей, вследствие потепления климата, а также введение в эксплуатацию в 2017 г. Витебской ГЭС, что способствовало усилению зарегулированности стока и растянутости половодья во времени.

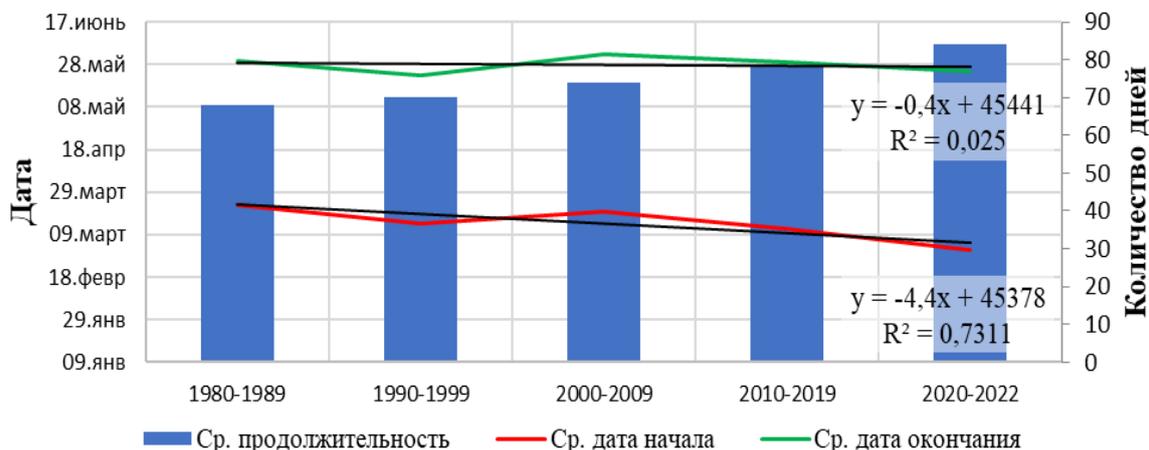


Рисунок 2 – Усреднённые даты начала и окончания половодья и его продолжительность по десятилетним срезам (построено по данным [1])

Эти же причины отразились и на сроках пика половодья. Увеличение продолжительности половодья, в сумме с влиянием Витебской и Полоцкой ГЭС, привело к смещению дат пика половодья, в среднем, на одну декаду. Самые поздние сроки пиков весеннего половодья за базовый период отмечались в середине апреля, а наиболее ранние – в первой половине марта (рисунок 3). За период потепления самые поздние даты пика

половодья сместились на вторую половину мая. Наиболее отчетливо это начинает проявляться от поста Витебск, и далее вниз по течению это смещение только возрастает. При этом происходит рост амплитуды дат между пиками половодья, особенно ярко это проявляется, начиная с 1994 года.

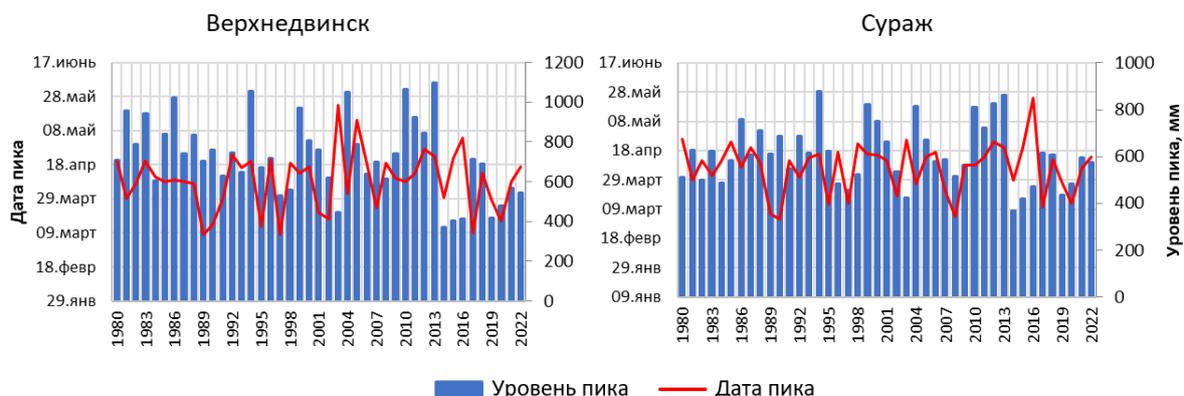


Рисунок 3 – Даты и уровни пика половодья в створе гидропоста Верхнедвинск и Сураж за период 1980–2022 гг. (построено по данным [1])

Ещё одним результатом увеличения продолжительности весеннего половодья является снижение уровня (высоты) пика. Тенденция к снижению пика объясняется участвовавшими зимними оттепелями, приводящих к снижению среднего уровня половодья в целом за счёт перераспределения части талых вод на более ранние даты. Усреднённый уровень пика половодья по десятилетним срезам составляет: 1980–1989 гг. – 668 мм, 1990–1999 гг. – 686 мм, 2000–2009 гг. – 681 мм, 2010–2019 гг. – 675 мм.

Таким образом, за период потепления, вследствие участвовавших зимних оттепелей и активного техногенного воздействия – работа Витебской и Полоцкой ГЭС, происходит существенное смещение сроков и увеличение продолжительности весеннего половодья на реке Западная Двина. При этом, наиболее существенно (более чем на 2 декады) смещаются на более ранние сроки даты начала половодья при относительно небольшом смещении сроков его завершения. Смещение сроков половодья отразилось на его продолжительности, которая за период потепления увеличилась на 8 дней.

Список литературы

1 Государственный водный кадастр [Информационный ресурс]: Данные о режиме и ресурсах поверхностных вод Республики Беларусь, № свидет-ва 0870100020 / Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – Минск, дата изменения 03.04.2022

2 Иванов, Д.Л. Состояние системы контроля качества поверхностных вод в Республике Беларусь / Д.Л. Иванов // Материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых «Молодежь и инновации – 2020», посвящ. 180-летию УО БГСХА: в 2 ч. Ч. 2 / редкол.: В.В. Великанов (гл. ред.) [и др.]. Горки, БГСХА, 2021. С. 86-91.

3 Иванов, Д.Л., Ивашко, Е.А. Сеть мониторинга поверхностных вод бассейна Днепра в системе контроля качества вод в Республике Беларусь / Д.Л. Иванов, Е.А. Ивашко // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды. Материалы VI Междунар. науч.-практич. конф. (Гомель, 2–3 июня 2022 года) - Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. С. 47–50.

V. A. TYMOSHENKO¹, D. L. IVANOV²

**IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE DURATION AND TIMING OF FLOODS
OF THE WESTERN DVINA RIVER IN BELARUS**

*Belarusian State University
Minsk, Republic of Belarus,
¹dedshliagerzniasvizha@gmail.com,
²geoivanov@mail.ru*

Fluctuations in the timing and duration of spring floods on the Western Dvina River in conditions of climate warming are considered. Peaks of floods and their causes are analyzed.

Key words: Western Dvina, climate change, duration of flood, peak flood.

М. С. ТОМАШ

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

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

В статье автором приведена характеристика водохранилищ Гомельской области. Проведена оценка степени использования водохранилищ региона в целях рекреации, а также для определения целесообразности развития туризма отдыха на акваториях. Рассчитана допустимая рекреационная нагрузка на искусственные водоемы области.

Ключевые слова: Гомельская область, водохранилище, район, рекреация, оценка.

Гомельская область – административная единица на юго-востоке Беларуси, занимающая площадь в 40,4 тыс. км², или 19,5 % площади страны. Хозяйственная деятельность привела к созданию многочисленных прудов, водохранилищ, каналов и канав, которые существенно изменили гидросеть и увеличили водную поверхность [1].

Как известно, речная сеть Гомельской области относится к бассейну Черного моря. Основу сети образует река Днепр с основными притоками: Припять, Сож и Березина. Всего же по территории области протекают 29 рек, имеющих длину более 50 км.

В настоящий момент в Гомельской области организованы 22 водохранилища. Самое крупное из них – Светлогорское, с объемом более 64,4 млн. м³ (рисунок 1).

Общая площадь водохранилищ области 42,5 км² с полным объемом более 158 млн. м³. В зависимости от распределения и морфометрии котловин выделяются 3 типа водохранилищ: поозерный, центральных водораздельных возвышенностей и полесских равнин. В Гомельской области преобладают водохранилища третьего типа, и для них характерно наибольшее затопление при низких поймах [1].

Все водохранилища Гомельщины делятся на 2 типа: речные и наливные. Речные водохранилища образуются водоподпорными сооружениями в долинах рек (Великоборское, Княжеборьевское и др.). Наливные водохранилища строятся на мелиорируемых землях, и вода в них подается с помощью насосов (Светлогорское, Днепровско-Брагинское и др.).

По морфометрическим показателям водохранилища Гомельской области относятся к числу небольших (объем воды 10 – 100 млн. м³, площадь 3 – 25 км²) и малых (объем менее 10 млн. м³, площадь менее 3 км²). Почти все водохранилища области относятся к малым, и только Светлогорское и Днепровско-Брагинское являются по морфологическим показателям небольшими.

Все водохранилища имеют сезонное регулирование стока. Амплитуда колебаний уровня в них иногда достигает пяти метров. В термическом режиме в них выделяются периоды нагрева (конец марта – конец августа), охлаждения (сентябрь – конец ноября) и зимнего режима (декабрь – март). Средняя температура воды в августе около 20 °С, зимой в придонных слоях вода охлаждается до 1,5 °С. Продолжительность ледостава более 120 суток. По величине минерализации, которая зависит от распаханности и загрязненности водосбора водохранилища относятся к числу средне – и высокоминерализованных (до 500 мг/л). В таблице 1 представлены водохранилища региона, наиболее пользующиеся спросом у жителей области [1].



Рисунок 1 – Водохранилища Гомельской области

Таблица 1 – Морфометрические характеристики водохранилищ Гомельской области

Название	Длина, км	Ширина, км	Глубина, м	Площадь зеркала, км ² /га	Протяженность береговой линии, км	Объем, млн м ³
Автюки	0,9	0,84	4,3	0,6/60	5,6	1,9
Бобруйковское	3,3	0,6	3,0	1,2/120	5,0	1,8
Княжеборьевское	4,2	0,61	4,3	1,4/140	9,8	2,3
Лешнянское	2,1	0,6	5,5	0,6/60	5,0	1,8
Меркуловичи	2,75	0,62	2,75	0,8/80	8,2	1,0
Михайловское	2,6	2,0	7,2	2,4/240	7,5	11,02
Михедовичи	1,16	0,78	4,24	0,51/510	4,8	1,8
Млынок	1,9	0,96	5,3	1,48/148	6,4	6,14
Светлогорское	6,6	3,15	5,1	14,37/1437	16,6	64,73
Свеча	1,13	1,0	3,0	0,78/78	7,3	1,8
Свидное	2,8	2,0	3,4	2,2/220	6,5	5,7
Судково (Паташня)	1,25	1,1	4,25	1,0/100	9,0	3,0
Чечера	3,0	0,27	3,0	0,8/80	8,0	1,2

По данным из таблицы 1 можно судить о том, что в области преобладают небольшие водохранилища, площадью до одного квадратного километра, глубиной до 5 метров и суммарным объемом меньше 2 млн. м³. Тем не менее это позволяет судить об их перспективности с точки зрения использования в рекреации [1].

Рекреационное освоение водохранилищ происходит стихийно, поэтому многие практические вопросы, связанные с рекреацией, оказались слабо разработанными в связи, с чем автором приводится описание наиболее востребованных у населения водохранилищ.

Водохранилище Автюки построено в 1980 году по проекту Полесьегипроводхоза у агрогородка Малые Автюки. Водоем наливной, сезонного регулирования, наполняется за счет стока реки Закованка. Находится на территории Калинковичского района, Гомельской области, в 12 км на восток от города Калинковичи. Здесь организовано промысловое рыболовство и (или) организация платного любительского рыболовства. Также вблизи водохранилища проходит ежегодный фестиваль юмора «Аутюкі».

Бобруйковское водохранилище, площадью в 1,2 га имеет максимальную глубину всего 3 метра. Правый берег высотой 5–6 метров, заросший красивым сосновым лесом. Высота левого берега иногда доходит до десяти метров, он частично заросший смешанным лесом, а также частично распахан. Водохранилище создано на реке Мытва, которая и протекает через озеро. Здесь в 2022 году проходил коммерческий карповый турнир «Спартанцы».

В двух километрах южнее, находится еще одно водохранилище, под названием Княжеборьевское. Правый берег частично заросший сосновым и дубовым лесом, также встречается густой кустарник. Левый берег в основном распахан. Княжеборьевское водохранилище создано на реке Млынок, которая протекает через озеро. Также в этот водоем впадает несколько каналов. Между двумя этими водохранилищами находится вытянутая деревня Княжеборье.

Водохранилище Млынок расположено в 10 км на юг от г.Житковичи. Купание в нем запрещено, однако оно является местом рыболовства у местного населения [1].

Самое большое в области Светлогорское водохранилище имеет размер 1440 км². Берега песчаные, покрыты луговой и кустарниковой растительностью, частично заболочены. Береговая линия сильно изрезана вдоль берега. Несмотря на отдаленность от цивилизации, этот водоем пользуется огромной популярностью у заядлых рыбаков и практически никогда не бывает пустым. Несмотря на большую площадь зеркала водохранилища, его максимальная глубина составляет всего 5,1 м.

Лешнянское водохранилище находится на территории Мозырского района Гомельской области, в 28 км на запад от города Мозырь. Водоем русловой, сезонного регулирования. Местные жители называют водохранилище озером. Купание в водоеме запрещено, организовано платное любительское рыболовство.

Чечера – водохранилище, находящееся около деревни Выдрица. Создано в 1977 году путем возведения плотины в долине канализованного участка р. Дулепа для орошения и рекреации. Купание запрещено.

Михедовичи – расположено в Петриковском районе. Создано в 1980 году для сельскохозяйственного орошения и рыболовства.

Свеча – находится в Наровлянском районе 28 км. юго-западнее г.Наровля. Создано в 1981 года для аккумуляции стока весеннего половодья с дальнейшим использованием его для увлажнения осушенных земель, рыбоводства и водного благоустройства прилегающей территории.

Судково – создано в 1981 году в Хойникском районе для орошения сельскохозяйственных земель и рыбоводства.

Меркуловичи – возведено на р. Чечера в 1972 г. по проекту РУП «Белгипроводхоз» и предназначено для орошения земель, рыборазведения и культурно-бытовых нужд населения д. Меркуловичи [1].

Все водохранилища Гомельской области создавались для регулирования стока, водного благоустройства, водообеспечения населенных пунктов, орошения сельскохозяйственных земель, развития рыбного хозяйства, а также для водно-рекреационных целей. Большая часть водоемов активно используются населением для неорганизованного отдыха, что представляет угрозу для экологического состояния водоемов и может в конечном итоге привести к полной утере их эстетической и рекреационной привлекательности. Все это способствует резкому увеличению нерегулируемой рекреационной нагрузки на водохранилища области, представляющей угрозу их ускоренной деградации и исчезновения.

Расчеты рекреационной нагрузки проводились в соответствии с ЭКОНИП 17.06.08-003-2022, утвержденным 11.03.2022 г. Рекреационная инфраструктура организуется по результатам расчета допустимой рекреационной нагрузки на поверхностные водные объекты, которая определяется как сумма значений, рассчитанных для каждого из видов воздействий на поверхностные водные объекты, которые планируется осуществлять на территории благоустройства поверхностного водного объекта.

Оценка допустимой рекреационной нагрузки проводилась для наиболее популярных у местного населения водохранилищ Гомельской области в летний период. При ее расчете учитывались такие критерии, как: площадь озера и прибрежной зоны (га), климатический показатель – комфортная теплая солнечная погода, число отдыхающих за рекреационный сезон и продолжительность этого сезона [2]. Общая расчетная допустимая рекреационная нагрузка для контактных и бесконтактных видов (одновременно купание, принятие солнечных и воздушных ванн в пределах береговой линии) воздействий на поверхностные воды водоемов области представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Рекреационная нагрузка на искусственные водоемы Гомельской области, чел./га

Виды активности	Автюки	Бобруйковское	Княжеборьевское	Лешнянское	Меркуловичи	Михедовичи	Млынок	Светлогорское	Свеча	Судково	Чечера
На пляжах и воде (контактные и бесконтактные виды)	39 000	78 000	91 000	39 000	52 000	331 500	96 200	934 050	50 700	65 000	52 000
Рыбалка и прогулки	16	14	28	14	23	13	18	47	21	26	23
Принятие солнечных ванн	4 500	9 000	10 500	4 500	6 000	38 250	11 100	107 775	5 850	7 500	6 000
Общая нагрузка	43 516	87 014	101 528	43 514	58 023	369 763	107 318	1 041 872	56 571	72 526	58 023

Как показала практика, по санитарно-эпидемиологическим показателям вводился запрет на купание практически на всех водохранилищах Гомельской области в черте береговой линии из-за расположения в зоне радиационного загрязнения. Однако, в период высоких и экстремально высоких летних температур воздуха, значение водохранилищ как мест отдыха и купания значительно возрастает. Прибрежные ландшафты близлежащих от населенных пунктов водохранилищ подвергались массовому наплыву неорганизованных отдыхающих. Этому способствовала их транспортная доступность и высокий уровень автомобилизации населения [2].

Указанные выше факторы способствовали резкому увеличению нерегулируемой рекреационной нагрузки на водохранилища области, представляющей угрозу их ускоренной деградации и исчезновения, примером чего является Днепро-Брагинское водохранилище [1].

Результаты рекреационной оценки искусственных водоемов Гомельской области свидетельствуют о больших перспективах для развития купально-пляжного туризма в регионе. Высший балл по результатам оценки согласно выбранных критериев имеет Светлогорское водохранилище ввиду обширной площади зеркала, наибольшей протяженности береговой линии и удобной транспортной доступности. На базе искусственных водоемов создаются, как правило, рекреационные зоны местного значения. Практически все водохранилища Гомельской области имеют благоприятные условия для развития купально-пляжного и водноспортивного туризма. В этих зонах необходимо развивать пляжную инфраструктуру и улучшать сервис.

Таким образом, водохранилища Гомельской области имеют значение в рыболовстве, как частном, так и промышленном. Зоны рекреации вроде пляжей на них отсутствуют. Однако, данные расчетов свидетельствуют о перспективности использования водохранилищ для развития множества направлений внутреннего и внешнего туризма в Гомельской области. Для реализации этой цели необходимо привлечь инвестиции и создать заинтересованность туристических фирм в развитии купально-пляжного отдыха в стране. Привлечь финансирование со стороны государства и направить его на расширение гостиничного фонда, обеспечение быстрого доступа к местам рекреации, создание и улучшение агроусадеб и туристических баз, в том числе с обустроенными пляжами.

Список литературы

1 Томаш, М.С. Современное состояние водохранилищ Гомельской области / М.С.Томаш // Экология, рациональное природопользование и охрана окружающей среды: сборник статей по материалам XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых. – Красноярск: филиал СибГУ в г. Лесосибирске, 2021. – С. 277-280.

2 ЭкоНиП 17.06.08-003-2022 «Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Требования по содержанию поверхностных водных объектов в надлежащем состоянии и их благоустройству». – Минск, 2022. – 40 с.

M. S. TOMASH

ASSESSMENT OF RECREATIONAL RESOURCES OF RESERVOIRS GOMEL REGION

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

In the article, the author describes the reservoirs of the Gomel region. An assessment was made of the degree of use of the region's reservoirs for recreational purposes, as well as to determine the feasibility of developing recreational tourism in the waters. The permissible recreational load on artificial reservoirs of the region is calculated.

Key words: Gomel region, reservoir, district, recreation, assessment.

М. В. УШАКОВ

**ДОЛИ СТОКА С ТЕРРИТОРИЙ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В СУММАРНОМ ГОДОВОМ СТОКЕ РЕКИ КОЛЫМЫ**

*ФГБУН «Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт
им. Н. А. Шило Дальневосточного отделения РАН»,
г. Магадан, Российская Федерация,
mvilorich@narod.ru*

Бассейн р. Колымы частично занимает Хабаровский край, Магаданскую область, Чукотский автономный округ и Республику Саха (Якутию). При помощи формулы редукции и современной карты модуля годового стока определены нормы стока с территорий вышеуказанных субъектов Российской Федерации, образующих обший сток р. Колымы.

Ключевые слова: бассейн Колымы, речной сток, водные ресурсы, редукция модуля стока

Вопросам распределения водных ресурсов трансграничных рек посвящено множество исследований, например, [1; 2; 5].

В работе [3] дана количественная оценка ресурсов речных вод Магаданской области (таблица 1). В работе [4] по данным до 2017 г. построена карта распределения модуля годового стока рек, впадающих в арктические моря: Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское (рисунок 1).

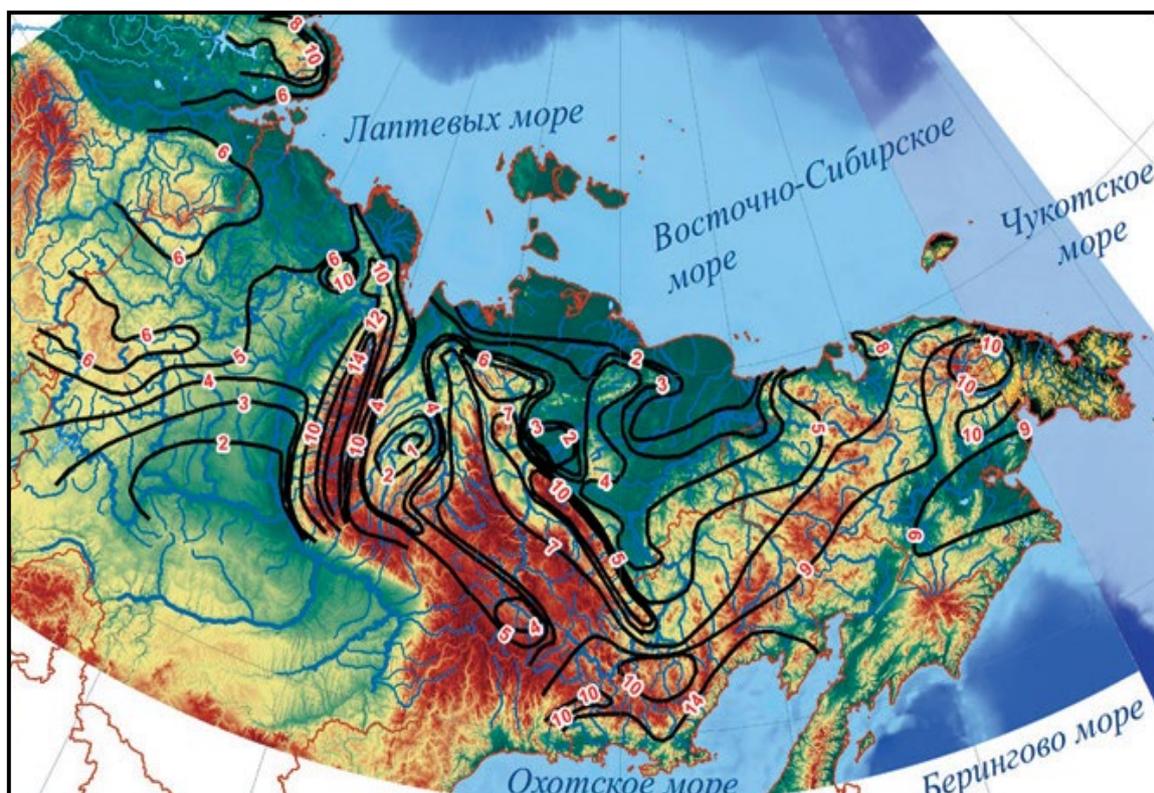


Рисунок 1 – Карта модуля годового стока по данным до 2017 г. [4]

Таблица 1 – Ресурсы речных вод Магаданской области [3]

Отток речных вод		Приток речных вод		Местный сток рек		Водообеспеченность, тыс. м ³ /год на 1 км ²	
км ³ /год	доля от общих ресурсов, %	км ³ /год	доля от общих ресурсов, %	км ³ /год	доля от общих ресурсов, %	местным стоком	общими ресурсами
139	100	6,65	4,8	132	95,2	286	301

В настоящей работе ставится цель определить доли стока с соседствующих субъектов Российской Федерации в общем стоке р. Колымы. Сток Колымы формируется с территорий Хабаровского края, Магаданской области, Чукотского автономного округа и Республики Саха (Якутии) (рисунок 2). Водные ресурсы р. Колымы главным образом используются в горной промышленности, коммунальном хозяйстве. В Магаданской области функционирует каскад из Колымской и Усть-Среднеканской ГЭС. Колыма является важной транспортной артерией.

В работе [3] был определен сток, поступающий в бассейн р. Колымы с территории Хабаровского края (таблица 2).



Рисунок 2 – Северо-Восток России.

Таблица 2 – Сток р. Колымы, формирующийся на территориях субъектов Российской Федерации

Субъект Федерации	Площадь водосбора, км ²	Объем стока, км ³	Доля от общего стока р. Колымы, %	Способ определения
Хабаровский край	5 250	1,62	1,3	По [3]
Магаданская область	290 000	65,8	53,1	По формуле редукции [3] и карте модуля годового стока [4]
Чукотский автономный округ	159 000	28,0	22,6	По карте модуля годового стока [4]
Республика Саха (Якутия)	193 000	28,2	22,7	По карте модуля годового стока [4]
Суммарный сток р. Колымы	647 000	120	100	По формуле редукции [3]

Сток с территории Магаданской области складывается из стока р. Колымы на границе с Якутией (за вычетом стока с Хабаровского края) и стока верховьев р. Омолона (правого притока р. Колымы) и его левобережья до границы с Чукоткой (см. рисунок 2).

В работе [3] была получена формула редукции нормы модуля годового стока р. Колымы \bar{M} по площади водосбора A

$$\bar{M} = 15,2 - 1,60 \lg A.$$

По этой формуле был рассчитан сток р. Колымы на границе с Якутией (48,9 км³) и в устье (120 км³) (см. таблицу 2). Сток р. Омолона с территории Магаданской области определен по карте модуля годового стока [4] и составил 18,1 км³. Из суммы этих величин необходимо вычесть сток р. Колымы, формирующийся на территории Хабаровского края, и мы получаем магаданскую долю стока р. Колымы (см. таблицу 2).

Таким образом, установлено, что более половины стока р. Колымы формируется на территории Магаданской области, доли стока бассейнов рек Чукотки и Якутии примерно одинаковы. Доля стока с Хабаровского края составляет менее 2 %.

Результаты работы будут полезны в случаях возникновения водохозяйственных споров между субъектами Российской Федерации.

Список литературы

- 1 Балапанова, А.С. Распределение водных ресурсов трансграничных рек / А.С. Балапанова // Государственная служба. – 2011. – № 4. – С. 74–77.
- 2 Демин, А.П. Принципы и практика распределения водных ресурсов трансграничных рек России / А.П. Демин, К.Ю. Шаталова // География и природные ресурсы. – 2015. – № 1. – С. 22–29.
- 3 Лобанов, С.А. Ресурсы речных вод Магаданской области и их многолетняя изменчивость / С.А. Лобанов, М.В. Ушаков // География и природные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 86–89.

4 Магрицкий, Д.В. Новые данные о распределении нормы стока воды на Северо-Востоке России и притоке речных вод в арктические моря / Д.В. Магрицкий // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2022. – № 6. – С. 70–85.

5 Шаталова, К.Ю. Принципы распределения водных ресурсов трансграничных водных объектов / К.Ю. Шаталова // Природообустройство. – 2015. – № 4. – С. 77–80.

M. V. USHAKOV

**SHARE OF RUNOFF FROM THE TERRITORIES OF THE SUBJECTS OF THE
RUSSIAN FEDERATION IN THE TOTAL ANNUAL RUNOFF OF THE KOLYMA
RIVER**

*North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N. A. Shilo,
Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Magadan, Russian Federation,
mvilorich@narod.ru*

The Kolyma River basin partially occupies the Khabarovsk Region, the Magadan Region, the Chukotka Autonomous County and the Republic of Sakha (Yakutia). Using the reduction formula and a modern map of the annual runoff module, the runoff norms from the territories of the above-mentioned subjects of the Russian Federation, forming the total flow of the Kolyma River, were determined.

Key words: Kolyma basin, river flow, water resources, reduction of runoff module.

ИЗ ОПЫТА ОБСЛЕДОВАНИЯ РОДНИКОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

¹УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tflerco@mail.ru,

²УО «Оторская базовая школа Чечерского района»,
д. Отор, Чечерский район, Гомельская область, Республика Беларусь,
efimowitch.m@yandex.by

Представлены результаты изучения родников Гомельской области. Детально описывается схема обследования и паспортизации родников. Дана общая характеристика родников Гомельской области, описано их пространственное распределение по территории региона. Показан опыт совместной работы общественной организации и университета по изучению родников.

Ключевые слова: родники, родниковые урочища, химический состав, растворенные вещества, инвентаризация, питьевая вода, антропогенная нагрузка, святые родники.

Родниковая вода является одной из загадок природы. Ученые высказывают различные гипотезы о процессах ее образования. Есть версия, что родниковая вода накапливается в мантии земли. Родник – это естественный выход подземных вод на земную поверхность на суше или под водой. Родники ценятся своей кристально чистой водой, используются населением как источники питьевого водоснабжения и объекты познавательного и религиозного туризма.

Комплексную работу по инвентаризации родников Республики Беларусь провели сотрудники РУП «ЦНИИКИВР». Собранные ими материалы содержат сведения о 1183 родниках Беларуси, в том числе 150 в Гомельской области, обследованных в период с 2017 по 2020 гг. [1]. Пособие по организации проектов возрождения родников издано В.В. Капустиным. Им предложены рекомендации по идентификации, проведению работ по восстановлению родников с целью рационального использования как источников питьевой воды, а также объектов туризма [2]. Ранее также выполнялись работы по исследованию культовых родников, которые почитаются населением, считаются целебными, используются в религиозном туризме [3, 4].

При обследовании родников на начальном этапе выполнялись камеральные работы (анализ литературных данных, картографические источники, фондовых материалов), производилось детальное изучение родника и его окружающей местности, отбирались пробы воды, производился анализ ее качества.

Анализ родника включает следующие пункты:

Географическое положение. Отмечаются географические координаты исследуемого родника. Родник отмечается на электронной карте и вносится в реестр водных объектов. Указывается расстояние до ближайшего населенного пункта и его название.

Положение в рельефе. Положение родника отмечается относительно гидрологических или орографических объектов местности, если таковые имеются. Отмечается высота родника над уровнем моря, характеризуется рельеф местности.

Уровень ближайшего водоема. Фиксируется уровень превышения родника над местным уровнем водотока или водоема. Отмечается возможность затопления родника во время паводков и паводков.

Абсолютная высота выхода родника. Высотная отметка родника определяется проложением нивелирного хода от ближайшего репера государственной станции до родника. При отсутствии такой возможности – по горизонталям крупномасштабной топографической карты.

Тип питающих источник подземных вод. Указывается тип подземных вод в соответствии с их характером залегания: карстовые воды, трещинные, грунтовые, межпластовые или верховодка.

Геологическая структура местности. Информация о геологическом строении местности указывается тематическими картами с расположением на них родника. О геологическом строении местности можно судить и по обнажениях горных пород. Если таковые имеются, то они зарисовываются и берутся пробы горных пород.

Характеристика водоносного горизонта. Характеристика водоносного горизонта дается в соответствии с гидрогеологическими картами, дается название возраста водоносного горизонта.

Тип родника. Если родник приурочен к грунтовым поровым водам, то их тип указывается как: депрессионный, контактовый, экранированный, субаквальный или аквальный. Родники, которые питаются напорными водами, указываются как напорные.

Характер выхода воды. Описывается количество выходом воды (ремнокрен, лимнокрен, кренополе), характер истечения воды (спокойное, буйное, бурлящее, пульсирующее).

Дебит. Дебит родника высчитывается объемным способом (за время наполнения объемной тары водой). Зачастую дебит родника может отличаться в широком диапазоне от первого замера, поэтому производится как минимум 5 замеров с вычислением среднего значения.

Физические свойства воды. Определяются такие показатели как температура, вкус, запах, цвет, прозрачность воды.

Газы свободные и растворенные. По содержанию растворенных газов родники делятся на: азотные, углекислые, метановые, радоновые, сероводородные.

Химические свойства воды. Определяется содержание макро-, мезо- и микрокомпонентов в воде. По содержанию преобладающих анионов природные воды делятся на три класса: гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. По содержанию преобладающему катиону каждый из указанных классов делится на три группы: кальциевые, магниевые, натриевые воды.

Микробиологические свойства воды. Устанавливается бактериальный состав воды по показателям: общее число колиформных бактерий, число термотолерантных колиформных бактерий, колифагов.

Отложения родника. Отложения родника делятся на следующие виды: твердый осадок, охра, натеки, налет, а также их цвет.

Каптаж родника. Описывается каптажное устройство родника, его техническое состояние, систему защиты от внешних загрязнений, высчитывается дальность от хозяйственных построек.

Источники возможного загрязнения воды. Описывается наличие поблизости объектов – возможных источников загрязнения воды и почвы: дорог, автостоянок, сельскохозяйственных угодий, огородов, силосных ям, навозохранилищ, свалок, складов удобрений, химикатов.

Свойства родниковой воды подтверждены сезонным и годовым колебаниям. Для выявления закономерностей изменения химического и микробиологического состава необходимо их неоднократно определение в разное время года.

Отбор проб воды. Главным требованием при заборе воды является чистота емкости. Универсальной емкостью для проб является пластиковая или стеклянная бутылка из-под питьевой воды. Перед тем как осуществить забор емкость необходимо сполоснуть в роднике не менее 3 раз. Условия и время хранения для различных экспериментов различны, в основном это не более суток при температуре от 2 до 5 °С.

Для определения микробиологических показателей используется стеклянная бутылка, которая должна быть простерилизована в сушильном шкафу при температуре 160–170 °С в течении часа и храниться не более 6 часов.

Для определения нахождения органических соединений используется тара из боросиликатного стекла. Такой показатель как рН необходимо определять на месте забора проб, в связи с большой неустойчивостью.

Оценка качества воды родников. Пригодность родниковой воды для питьевых целей определяется ее соответствием санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам. Децентрализованным водоснабжением является использование для питьевых и хозяйственных нужд населения воды подземных источников, забираемой с помощью различных сооружений и устройств, открытых для общего пользования или находящихся в индивидуальном пользовании, без подачи ее к месту расходования.

При исследовании родника также изучается и прилегающая местность – местный ландшафт. Таким образом составляется паспорт родника.

Всего в Гомельской области выявлено около 300 родников. По количеству родников лидирует Мозырский район, так как район лежит в самом центре Полесской низменности. Большая часть территории Мозырского Полесья – размытая плоско-волнистая равнина, составленная из донной морены, усложненная песчаными дюнами, моренными холмами, заболоченными котловинами и прорезанная долинами рек. Меньше всего родников в Брагинском, Хойникском, Октябрьском и Житковичском районах, это объясняется более глубоким залеганием грунтовых вод и сильной расчлененностью территории.

Одной из основных характеристик родников является их дебит. Малыми дебитами отличаются родники Житковичского, Петровского, Октябрьского, Наровлянского и Лельчицкого районов (менее 0,01 л/с). Наибольшие дебиты зафиксированы в родниках Буда-Кошелевского, Калинковичского и Чечерского районов (около 0,3 л/с).

В большинстве случаев родники на территории Гомельской области имеют постоянный водоток и почти у всех грунтовое питание. На территории Лоевского района находится родник артезианского происхождения.

По температурному режиму, они делятся на холодные, теплые, горячие и кипящие. В Беларуси получили большое распространение холодные родники, с низкой температурой, которая меняется в течении года в незначительных узких пределах. Первостепенно температура воды в роднике зависит от температуры водоносного горизонта и дебита. В распределении температур горизонта существует закономерность, чем глубже находится водоносный слой, тем холодней будет в нем вода, и следовательно вода в роднике будет такой же температуры. Второй фактор – это дебит. Чем выше дебит, тем меньше годовые колебания температур в роднике. Зимой температуры колеблются от 0 °С до 3,5 °С, а летом от 6 °С до 12 °С. Так родники с большим дебитом даже в холодные зимы не замерзают.

В 95 % случаях родники обустроены, однако эти работы проводились не в соответствии с правилами по благоустройству родников.

На территории Гомельской области получили широкое распространение средневысотные и низинные родниковые урочища. Чаще все родники размещаются в пределах пойменных ландшафтов (79 родников). Наименьшее распространение получили родники в пределах возвышенных ландшафтов: холмисто-моренных (8 родников) и вторично-моренных (3 родника).

Большинство родников получают умеренное техногенное воздействие на поверхность водосбора. Опасные объекты, расположенные на прилегающей к роднику территории, могут являться потенциальными источниками его загрязнения. Основную опасность представляют бытовые стоки с дачных и коттеджных участков, животноводческих ферм и сельскохозяйственных полей. Наибольшую техногенную нагрузку, испытывают родники, расположенные в черте населенных пунктов.

На протяжении ряда лет студенты геолого-географического факультета совместно с организацией АСДЕМО проводят работы по инвентаризации и благоустройству родников Гомельской области. Были обследованы и изучены родники Гомельского, Чечерского, Ветковского, Речицкого, Мозырского, Светлогорского и других районов. В качестве волонтеров работают студенты факультета и учащиеся школ, в качестве экспертов –

преподаватели геолого-географического факультета и сотрудники организации. Рабочая группа регулярно выезжает на родники области, где с помощью экспресс-лаборатории проводится оценка качества воды, санитарная очистка прилегающей территории. Осуществляется сбор информации о родниках региона, по известным объектам проведено полное описание расположения источников, составлены их паспорта.

Во время проведения наблюдений волонтерами проводятся беседы с местными жителями, использующими воду родников в питьевых целях. Уделяется внимание правилам забора воды, санитарным нормам, источникам загрязнения. Распространяется информация в виде буклетов и листовок.

Совместно с Областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды волонтеры занимались благоустройством родника им. Явицкого, расположенного в Гомельском районе. Ведется постоянный мониторинг качества воды родника. Проведены экологические акции по благоустройству территории, прилегающей к роднику Любенский. Отмечается улучшение химических показателей качества воды всех родников после проведения благоустройства и санитарной очистки прилегающей территории.

В 2022 году студентами факультета физики и информационных технологий и геолого-географического факультета было создано приложение «Экотуризм Гомельской области». В качестве объектов туризма в приложение внесено 120 родников области (рисунок 1).

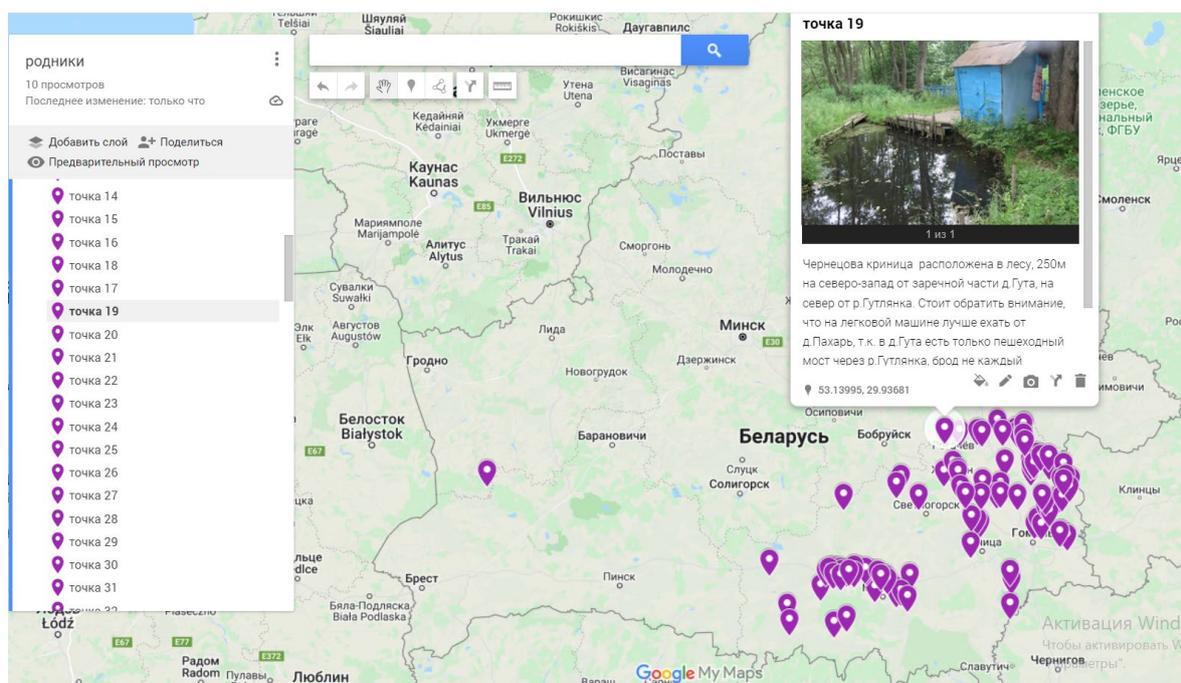


Рисунок 1 – Родники Гомельской области в мобильном приложении «Экотуризм Гомельской области»

В приложении имеются описания родников, информация о их техническом состоянии, каптажа, химических показателях, даны географические координаты для более удобного поиска. Приведены данные о возможности использования воды родников в питьевых целях. В приложение внесены только самые крупные родники и те, которые имеют постоянный водоток, представляют практическую или эстетическую значимость.

Таким образом, при обследовании родников применяются множество методов и приемов. По разработанной единой схеме составляется паспорт родника, который ежегодно дополняется результатами наблюдений. На выявленных и изученных родниках ведется мониторинг санитарного состояния территории, прилегающей к родникам, и химического состава воды.

Список литературы

- 1 Дубенок, С. А. Родники Беларуси / С. А. Дубенок, Е. И. Громадская, А. О. Русина. – Минск: Колорград, 2020. – 236 с.
- 2 Капустин, В. В. Качество жизни: чистая вода из родника – полезный продукт / В. В. Капустин. – Минск: Энциклопедикс, 2019. – 90 с.
- 3 Шарков, А. В. Святые родники Белой Руси / А. В. Шарков, Е. И. Хорошевич. – Минск: Звезда, 2017. – 184 с.
- 4 Лобач, В. Святые крыніцы Беларусі / В. Лобач, Т. Валодзіна. – Мінск: Беларуская навука, 2016. – 188 с.

T. G. FLERKO¹, M. A. EFIMOVICH²

FROM THE EXPERIENCE OF SURVEYING THE SPRINGS OF THE GOMEL REGION

¹*Francisk Skorina Gomel State University
Gomel, Republic of Belarus,
tflerco@mail.ru,*

²*Otor basic school of the Chechersk district,
Otor, Gomel region, Republic of Belarus,
efimowitch.m@yandex.by*

The results of studying the springs of the Gomel region are presented. The scheme of inspection and certification of springs is described in detail. The general characteristics of the springs of the Gomel region are given, their spatial distribution over the territory of the region is described. The experience of the joint work of a public organization and a university on the study of springs is shown.

Key words: springs, spring tracts, chemical composition, dissolved substances, inventory, drinking water, anthropogenic load, holy springs.

Д. В. ФОМИЧЕВА, А. П. ЖИДКИН

РИСКИ ДЕГРАДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева»,
г. Москва, Российская Федерация,
daria_fomicheva@bk.ru

В работе на основе авторской методики сотрудников ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева» оценены риски деградации земель от водной эрозии почв на 7 ключевых участках. Выявлены существенные различия в рисках деградации земель в разных регионах в зависимости от темпов эрозии почв, пространственной структуры протекания эрозионно-аккумулятивных процессов, степени деградации почвенного покрова, а также свойств почв и структуры почвенного покрова.

Ключевые слова: чернозем, темно-серая лесная почва, WaTEM/SEDEM, пашина, эродированные почвы.

Водная эрозия почв – одна из основных угроз деградации почвенного покрова. Оценка рисков деградации почв от эрозии актуальна для многих стран. Недостаток существующих методов оценок эрозионных рисков заключается в том, что в их основу положена преимущественно процессная составляющая, выражаемая в виде темпов эрозии почв (тонн/га в год). При этом почвенный покров учитывается лишь как фактор развития эрозионных процессов при расчетах темпов с помощью математических моделей. В некоторых случаях эрозионные потери почв сопоставляются с допустимыми потерями почв [1, 2]. Однако текущее состояние почвенного покрова в настоящее время практически не учитывается при группировке земель по эрозионным рискам.

Разработанная сотрудниками ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева» модель позволяет в практических целях использовать эрозионные модели в сочетании с данными почвенно-эрозионных обследований для выявления эрозионно-опасных земель и прогноза рисков деградации почв от водной эрозии при различных сценариях землепользования. Данный метод применим к использованию в зоне черноземов, темно-серых лесных, каштановых и черноземовидных почв, то есть почв, с развитым гумусовым горизонтом, как минимум, в несколько десятков см. Под риском деградации земель от эрозии в данном случае подразумевается достижение почвой такого состояния эродированности, при котором начинается заметное снижение её плодородия. Рекомендуется применение данного метода при крупномасштабных оценках в пределах участков полей, целых полей, либо группы полей (агрохозяйства).

Оценка рисков деградации почвенного покрова от водной эрозии почв основана на прогнозе изменения доли критично эродированных почв относительно каждого поля в среднесрочной перспективе. В данном исследовании под критично эродированными почвами понимаются почвы с мощностью гумусированной толщи менее 40 см, в которых отмечается существенное снижение продуктивности [3].

Риск деградации земель от плоскостной водной эрозии почв выражен в пяти категориях:

- низкий риск – при темпах прироста критично эродированных почв до 1 % за 50 лет;
- средний риск – при темпах прироста критично эродированных почв 1–10 %;

- высокий риск – при темпах прироста критично эродированных почв 10–25 %;
- катастрофический риск - при темпах прироста критично эродированных почв > 25 %.

Темпы эрозионных потерь от водной эрозии почв рассчитывались по модели WaTEM/SEDEM. Параметризованные факторы эрозии почв вычислялись на основе литературных, картографических, полевых и аналитических данных.

Ключевые участки были подобраны в разных субъектах РФ с разными природными и хозяйственными особенностями, чтобы наиболее полно охарактеризовать неоднородность природных и хозяйственных условий в пределах ЕТР.

В качестве участков исследования были выбраны: участок «Мценский» в Мценском районе Орловской области, участок «Плавский» в Плавском районе Тульской области, участок «Воробжа» в Курском районе Курской области, участки «Шебекино» и «Валуйский» в Шебекинском и Валуйском районах соответственно, участок «Жердевский» в Жердевском районе Тамбовской области и участок «Уфимский» в Уфимском районе Республики Башкортостан.

Средние многолетние темпы эрозии почв на участках исследования варьировали от 0.8 до 10.2 т/га в год.

Участок «Мценский» состоит из 165 полей, общей площадью 10 тыс. га. Данный участок с высокой степенью расчленения и контрастным почвенным покровом характеризуется максимальными среди исследуемых участков средними темпами эрозии почв – 10.4 т/га в год. На характер эрозионно-аккумулятивных процессов на участке в Орловской области в первую очередь влияет рельеф и высокое расчленение территории. На территории исследования преобладают площади со средним риском (53 %) (рисунок 1). Лишь 19% от общей площади имеют низкий и очень низкий риск деградации, что значительно меньше, чем на остальных участках. 24% площадей имеют высокий риск и 4% от общей площади имеют катастрофический риск деградации.

Участок «Плавский» представлен 78 полями общей площадью 5,5 тыс. га. Участок имеет среднее многолетние темпы эрозии почв 8,3 т/га в год. В результате расчётов рисков деградации земель от водной эрозии почв выявлено, что основная масса площадей, 74%, имеет средний риск деградации. Только 3% площадей имеют высокий риск. Полей с катастрофическим риском не было выявлено.

Участок «Воробжа» представлен 166 полями общей площадью 10,6 тыс. га. Для участка характерны среднее многолетние темпы эрозии почв 8,6 т/га в год. Участок «Воробжа» характеризуется высокой средней мощностью гумусированной толщи. Расчёт рисков деградации земель от водной эрозии показал, что поля с низким риском деградации занимают основную массу площадей – 93%. Оставшиеся 7 % от площади имеют средний риск.

Участок «Шебекино» состоит из 106 полей общей площадью 10 тыс. га, имеет средние многолетние темпы эрозии почв 8,2 т/га в год. Для участка характерно высокое влияние экспозиции на проявление эрозионно-аккумулятивных процессов. На теплых склонах доля среднесмытых почв почти вдвое больше, чем на холодных. На склонах южной экспозиции активнее происходят процессы смыва, а процессы восстановления почвы и прироста гумусового горизонта ниже, чем на склонах северной экспозиции. Поэтому почвы на склонах южной экспозиции более эродированы и при этом больше подвержены риску смыва в засушливых условиях южной лесостепи. Сильный смыв, более 10 т/га в год характерен для полей, расположенных на южных склонах балок и речных долин. Более 50 % площадей имеют низкий риск деградации. Средний и выше риск деградации земель при современных темпах эрозии почв имеет чуть меньше половины площади участка (44 %). 3 % площадей имеют высокий и катастрофический риск, что значительно меньше, чем на участке «Мценский» (рисунок 1).

Участок «Валуйский» представлен 1802 полями общей площадью 84,3 тыс. га. Северо-западная часть района, правобережье р. Оскол, расчленена сильнее в отличие

от левобережных территорий. Средние темпы смыва для северо-западной части района составили 8,6 т/га в год, для юго-восточной 4,2 т/га в год. Левобережные территории характеризуются преобладанием площадей с низким риском деградации, в то время как для полей правого берега характерно преобладание площадей со средним и высоким рисками. В целом на всем участке практически равное соотношение площадей с низким и средним риском, 41 и 39 % соответственно. На поля с высоким и критическим риском деградации приходится 20% от всей площади пашни (рисунок 1).

На участке «Жердевский» средние многолетние темпы эрозии составляют 0,8 т/га в год. Проявление эрозионно-аккумулятивных процессов на данной территории выражены слабо и носят фрагментарный характер. В основном они приурочены к бортам ложбин и крутым склонам.

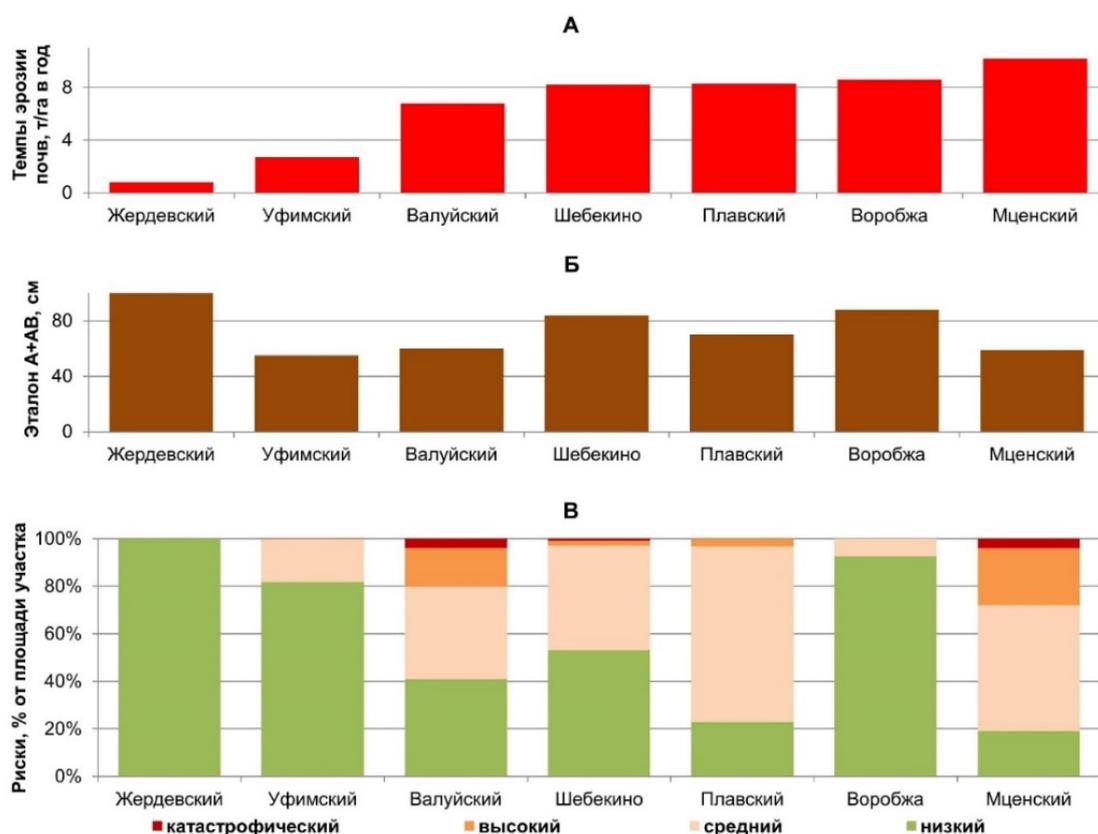


Рисунок 1 – Осредненные по участкам темпы эрозии почв (А); эталонные мощности несмытых почв (Б); риски деградации земель от водной эрозии почв, выраженные в виде долевого участия суммарных площадей полей с указанными рисками относительно общей площади участков (В)

Участок «Уфимский» включает в себя 88 полей общей площадью 27,2 тыс. га. Средние многолетние темпы эрозии почв на участке составляют 2,7 т/га в год. На данном участке преобладают низкие риски деградации земель от водной эрозии – 82 % от площади пашни. Средний риск деградации характерен для 17,7 % и только 0,3 % относительно площади участка имеют риск выше среднего.

Общей чертой для всех участков является приуроченность низких рисков к полям, занимающим преимущественно приводораздельные слабонаклонные участки или речные террасы и поймы. Поля со средним риском деградации распределены по территории участков достаточно равномерно. Высокие риски характерны для полей с длинными

крутыми склонами, ориентированными преимущественно вдоль линии тока воды. Катастрофические риски имеют поля с преимущественно небольшой площадью; они характеризуются сложным расчлененным рельефом, высокими значениями эрозионного потенциала рельефа и сложной формой.

Самые низкие риски деградации земель от водной эрозии почв были выявлены для участков «Жердевский» и «Уфимский» в связи с низкими темпами эрозии почв < 3 т/га в год.

На остальных участках темпы эрозии почв варьируют от 6,8 до 10,2 т/га в год. Предложенный подход наглядно демонстрирует совокупное влияние темпов эрозии почв и пространственной структуры протекания эрозионно-аккумулятивных процессов, степени деградации почвенного покрова и изначальной (эталонной) мощности гумусированной толщи на риски деградации земель от водной эрозии почв. В частности, на участке «Воробжа» темпы эрозии почв достаточно высокие, однако 93 % площадей полей характеризуются низким риском деградации в связи с большой (> 80 см) исходной мощностью почв. То есть на участке «Воробжа» почвы априори обладают более длительным сроком эксплуатации при прочих равных условиях за счет большего «запаса» гумусированной толщи. На участке «Валуйский» средние темпы эрозии почв в 1,3 раза ниже, чем на участке «Воробжа», однако риски существенно выше за счет меньшей исходной мощности гумусированной толщи (рисунок 1).

Наиболее высокие риски деградации выявлены для участка «Мценский», где высокие и катастрофические риски преимущественно приурочены к полям с серыми лесными почвами. Для этих почв характерны относительно низкие мощности гумусированной толщи и высокая эродруемость (смываемость) [4]. То есть серые лесные почвы деградируют быстрее черноземов при прочих равных условиях; как следствие, поля с серыми лесными почвами нуждаются в первоочередной защите от эрозии.

На участках со значительной долей полей с высоким и катастрофическим риском рекомендуется проводить почвозащитные мероприятия. Например, целесообразно использовать специальные почвозащитные севообороты, насыщенные культурами сплошного сева и многолетними травами. Возможно частичное или полное залужение наиболее уязвимых участков: крутых и ложбинных частей склонов, бортов ложбин, значительной части пашни со средне- и сильноэродированными почвами.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22–17–00071, <https://rscf.ru/project/22-17-00071/>) и по плану НИР (ГЗ-№0439-2022-0015) лаборатории эрозии почв Почвенного института им. В. В. Докучаева.

Список литературы

1 Ермолаев, О.П. Оценка эрозионного риска для почвенного покрова лесных и лесостепных ландшафтов Среднего Поволжья средствами ГИС-технологий / О.П. Ермолаев, К.А. Мальцев // Ученые записки Казанского государственного университета. Естественные науки. – 2008. – Т. 150. – С. 85–97.

2 Sharda, V.N. Prioritization and field validation of erosion risk areas for combating land degradation in North Western Himalayas / V.N. Sharda, D. Mandal // Catena. – 2018. – P. 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.12.037>.

3 Санжарова, С.И. Статистический анализ влияния эродированности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур / С.И. Санжарова, Ю.П. Сухановский, А.В. Прущик // Плодородие. – 2009. – №5. – С. 39–40.

4 Fomicheva, D.V. Multiscale estimates of soil erodibility variation under conditions of high soil cover heterogeneity in the northern forest-steppe of the Central Russian upland / D.V. Fomicheva, A.P. Zhidkin, M.A. Komissarov // Eurasian Soil Science. – 2024. – Vol. 57. – No. 2. – P. 325–336.

D. V. FOMICHEVA, A. P. ZHIDKIN

**RISKS OF AGRICULTURAL LAND DEGRADATION FROM WATER EROSION
IN THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA**

*Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute,
Moscow, Russian Federation,
daria_fomicheva@bk.ru*

The publication presents assessments of the risks of land degradation from water soil erosion in 7 key areas based on the original methodology of employees of the Federal Research Center "Soil Institute named after V.V. Dokuchaev". Significant differences in the risks of land degradation in different regions have been identified depending on the rate of soil erosion, the spatial structure of erosion-accumulation processes, the degree of soil degradation, as well as soil properties and the structure of the soil cover.

Key words: chernozem, dark gray forest soil, WaTEM/SEDEM, arable land, eroded soils.

Д. И. ХВИР¹, В. И. ХВИР²**ПЕРВИЧНЫЕ ДАННЫЕ О БИОТОПИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA: APIDAE: BOMBUS SP.) В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ**

¹ГПНЦ по биоресурсам НАН РБ,
г. Минск, Республика Беларусь,
firefox5603@mail.ru,

²Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
khvir@mail.ru

Было зарегистрировано 27 видов шмелей в фауне Беларуси. Анализ биотопической приуроченности показал преобладание лугово-полевых видов, немного меньше эвритопных. Наименьшим числом видов представлены таксоны с лесным типом биотопической приуроченности.

Ключевые слова: шмели, биотопическая приуроченность, Беларусь, фауна.

Шмели (*Bombus* sp.) представляют группу антофильных насекомых имеющую большую ценность не только с природоохранной точки зрения, но и еще и из экономического значения как опылителей сельскохозяйственных растений. Особый интерес при изучении влияния шмелей представляет изучение местной фауны этих видов, экологические и антропогенные факторы влияющие на природные сообщества [1, 2]. Из-за своеобразной биологии шмелей, некоторые гнездятся только в определенных ландшафтах, характеризующихся высокой биотопической приуроченностью и не подвергаются чрезмерному антропогенному влиянию. Не менее важным является тот факт, что видовой состав топических комплексов шмелей и его формирование в конкретном биотопе преимущественно являются результатом изменений в растительных сообществах, вследствие, очевидна зависимость этого таксона от набора энтомофильных растений, присутствующих в биоценозе [3].

Сбор энтомологических материалов выполнялся нами в течение четырех полевых сезонов (2020–2023 гг.) на территории Белорусского Поозерья, Центральной белорусской возвышенности и на Западе Полесья Беларуси по стандартным энтомологическим методикам. Исследовались не только сельскохозяйственные посевы, но и различные естественные и нарушенные биотопы: овраги, осыпи, канавы, тропинки, ручьи. За период исследования нами было отловлено 720 экземпляров шмелей.

По результатам анализа сборов было зарегистрировано 27 видов шмелей, из них для Минской возвышенности – 25 видов, Поозерья – 21 видов, для Полесья – 15 видов (таблица 1).

Наибольшее число видов в фауне региона зарегистрировано из подродов *Thoracobombus* Dalla Torre, 1880 и *Psithyrus* Lepeletier, 1832 – по 8 видов в каждом. Тремя видами представлен подрод *Pyrobombus* Dalla Torre, 1880. В подроде *Bombus* (sensu stricto) Dalla Torre, 1880 – 2 вида. Еще два вида входят в состав подрода *Megabombus* Dalla Torre, 1880 и один – в состав подрода *Melanobombus* Dalla Torre, 1880. Из подродов *Kallobombus* Dalla Torre, 1880, *Confusobombus* Ball, 1911 и *Cullumanobombus* Vogt, 1911 в регионе исследований известно по одному виду. В целом, видовое богатство фауны шмелей Беларуси составляет 27 % от видового богатства фауны Палеарктики, для которой указывается 120 видов шмелей [4].

В аспекте долготной составляющей в региональной фауне преобладают евро-сибирские виды (13 видов, или 48,1 % видового богатства фауны), на втором месте по видовому богатству траспалеарктические (12 видов, 44,4 %), 1 вид – сибирский (3,7%), 1 вид – европейский (3,7 %).

Таблица 1 – Видовой состав шмелей (*Bombus*), зарегистрированных в течение периодов исследований для Беларуси и типы их ареалов

№ п/п	Подрод	Вид	Тип ареала		
			долготный	зональный	
1	2	3	4	5	
1	<i>Kallobombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Kl.) soroeensis</i> (Fabricius, 1777)	Es	Te	
2	<i>Megabombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Mg.) ruderatus</i> (Fabricius, 1775)	Гр	Te	
3		<i>B. (Mg.) subterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	Гр	Te	
4	<i>Thoracobombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Th.) muscorum</i> (Linnaeus, 1758)	Es	Te	
5		<i>B. (Th.) ruderarius</i> (Müller, 1776)	Es	Te	
6		<i>B. (Th.) sylvarum</i> (Linnaeus, 1758)	Es	Sb	
7		<i>B. (Th.) subbaicalensis</i> (Vogt, 1911)	Es	Sb	
8		<i>B. (Th.) humilis</i> Illeger, 1806	Es	Sb	
9		<i>B. (Th.) pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	Es	Te	
10		<i>B. (Th.) schrencki</i> Morawitz, 1881	Гр	Bo	
11		<i>B. (Th.) pomorum</i> Panzer, 1805	Es	Sb	
12		<i>Psithyrus</i> Lepeletier, 1832	<i>B. (Ps.) rupestris</i> (Fabricius, 1793)	Гр	Te
13			<i>B. (Ps.) campestris</i> (Panzer, 1801)	Гр	Te
14			<i>B. (Ps.) bohemicus</i> Seidl, 1837	Гр	At
15	<i>B. (Ps.) barbutellus</i> (Kirby, 1802)		Es	Te	
16	<i>B. (Ps.) vestalis</i> (Pour, 1852)		Гр	Sb	
17	<i>B. (Ps.) norvegicus</i> (Sparre-Schneider, 1918)		Гр	Te	
18	<i>B. (Ps.) quadricolor</i> (Lepeletier, 1832)		Es	Te	
19	<i>B. (Ps.) sylvestris</i> (Lepeletier, 1832)		Гр	Te	
20	<i>Pyrobombus</i> Dalla Torre, 1880		<i>B. (Pr.) hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	Гр	Te
21		<i>B. (Pr.) pratorum</i> (Linnaeus, 1761)	Es	At	
22		<i>B. (Pr.) jonellus</i> (Kirby, 1802)	Гр	At	
23	<i>Confusobombus</i> Ball, 1914	<i>B. (Co.) confusus</i> (Schenk, 1859)	Es	Sb	
24	<i>Bombus</i> (sensu stricto) Dalla Torre, 1880	<i>B. (Bo.) terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	Es	Sb	
25		<i>B. (Bo.) lucorum</i> (Linnaeus, 1761)	Гр	At	
26	<i>Melanobombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Ml.) lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	Eu	Te	
27	<i>Cullumanobombus</i> Vogt, 1911	<i>B. (Cu.) semenoviellus</i> Skorikov, 1910	Si	Bo	

Примечания: используемые сокращения: Са – циркумполярный, Гр -транспалеарктический, Eu – европейский, Es – евро-сибирский, At – аркто-температный, Bo – бореальный, Te – температурный, Sb – суббореальный.

В широтном аспекте (рисунок 1) 48% видового богатства фауны составляют виды с температурным распространением (13 видов). Меньше представлены суббореальные (7 видов) и аркто-температные виды (4 вида) (27% и 15%, соответственно). Два вида (8%) бореальные (рисунок 1).

Антропогенная трансформация или разрушение типичных фитоценозов привело к изменению структуры биотопических комплексов шмелей в пользу доминирования

эвритопных видов. Тем не менее, в различных биотопах Поозерья сохраняется и типичный северный вид *B. (Adoentoribombus) subbaicalensis*, а также *B. (Pratobombus) jonellus* Kirby.

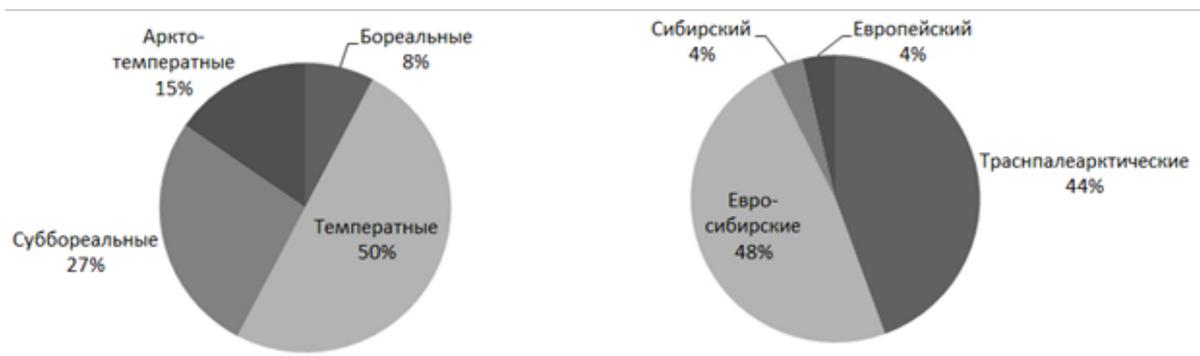


Рисунок 1 – Распределение видов шмелей фауны Беларуси по типам ареалов

Рассматриваемые биотопы различаются по комплексам видов шмелей. Типичные биотопы на севере Беларуси, мало подвергшиеся антропогенному воздействию, демонстрируют в основном преобладание *B. (Lapidariobombus) lapidarius* L., *B. (Soroensibombus) soroensis* F., *B. (Adoentoribombus) ruderarius* Kirby., *B. (Agrobombus) pascuorum* F., *B. (Adoentoribombus) sylvarum* L., *B. (Pratobombus) pratorum* L. Последний является типичным представителем фауны высоких широт. Наличие своего гнездового паразита, *Bombus (Psithyrus) sylvestris*, также вполне естественно. Распространенность *B. (Adoentoribombus) subbaicalensis* можно объяснить специфической экологией этого вида, приуроченного к мало нарушенным местообитаниям севера Беларуси.

Антропогенная трансформация или разрушение типичных фитоценозов привело к изменению биотопических комплексов шмелей в пользу доминирования эвритопных видов. Тем не менее, в различных биотопах Поозерья сохраняется и типичный северный вид *B. (Adoentoribombus) subbaicalensis*, а также *B. (Pratobombus) jonellus* Kirby.

Рассматриваемые биоценозы различаются по комплексам видов шмелей. Последний является типичным представителем фауны высоких широт (Чернов, 1996; Болотов, Подболоцкая, 2003). Наличие своего гнездового паразита, *Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris* (по данным Лёкен, 1984), также вполне естественно. Распространенность *B. (Adoentoribombus) subbaicalensis* можно объяснить специфической экологией этого вида, приуроченного к мало нарушенным местообитаниям севера республики.

Для Минской возвышенности свойствен иной видовой состав шмелей на участках луговой и рудеральной растительности вдоль реки Усса и по обочинам дорог. Типичные для севера Беларуси виды становятся редкими, тогда как эвритопные *B. (Thoracobombus) pascuorum* и *Bombus (Terestrisbombus) lucorum* имеют статус массовых видов. Присутствие *Bombus (Megabombus) hortorum* заслуживает особого внимания, поскольку это вид является индикатором нарушенных и рудеральных сообществ (Болотов, Колосова, 2006). В этих фитоценозах регистрируются также некоторые виды шмелей, совершенно не типичные для центральной части страны: *B. (Callumanobombus) semenoviellus* Skor., *B. (Pratobombus) jonellus* Kirby. Это можно объяснить тем, что по некоторым антропогенно нарушенным биотопам и долинам рек, где энтомофильные растительные сообщества более благоприятны для шмелей, чем типичные северные ландшафты, шмели из более северных регионов могут мигрировать на юг. Интерес представляет отсутствие *Bombus (Psithyrus) vestalis*, который, по мнению Лёкена, (1984), является гнездовым паразитом *Bombus (Terestrisbombus) lucorum*, присутствовавшего в наших сборах. Этот факт можно объяснить либо тем, что *B. (Psithyrus) vestalis* становится более специализированным в экстремальных условиях обитания, или из-за недостаточного знания экологии этого вида.

В окрестностях г. Браслав видовой состав шмелей очень беден по сравнению с биотопами вблизи к.п. Нарочь. На маршрутах Национального парка «Браславские озера» ассоциации люцерны посевной в основном посещались *Bombus lucorum*, в небольшом количестве присутствовал *B. lapidarius*. Эту ситуацию можно объяснить влиянием пессимальных экологических факторов, ограничивающих шансы шмелей, колонизирующие эту территорию: небольшое количество энтомофильных видов растений, дефицит места обитания, пригодные для гнездования.

Эвритопные *B. lucorum* и *B. terrestris* широко распространены в Брестской области (Болотов, Подболотская, 2003) и являются одними из доминирующих видов шмелей, что и подтверждают наши сборы. Распространенность этих видов в биотопах Поозерья можно объяснить их широкой экологической валентностью и трофической специализацией. Присутствие в сборах вида *Bombus (Psythirus) bohemicus*, гнездового паразита *B. lucorum*, также является вполне естественным. Интерес представляет наличие *Bombus (Psythirus) norvegicus*, поскольку, по мнению Лёкена, (1984), этот вид является гнездовым паразитом *Bombus (Pyrobombus) hypnorum*, отсутствовавшего в наших сборах. Этот факт можно объяснить тем, что: либо *B. (Psythirus) norvegicus* становится менее специализированным в экстремальных условиях, или из-за недостаточного знания биологии этого вида.

Анализ биотопической приуроченности шмелей регионов исследований позволяет в общих чертах выделить следующие основные экологические группы:

1. Лугово-полевые: *B. lapidarius*, *B. terrestris*, *B. confusus*, *B. sylvarum*, *B. muscorum*, *B. subterraneus*, *B. pomorum*, *B. ruderatus*. Часто встречается *B. lapidarius* и *B. terrestris*. В основной массе виды данной группы характерны для лесостепи и степи, поэтому в Беларуси они встречаются чаще в северном и центральном регионах.

2. Эвритопные: *B. lucorum*, *B. soroensis*, *B. ruderatus*, *B. subbaicalensis*, *B. semenoviellus*, *B. jonellus*. Виды данной группы, за исключением редкого *B. subbaicalensis*, составляют основную долю фауны шмелей Поозерья.

3. Лесные. *B. pascuorum*, *B. hypnorum*, *B. pratorum*, *B. humilis*, *B. shrencki*. Первые три являются широко распространенными, а *B. pascuorum* – даже многочисленным. *B. humilis* достаточно редок. В качестве отдельного своеобразного комплекса можно выделить комплекс шмелей Полесья, где в качестве постоянных компонентов сообществ шмелей отмечены *B. ruderatus*, *B. terrestris*.

Анализ структуры сборов демонстрирует отчетливое доминирование нескольких видов в Поозерье, в их относительно равномерное распространение на Полесье. Это можно объяснить спецификой фитоценозов, сочетанием лесных ландшафтов, антропогенно преобразованных и пойменных лугов, что создает большую сложность и разнообразие местообитаний и увеличивает видовое разнообразие

Таким образом, хорологический анализ показал преобладание в составе фауны шмелей Беларуси видов с евро-сибирским ареалами (13 видов или 48,1% фауны) и трансарктическими (12 видов, 44,4%), и наименьшее присутствие – с сибирским (1 вид, 3,7%) и европейским (1 вид, 3,7 %) типом ареала. Рассмотрение в широтном аспекте показало, что 48% видового состава фауны составляют виды с температурным распространением (13 видов), меньше видов – с суббореальным (7 видов 27%) распространением, единичны виды с аркто-температным (4 вида, 15%) и бореальным (2 вида, 8%) распространением. Использование имеющихся подходов к отнесению отдельных видов к биотопическим формам позволило констатировать преобладание лугово-полевых видов (12, или 29 % от фауны), немного меньше эвритопных – 10 (22 %) и лесные – 5 (18,5 %) видов.

Список литературы

1 Kells A.R., Goulson D. Preferred nesting sites of bumblebee queens (Hymenoptera : Apidae) in agroecosystems in the UK. Biol. Conserv. – 2003. – V. 109 – p. 165–174.

2 Riemann H. Bienen, Wespen und Ameisen (Hymenoptera Aculeata) als Besiedler von Booschungen an tiefliegenden Entwaesserungsgraeben. – 1987. – Abh. Naturwiss. Ver. Bremen. V. 40 – p. 333–346.

3 Stoate C., Boatman N.D., Borralho R.J., Carvalho C.R., de Snoo G.R. and Eden P. Ecological impacts of arable intensification in Europe. – 2001. – J. Environ. Manage. – V. 63 – p. 337–365.

4 Williams P.H. Why are there so many species of bumble bees at Dungeness. Bot. J. Linn. Soc. 1989. V. 101– p. 31–44.

D. I. KHVIR¹, V. I. KHVIR²

**PRIMARY DATA ABOUT THE BIOTOPIC AFFILIATION OF BUMBEES
(HYMENOPTERA: APIDAE: *BOMBUS* SP.) IN BELARUS**

*¹State Scientific Research Center for Bioresources
of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
firefox5603@mail.ru,*

*²Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
khvir@mail.ru*

27 species of bumblebees have been registered in the fauna of Belarus. Analysis of biotopic occurrence showed a predominance of meadow-field species, slightly less than eurytopic ones. The smallest number of species is represented by taxa with a forest type of biotopic location.

Key words: bumblebees, biotopic location, Belarus, fauna.

А. Е. ЦЫМБАЛОВА

**ОТРАЖЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА
В КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ДОКУМЕНТАХ КОРОЛЕВСТВА ИСПАНИИ**

*ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация,
tsimbalova.n@gmail.com*

В данной статье рассмотрены наиболее значимые документы, связанные с энергетическим переходом в Королевстве Испании за последние годы. Прослеживается влияние международных соглашений, подписанных Испанией, на подготовку и публикацию национальных планов, стратегий и законов в сфере энергетики и биополитики.

Ключевые слова: энергетический переход, экология, декарбонизация, Парижское соглашение, национальный план, биополитика.

Подготовка и публикация ключевых документов по вопросам энергетического перехода в Испании тесно связана с общей энергетической и климатической политикой Европейского Союза, что, в свою очередь, отвечает требованиям обеспечения международного и скоординированного ответа на проблему климатического кризиса.

Основным международным документом в этой сфере стало принятие в 2015 году Парижского соглашения на 21-й сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Соглашение было подписано в ноябре 2016 года и к нему присоединилось 196 стран [2]. Данный документ подразумевает действия стран по сокращению выбросов, реализацию внутренних мер по предотвращению изменений климата, в том числе увеличение финансовых ресурсов, углубление международного сотрудничества, а также подготовку национальных планов по энергетике, подразумевающих отчетность по ним и их обновление каждые пять лет [1]. Испания присоединилась к Парижскому соглашению, подтвердив тем самым свою приверженность политике в области энергетики и изменения климата.

Кроме того, в 2016 году Европейская комиссия представила, так называемый «зимний пакет», включающий в себя законодательные отзывы и предложения по улучшению энергоэффективности, внедрению возобновляемых источников энергии, безопасности поставок и правилам управления в сфере энергетики. К числу обязательных целей для ЕС на 2030 год были выделены: сокращение выбросов парниковых газов на 40% по сравнению с 1990 годом; 32% источников энергии от общего потребления валовой конечной энергии должны относиться к возобновляемым; повышение энергоэффективности на 32,5%. Таким образом, к 2050 году Европейский Союз сможет прийти к процветающей, современной, конкурентоспособной и благоприятной для климата экономики [9].

Переходя к концептуальным документам Испании, в первую очередь, стоит сказать о законе от 20 мая 2021 года «Об изменении климата и энергетическом переходе». В преамбуле говорится, что закон отвечает обязательствам, принятым Испанией на международном и европейском уровне, и определяет борьбу с изменением климата и энергетическим переходом в качестве одной из приоритетных политических, экономических и социальных задач, способствуя справедливому распределению ресурсов на этапе реализации перехода к декарбонизации. Данный закон выступает институциональной основой, которая способствует постепенной адаптации страны к международным стандартам координации и регуляции политики в данной сфере. Разделы закона посвящены целому ряду таких вопросов как: производство электроэнергии с использованием энергии из возобновляемых источников; мобильность транспорта с нулевым уровнем выбросов;

конкретные мероприятия по адаптации к последствиям изменения климата. Также есть разделы про мобилизацию ресурсов для осуществления энергетического перехода и борьбы с изменением климата, включающую подготовку кадров и проведение соответствующих исследований [4].

Обязательство по ограничению выбросов обуславливает отраслевую политику и предполагает изменение моделей потребления, но эта трансформация приносит преимущества, связанные с модернизацией производственной модели и энергетической системы, а также предлагает возможности трудоустройства, бизнеса и роста при условии, что учитывается среднесрочная и долгосрочная перспектива, способствующая упорядоченной декарбонизации экономики.

Реализуя взятые на себя международные обязательства, в январе 2020 года был подготовлен документ, определяющий энергетическую политику Испании, им стал «Комплексный национальный план по энергии и климату на 2021-2030 годы». В документе определены пять наиболее важных направлений деятельности: декарбонизация, включая возобновляемые источники энергии; энергоэффективность; энергетическая безопасность; развитие внутреннего энергетического рынка и исследования в сфере энергетики, инновации и конкурентоспособность [7].

Гибкость и управляемость энергетического перехода, декарбонизация экономики и ее климатическая нейтральность обозначены как основные задачи, стоящие перед Испанией в ближайшие годы. Предполагается, что таким образом удастся охватить максимум возможности для экономического развития и создания рабочих мест, возникающих в результате указанного перехода. Сам документ разделен на два больших блока: первый подробно описывает цели, процесс и меры, которые необходимы для достижения реализации плана, а второй блок включает аналитическую часть, где подробно изложены прогнозы, сценарии, тенденции и модели.

Что касается конкретных шагов, в плане говорится о необходимости конкурентной и лидерской позиции испанских компаний на рынке производства энергии из возобновляемых источников. В этом направлении действий определены две приоритетные цели: увеличить использование различных возобновляемых источников энергии и сократить стоимость этих технологий. Среди вариантов рассматриваются следующие: фотоэлектрическая энергия, концентрированная солнечная энергия, морская ветроэнергетика, энергия океана, глубокая и неглубокая геотермальная энергия.

Положения «Комплексного национального плана» дополняются «Национальным планом по адаптации к изменению климата 2021 – 2030». В нем говорится о том, что для реализации мер, предусмотренных в «Комплексном национальном плане» по увеличению использования возобновляемых источников энергии до 42% и достижения 74% возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии к 2030 году, необходимо учитывать возможные последствия изменения климата на протяжении всего этого переходного периода. Кроме того, увеличение риска засух, которые становятся более частыми, продолжительными и интенсивными, а также наводнений может повлиять на энергетические установки, расположенные на побережье. По этой причине такие изменения могут оказать существенное влияние на прогнозируемую энергетическую модель, если не предвидеть риски и не предусмотреть меры по адаптации.

В «Национальном плане по адаптации» упоминается о необходимости углубления исследований о влиянии изменения климата на потенциал производства возобновляемых источников энергии, в том числе, о потенциальном воздействии изменения климата на функциональность и устойчивость систем производства, транспортировки, хранения и распределения энергии. Много внимания уделяется энергетическому планированию, определению рисков, связанных с возникновением экстремальных ситуаций в критически важных энергетических инфраструктурах и принятию мер для предотвращения потери их функциональности [6].

«Стратегия справедливого перехода» является еще одним интересным документом в сфере энергетики и биополитики. Данная Стратегия способствует разработке промышленной политики, проведению исследований, стимулированию экономической деятельности, росту занятости и профессиональному обучению, чтобы гарантировать, что энергетический переход к новому производственному сценарию будет справедливым и социально выгодным для всех. Основное внимание уделяется максимизации возможностей трудоустройства при переходе к модели низкоуглеродного развития в соответствии с руководящими принципами Международной организации труда (МОТ) и рекомендациями Парижского соглашения. Планируется внедрение комплексных территориальных планов действий для тех регионов, где энергетический и экологический переход может создать трудности для экономической деятельности [3].

Тема энергетического перехода нашла достаточно подробное отражение в Стратегии национальной безопасности 2021 года, поскольку энергетическая уязвимость и истощаемость природных ресурсов выделены, как одни из основных угроз безопасности. В отдельном разделе говорится, что энергетический переход подразумевает более устойчивую модель, включающую в себя высокую долю возобновляемых источников энергии и способствующую достижению климатической нейтральности и большей стратегической автономии, что создает новые возможности и вызовы. В стратегии отмечается, что изменения в энергетическом секторе влечет за собой внедрение новых технологий и, следовательно, большая зависимость от них, предполагается усиление конкуренции за редкоземельные материалы и необходимость создания новых транспортных и информационных инфраструктур.

Тем не менее, экономика замкнутого цикла, основанная на повторном использовании, восстановлении и переработке материалов и изделий, поможет снизить давление на окружающую среду за счет более эффективного использования имеющихся ресурсов. Смена энергетической парадигмы и переход от зависимости от ископаемого топлива к возобновляемым технологиям – ключ к достижению климатической нейтральности. Кроме того, развитие возобновляемой энергетики позволит диверсифицировать источники энергии, тем самым, повышая безопасность и поддерживая баланс [5].

В декабре 2019 года Европейский союз представил дорожную карту Европейский зеленый курс, чтобы сделать свою экономику устойчивой и климатически нейтральной к 2050 году. Среди основных шагов выделяются: сокращение уровня выбросов к 2030 году на 55% по сравнению с уровнем 1990 года, внедрение возобновляемых источников энергии и их диверсификация, стимулирование научных исследований в этой сфере [8].

В заключении стоит сказать, что еще в феврале 2019 года правительство Испании утвердило Стратегическую энергетическую и климатическую структуру, посредством которой будут реализованы меры, способствующие переходу к устойчивой и конкурентоспособной экономической модели, нацеленной на борьбу с изменением климата. Закон об изменении климата, Комплексный национальный план и Стратегия справедливого перехода составляют концептуально-правовую основу данной структуры. Первые два элемента обозначают основные направления и цели Испании, реализуемые в этой сфере, третий элемент направлен на максимизацию социальных выгод от экологической трансформации и смягчение негативных последствий этого экологического перехода. Можно сделать вывод о том, международные и европейские соглашения в области экологии и энергетического перехода существенным образом повлияли на разработку и содержание испанских национальных планов, стратегий и законов. Во многом именно они определяют показатели, к которым будет стремиться Испания в процессе реализации энергетического перехода. Одновременно, мы видим тесную связь и между испанскими документами, проанализированными в статье, так как часто они ссылаются друг на друга и в совокупности составляют Стратегическую энергетическую и климатическую структуру Испании.

Исследование выполнено в рамках гос. задания Н-024-0_2023-2025 (FSWR-2023-0033).

Список литературы

1 Парижское соглашение [Электронный ресурс] // United Nations. Climate Change. – Режим доступа: https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_russian_.pdf – Дата доступа: 28.04.2024.

2 Что такое Парижское соглашение? [Электронный ресурс] // United Nations. Climate Change. – Режим доступа: <https://unfccc.int/ru/informaciya-ob-onuv/chto-takoe-parizhskoe-soglashenie> – Дата доступа: 28.04.2024.

3 Estrategia Transición Justa [Electronic resource] : Gobierno de España. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. – Mode of access: https://www.transicionjusta.gob.es/Documents/el_instituto/Convenios_transicion_justa/common/Estrategia_Transicion_Justa_Def.PDF. – Date of access: 27.04.2024.

4 Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética [Electronic resource] : Jefatura del Estado. «BOE» № 121. – Publ. date 21.05.2021. – Mode of access: <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/con> – Date of access: 27.04.2024.

5 National Security Strategy 2021 // Gobierno de España. Presidencia del Gobierno. – 114 p. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021 – 2030 [Electronic resource] : Gobierno de España. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. – Mode of access: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf – Date of access: 25.04.2024.

6 Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 [Electronic resource] : Marco estratégico de Energía y Clima. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. – Mode of access: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/planes-estrategias/plan-nacional-integrado-energia-clima/plannacionalintegradodeenergiayclima2021-2030_tcm30-546623.pdf – Date of access: 27.04.2024.

7 The European Green Deal sets out how to make Europe the first climate-neutral continent by 2050, boosting the economy, improving people's health and quality of life, caring for nature, and leaving no one behind [Electronic resource] // European Commission. – Publ. date 11.12.2019 – Mode of access: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6691 – Date of access: 25.04.2024.

8 Winter Package puts competitive sustainability at the heart of the European Semester [Electronic resource] // European Commission. – Publ. date 26.02.2020. – Mode of access: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_320 – Date of access: 27.04.2024.

A. E. TSYMBALOVA

REFLECTION OF THE PROBLEM OF ENERGY TRANSITION IN THE CONCEPTUAL DOCUMENTS OF THE KINGDOM OF SPAIN

*Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod,
Nizhni Novgorod, Russian Federation,
tsimbalova.n@gmail.com*

This article examines the most significant documents related to the energy transition in the Kingdom of Spain in recent years. To conclude, we can bring out the influence of international agreements signed by Spain on the preparation and publication of national plans, strategies and laws in the field of energy and biopolitics.

Key words: energy transition, ecology, decarbonization, Paris Agreement, national plan, biopolitics.

А. С. ЧЕРДАКОВА, А. О. ЧИЧКОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К РЕДЬКЕ МАСЛИЧНОЙ (*BRASSICA RAPA L.*) В УСЛОВИЯХ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина»,
г. Рязань, Российская Федерация,
cerdakova@yandex.ru

*В статье приводятся результаты экспериментальной оценки влияния гуминовых препаратов на всхожесть и прорастание редьки масличной (*Brassica rapa L.*) в условиях смоделированного низкотемпературного и солевого стрессов. Выявлено, что гуминовые препараты оказывают защитное действие по отношению к тест-культуре в условиях искусственно смоделированных абиотических стрессов.*

Ключевые слова: гуминовые препараты, абиотические стрессы, устойчивость растений.

Одной из основных глобальных экологических проблем современности является проблема перенаселения. Она создает предпосылки для развития целого ряда негативных последствий, одним из которых выступает продовольственная проблема. Ее решение требует интенсификации и химизации сельского хозяйства. Однако дальнейшая химизация в растениеводстве уже не позволит увеличивать объемы урожаев, а лишь приведет к накоплению токсикантов в продукции. Значительная часть потерь урожая в России связана с влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды. Наибольшую угрозу для сельскохозяйственных культур представляют высоко- и низкотемпературные стрессы, засуха и засоление почв.

В этой связи возникает необходимость научного поиска средств повышения устойчивости растений к действию абиотических стрессов. По мнению ряда исследователей, в данном аспекте весьма перспективны природные физиологически активные соединения – гуминовые вещества и промышленные препараты на их основе [3-5]. Гуминовые вещества обладают высокой биологической активностью, которая обусловлена их полифункциональностью, поверхностной активностью и окислительно-восстановительными свойствами. Гуминовые вещества выступают в качестве источника питательных веществ, обладают гормоноподобной и антиоксидантной активностью, являются модификаторами ферментов и редокс-соединениями [1–2]. Однако в настоящее время вопрос применения гуминовых препаратов в качестве адаптогенов растений остается еще малоизученным.

Целью работы являлось исследование защитного действия гуминовых препаратов по отношению к растениям в условиях абиотических стрессов.

Объектом исследования выступал промышленный гуминовый препарат «Экорост», представляющий собой раствор гуминовых и фульвокислот, полученный из торфа по технологии гидродинамической кавитации. Краткая характеристика препарата представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика гуминового препарата «Экорост»*

Показатели	Характеристика
1	2
Агрегатное состояние	жидкое (раствор)
Сырье	низинный торф

Окончание таблицы 1

1	2
Технология получения	гидродинамическая кавитация
<i>pH</i> , ед. <i>pH</i>	7,3
Сумма гуминовых и фульвовых кислот, г/л	70,0
Азот общий, г/л	2,8
Калий общий, г/л	5,8
Фосфор общий, г/л	0,01
Примечание: *по данным производителя.	

Таблица 2 – Схема эксперимента

№ п/п	Вариант эксперимента	Краткое условное обозначение
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СТРЕСС		
1.	Контроль (дистиллированная вода)	КТ
2.	0,01 % водный раствор гуминового препарата «Экорост»	0,01 ГПТ
3.	0,1 % водный раствор гуминового препарата «Экорост»	0,1 ГПТ
4.	1,0 % водный раствор гуминового препарата «Экорост»	1,0 ГПТ
СОЛЕВОЙ СТРЕСС		
5.	Контроль (дистиллированная вода) + 0,15 М NaCl	КС
6.	0,01 % водный раствор гуминового препарата «Экорост» + 0,15 М NaCl	0,01 ГПС
7.	0,1 % водный раствор гуминового препарата «Экорост» + 0,15 М NaCl	0,1 ГПС
8.	1,0 % водный раствор гуминового препарата «Экорост» + 0,15 М NaCl	1,0 ГПС

Исследования осуществлялись в условиях лабораторных экспериментов, в которых были искусственно смоделированы абиотические стрессы растений: низкотемпературный и солевой. В исследовании применялся метод биотестирования (метод проростков). В качестве тест-культуры использовалась редька масличная (*Brassica rapa* L.).

Экспериментальные исследования проводились в чашках Петри, которые выступали в качестве сосудов для проращивания семян тест-культуры. Субстратом для проращивания семян выступали водные растворы гуминового препарата «Экорост» различной концентрации и дистиллированная вода (на контрольных вариантах эксперимента). При моделировании низкотемпературного стресса растений подготовленные чашки Петри термостатировали при температуре + 4 °С в течение 72 часов. При моделировании солевого стресса в подготовленные чашки Петри вносили 0,15-молярный раствор хлорида натрия и далее термостатировали при температуре + 25 °С в течение 72 часов. Повторность в эксперименте – четырехкратная. Схема проведенных экспериментальных исследований представлена в таблице 2.

Проведенные исследования позволили выявить довольно высокую устойчивость редьки масличной (*Brassica rapa* L.) к низкотемпературному стрессу. Так, при проращивании семян в условиях низких температур их всхожесть на контрольных вариантах эксперимента составила более 85 % (рисунок 1).

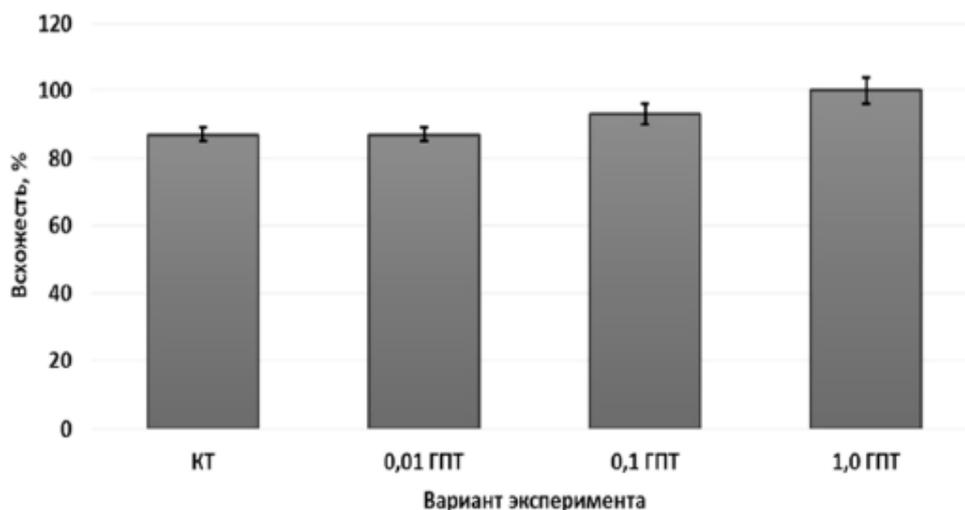


Рисунок 1 – Всхожесть семян тест-культуры в условиях смоделированного низкотемпературного стресса

При этом использование гуминового препарата «Экорост» позволило в еще большей степени повысить толерантность редьки масличной (*Brassica rapa* L.) к низким температурам, что выражалось в увеличении всхожести семян на 5-10 % в зависимости от концентрации препарата. Также проращивание семян на водных растворах гуминового препарата способствовало увеличению средней длины зародышевого корешка по сравнению с контролем на 8-33 % в зависимости от дозы препарата (рисунок 2).

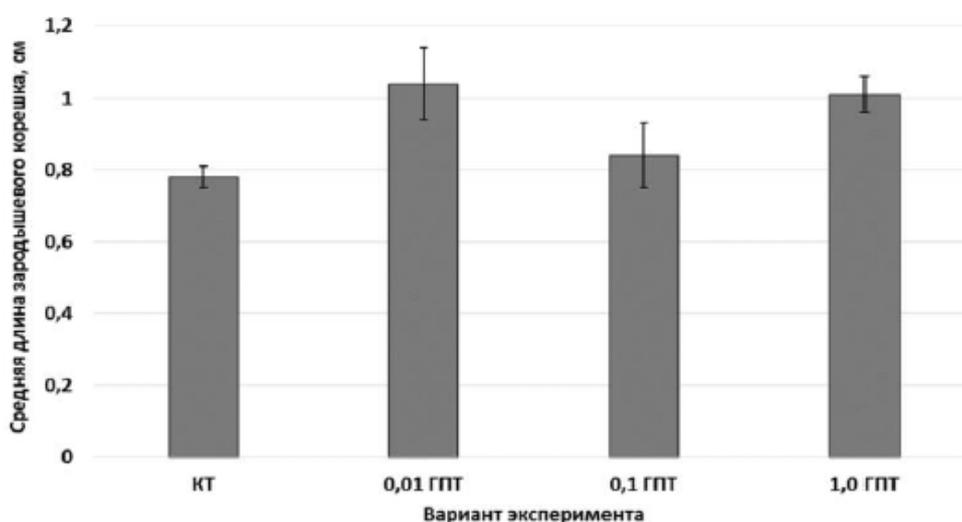


Рисунок 2 – Изменение средней длины зародышевых корешков тест-культуры в условиях смоделированного низкотемпературного стресса

Наиболее выраженный адаптогенный эффект наблюдался при использовании 0,01 % водного раствора препарата «Экорост», при этом средняя длина зародышевого корешка увеличилась более чем на 30 % по сравнению с контролем.

Более заметный адаптогенный эффект гуминовый препарат оказал на семена редьки масличной (*Brassica rapa* L.) в условиях солевого стресса (рисунок 3).

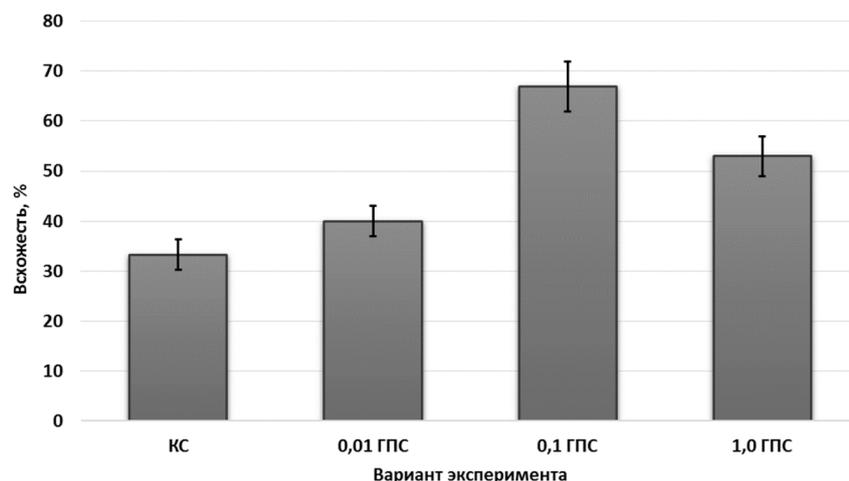


Рисунок 3 – Всхожесть семян тест-культуры в условиях смоделированного солевого стресса

Так, всхожесть семян на контроле составляла чуть более 30 %. Проращивание семян на растворах гуминового препарата позволило увеличить их всхожесть на 5-30 % в зависимости от дозы препарата. Максимальный эффект отмечался при использовании 0,1 % водного раствора препарата, на данных вариантах солевой стресс был существенно нивелирован и всхожесть семян выросла практически до 70 %.

Использование гуминового препарата позволило значительно минимизировать ингибирующее действие высоких концентраций солей на рост и развитие проростков семян тест-культуры (рисунок 4).

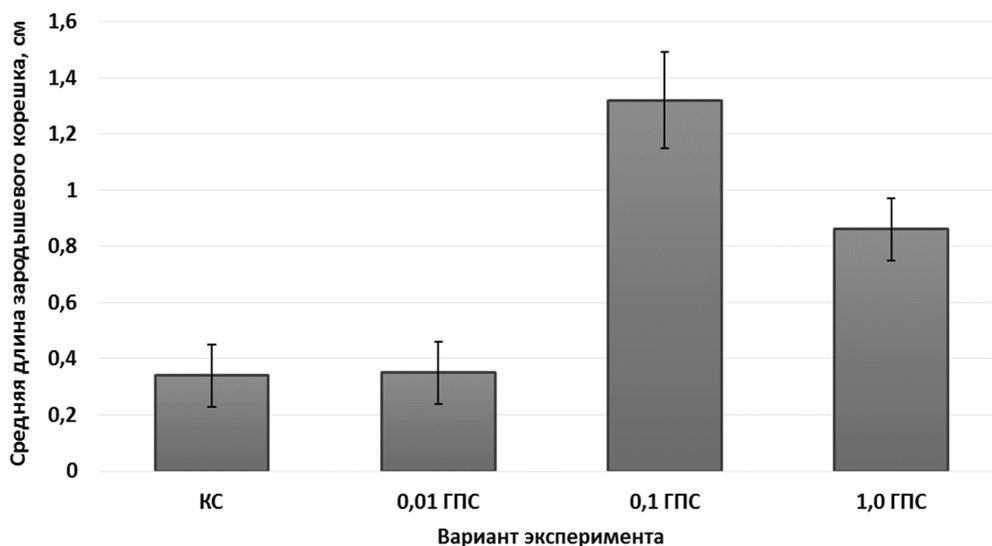


Рисунок 4 – Изменение средней длины зародышевых корешков тест-культуры в условиях смоделированного солевого стресса

Так, под влиянием препарата «Экорост» отмечалось увеличение средней длины зародышевого корешка в 2,5-3,5 раза по сравнению с контролем.

Таким образом, проведенные исследования показали наличие выраженных адаптивных свойств у гуминового препарата «Экорост» по отношению к редьке масличной (*Brassica rapa* L.) в условиях низкотемпературного и солевого стресса.

Список литературы

1 Куликова, Н.А. Защитное действие гуминовых веществ по отношению к растениям в водной и почвенной средах в условиях абиотических стрессов : дис. ... д-ра биол. наук / Н.А. Куликова. – Москва, 2008. – 302 с.

2 Поволоцкая, Ю.С. Адаптогенные свойства гуминовых препаратов (обзор) / Ю.С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 3-1. – С. 128–130.

3 Karimian Z., Samiei L., Nabat J. Alleviating the salt stress effects in *Salvia splendens* by humic acid application / Z. Karimian, L. Samiei, J. Nabat // Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. – 2019. – Vol. 18. – N 5. – P. 73–82.

4 Influence of humic acid molecular fractions on growth and development of soybean seedlings under salt stress / R. Matuszak-Slamani et al. // Plant Growth Regulation. – 2017. – Vol. 83. – N 3. – P. 465–477.

5 Effect of humic acid on germination, growth, and photosynthetic pigments of *Medicago sativa* L. under salt stress / A. Sofi, M. Ebrahimi, E. Shirmohammadi // Ecopersia. – 2018. – Vol. 6. – N 1. – P. 21–30.

A. S. CHERDAKOVA, A. O. CHICHKOVA

STUDY OF THE PROTECTIVE EFFECT OF HUMIC PREPARATIONS IN RELATION TO *BRASSICA RAPA* L. UNDER CONDITIONS OF ABIOTIC STRESS

*Ryazan State University named for S. Yesenin,
Ryazan, Russian Federation,
cerdakova@yandex.ru*

*The article presents the results of an experimental assessment of the effect of humic preparations on the germination and germination of oilseed radish (*Brassica rapa* L.) under simulated low-temperature and salt stress conditions. It was revealed that humic preparations have a protective effect in relation to the test culture under conditions of artificially simulated abiotic stress.*

Key words: humic preparations, abiotic stresses, plant resistance.

В. А. ЧЕЧКО

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОЭКОЛОГИИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
НЕГЛУБОКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ЭСТУАРНО-ЛАГУННЫХ ВОДОЕМОВ
(НА ПРИМЕРЕ КАЛИНИНГРАДСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ)**

*Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН,
г. Москва, Российская Федерация,
che-chko@mail.ru*

Представлены геоэкологические особенности донных отложений Калининградского залива - крупнейшего полузамкнутого водоема лагунного типа Балтийского моря. Не смотря на повышенную антропогенную нагрузку, значения концентраций Co, Cu, Ni и Pb в донных отложениях залива не превышают геохимического фона, а также ниже их концентраций в земной коре. Это обусловлено специфической обстановкой осадконакопления неглубоких водоемов, для которых характерны процессы ре-суспензии. При этом в водоемах, имеющих водообмен с морем, загрязненные глинистые и илистые частицы донных отложений при определенных условиях могут с потоками воды выноситься в море.

Ключевые слова: Калининградский залив, донные отложения, ре-суспензия, тяжелые металлы, самоочищение.

Одной из задач геоэкологии является исследование источников антропогенного воздействия на компоненты природных и природно-техногенных геосистем, их интенсивности и пространственно-временного распределения. Остановимся на одной важнейшей компоненте водной экосистемы - на донных отложениях. Они являются источником информации об условиях, существовавших в водоеме в историческом прошлом и конечной субстанцией аккумуляции загрязняющих веществ в результате сорбции и седиментации. Это - депонирующая среда водной экосистемы, из которой элементы могут мигрировать в водную толщу. Таким образом, донные отложения представляют собой естественный индикатор геоэкологической обстановки и позволяют оценивать современное экологическое состояние водной среды.

Калининградский залив занимает северо-восточную часть Вислинского залива - крупнейшего мелководного бассейна лагунного типа Балтийского моря, расположенного в его юго-восточной части (рисунок 1). Это трансграничный водоем, северо-восточная половина которого находится под юрисдикцией России (Калининградский залив), а юго-западная под юрисдикцией Польши. От моря он отделяется песчаной пересыпью, а водообмен с ним осуществляется через судоходный пролив, причем для залива типичны сгонно-нагонные процессы, играющие роль приливов-отливов [1].

Экосистема залива в целом, и донные отложения в частности, находятся под все возрастающей антропогенной нагрузкой. Основные геоэкологически напряженные обстановки связаны с расположением в акватории залива морского судоходного канала, функционированием портов, нефтяных терминалов, с активным рыболовством, строительством и реконструкцией гидротехнических сооружений.

Интересными оказались результаты исследования содержания и особенностей пространственного распределения наиболее опасных, канцерогенных тяжелых металлов (Pb, Cu, Ni, Co) в поверхностном слое донных отложений залива [2]. Важно отметить, что интенсивность аккумуляции донными отложениями загрязняющих веществ зависит от их вещественно-генетического типа – максимальное накопление свойственно илистым отложениям, минимальное – песчаным.



Рисунок 1 – Расположение Калининградского залива

Не смотря на повышенную антропогенную нагрузку, выяснилось, что средние значения концентраций данных металлов даже в илистых отложениях залива не превышают геохимического фона. Для подтверждения достоверности полученных данных значения концентраций тяжелых металлов были сравнены с кларком содержания элементов в земной коре. Результаты сравнения показали, что содержание Co, Cu, Ni и Pb в отложениях залива также значительно ниже их концентраций в земной коре.

Невысокие содержания в донных осадках залива Co, Cu, Ni и Pb (относительно их фоновых значений и кларка в земной коре) свидетельствуют о важнейшей особенности геоэкологии донных отложений полузамкнутых водоемов, имеющих связь с морем. В данном случае, она проявляется в том, что, не смотря на серьезную антропогенную нагрузку, в целом в осадках залива не прослеживается техногенной составляющей тяжелых металлов.

На наш взгляд, это обусловлено специфической обстановкой осадконакопления неглубокого водоема, для которого характерны процессы ре-суспензии, т.е., регулярного взмучивания донных отложений под действием волн и течений. При небольших глубинах волнение и ветровые течения охватывают всю водную толщу и воздействуют на дно, вызывая взмучивание донных отложений [3]. В таких условиях некоторые сорбированные подвижные формы поллютантов способны переходить из поднятых со дна осадочных частиц в воду, таким образом, донные отложения могут выступать источником вторичного загрязнения водоема.

Взмученные глинистые и илистые частицы донных отложений могут находиться во взвешенном состоянии довольно продолжительное время, а при сгонных явлениях, характерных для залива, некоторая их часть с потоками воды может выноситься за его пределы, в море. Как было отмечено выше, загрязняющие вещества накапливаются преимущественно в глинистых и илистых частицах. Следовательно, можно предположить, что вместе с такими частицами из залива в море выносятся также и всевозможные загрязняющие вещества. Таким образом, в заливе функционирует естественный механизм самоочищения донных отложений.

Разумеется, ветро-волновое взмучивание характерно для всех неглубоких водоемов, включая озера. Особенность состоит в том, что в озерах, как в замкнутых водоемах, не имеющих водообмена с морем, взмучивание приводит лишь к перераспределению осадочных компонентов в пределах акватории, исключая их вынос в море. Со временем все взмученные частицы опять осядут на дно, обуславливая аккумуляцию загрязняющих веществ в толще отложений.

Процессы взмучивания донных отложений, сопровождающиеся выносом тонкого осадочного материала в море, благоприятно сказываются на экосистеме, при сохранении данной обстановки осадконакопления заливу в будущем не грозит обмеление, заиление или превращение в водоем зарастающего типа.

Список литературы

1 Блажчишин, А.И. Геоэкология Вислинской лагуны / А.И. Блажчишин, // Проблемы физической и экономической географии Калининградского региона. – 1995. – С. 38-46.

2 Чечко, В.А. Пространственное распределение тяжелых металлов в донных осадках Калининградского залива / В.А. Чечко, В.Ю. Топчая // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 3. – С. 86–91.

3 Чубаренко, Б.В. Анализ зон вторичного загрязнения акваторий Калининградского и Куршского заливов / Б.В. Чубаренко // География и природные ресурсы. – 1994. – №3. – С. 33–40.

V. A. CHECHKO

GEOECOLOGICAL FEATURES OF BOTTOM SEDIMENTS OF SHALLOW COASTAL ESTUATORY-LAGOON BODIES (ON THE EXAMPLE OF THE KALININGRAD BAY OF THE BALTIC SEA)

*P. P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russian Federation,
che-chko@mail.ru*

The paper presents geoecological features of bottom sediments of the Kaliningrad Bay, the largest semi-enclosed lagoon-type water body of the Baltic Sea. Despite the increased anthropogenic load, the concentrations of Co, Cu, Ni and Pb in the bottom sediments of the bay do not exceed the geochemical background, and are also lower than their concentrations in the earth's crust. This is due to the specific conditions of sedimentation of shallow water bodies, which are characterized by resuspension processes. At the same time, in water bodies that have water exchange with the sea, contaminated clay and silt particles of bottom sediments under certain conditions can be carried out into the sea with water flows.

Key words: Kaliningrad Bay, bottom sediments, resuspension, heavy metals, self-purification.

А. А. ШВЕД, Г. Л. ОСИПЕНКО

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-КРАЕВЕДЧЕСКИХ МАРШРУТОВ КАК НАПРАВЛЕНИЕ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

В статье рассмотрены понятия «Экологическая тропа», «Экологический маршрут» и их сущность. Перечислены основные типы экологических троп и основные условия при прокладке маршрута, на основе которых нами был разработан эколого-краеведческий маршрут. В статье предоставлена карта по предложенному нами маршруту и перечислены его станции.

Ключевые слова: экологическая тропа, экологический маршрут, эколого-краеведческий маршрут, воспитание, формирование, исследовательская деятельность.

Эколого-краеведческий маршрут направлен на изучение биоценозов, экосистем и их отдельных элементов, памятников природы и архитектуры при помощи экскурсовода, учителя, сопровождающего, который доносит информацию лично. Он способствует познанию окружающей природы и взаимосвязи её с человеком, определению местных экологических проблем, поиску и практической реализации доступных для ребят путей их решения. Таким образом, при изучении экосистем местности резонно уделять большее значение рассмотрению проложенного на ней эколого-краеведческого маршрута.

Экологический маршрут можно назвать зоной образования и воспитания школьников в природных условиях. Он разрабатывается с учётом природных и исторических особенностей местности, направлен на формирование у школьников потребности бережного отношения к природе и изучению предметов естественного цикла. Чаще всего эколого-краеведческий маршрут проходит через различные природные объекты, имеющие эстетическую, природоохранную и историческую ценность, на котором идущие получают информацию об этих объектах. Для разработки собственного эколого-краеведческого маршрута следует разбираться в классификации экологических троп [1].

Различают следующие типы экологических троп:

а) Прогулочно-познавательные тропы (могут быть летними и зимними). Маршруты прокладываются вблизи городов и других крупных административных образований).

б) Познавательно-туристические. Прокладываются в зонах активного отдыха, с малой плотностью населения.

в) Учебно-экологические тропы. Маршруты прокладываются в городских рекреационных зонах, в том числе в парках, лесопарках и вблизи населенных пунктов.

При выборе маршрута экологической тропы учитываются основные условия:

а) доступность маршрута для посещения учащимися, например, близость к школе, летнему лагерю, пришкольному участку;

б) посещаемость маршрута тропы местным населением, отдыхающими;

в) эстетическая выразительность окружающего ландшафта и информационная ёмкость маршрута;

г) безопасность;

д) малозатратность.

Особенность процесса экологического обучения и воспитания на тропах природы состоит в том, что он строится на основе непринужденного усвоения информации и норм поведения непосредственно в природном окружении.

В каждом конкретном случае на экологической тропе продолжительность экскурсии будет зависеть от состава группы, от цели экскурсантов.

Экологический маршрут – место и средство более подробного ознакомления с теми или иными биоценозами, представителями флоры и фауны, возможность оценить экологическую ситуацию и антропогенное влияние на природу. Не все остановки маршрута обязательны для прохождения во время экскурсии, при проведении тематических экскурсий часть остановок может быть пропущена, на других можно остановиться более длительное время и рассказ может быть подробнее.

Экологический маршрут способствует: формированию у школьников различных возрастных групп элементарных представлений о взаимосвязях и взаимодействиях живых организмов со средой обитания, бережного отношения к природным объектам; развитию устойчивого интереса к природе, её живым и неживым объектам и природным явлениям, потребности познания окружающего мира, вдумчивого и бережного отношения к объектам природы; воспитанию экологической культуры и стойких природоохранных и природоведческих тенденций [2].

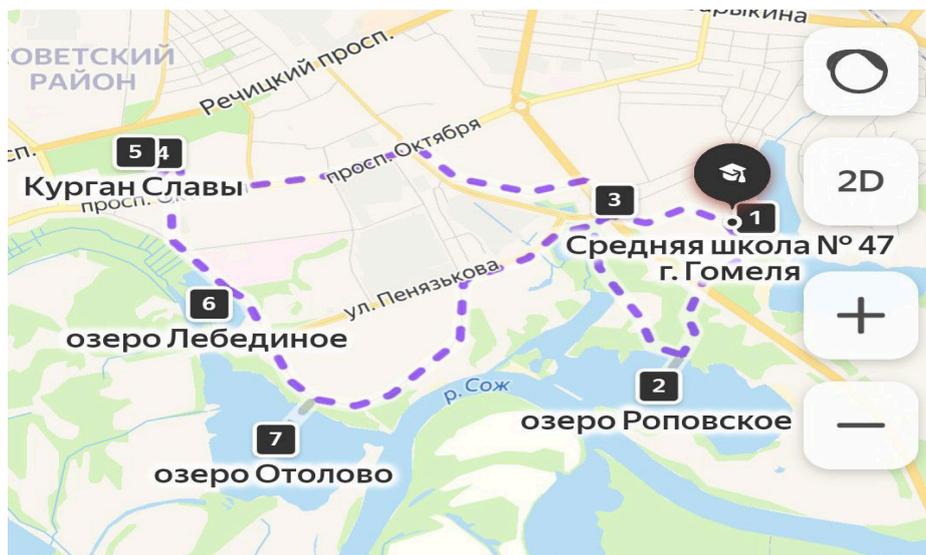
Основным требованием к маршруту экологической тропы является доступность к демонстрируемым объектам. Кроме того, желательно, чтобы экскурсии начиналась и заканчивались в одном и том же месте.

Экологический маршрут можно использовать для организации исследовательской деятельности школьников. Он должен предусматривать совместное обсуждение со школьниками определение объекта и предмета исследования, а также подготовку программы исследования. В последующем это предусматривает: проведение рекогносцировки на местности, что предусматривало подбор местообитаний для выполнения работы; подбор методики исследования, её апробация и сбор полевого материала. Исследовательская деятельность школьников на экологическом маршруте должна завершаться обработкой собранного материала и написанием исследовательской работы.

Таким образом, экологические тропы и маршруты оказывают колоссальное влияние на формирование экологической культуры и образования. Экологические тропы позволяют продуктивно использовать прогулки для экологических занятий [3].

Для изучения водных экосистем Советского района города Гомеля также вполне уместна проектировка эколого-краеведческого маршрута. Таким образом, задачей данной тропы будет не только изучить вместе со школьниками водные экосистемы Советского района и оценить экологическую ситуацию и антропогенное влияние на водоемы, но и посетить культурные и исторические памятники, находящиеся рядом с рассматриваемыми водоемами, с целью развития у школьников интереса к истории своей малой родины и воспитания в них патриотизма.

Спроектированный маршрут является маршрутом учебно-экологического типа и соответствует всем основным условиям к его реализации. Отправной точкой данного маршрута является школа № 47, и он включает в себя 7 остановок, среди которых 5 относятся к водным объектам, а 2 к культурно-историческим соответственно. Выглядит данный маршрут следующим образом (рисунок 1).



- 1 – Остановка «Озеро Любенское»; 2 – Остановка «Озеро Роповское»;
 3 – Остановка «Монумент воинам-интернационалистам»;
 4 – Остановка «Пруд парка «Фестивальный»; 5 – Остановка «Курган Славы»;
 6 – Остановка «Озеро Лебединое»; 7 – Остановка «Озеро Отолово»

Рисунок 1 – Эколого-краеведческий маршрут по Советскому району

При организации исследовательской деятельности на данной тропе, объектами исследования можно выделить культурные памятники Советского района и его водные объекты. Исходя из этого, темами для исследовательских работ учащихся в дальнейшем могут стать как объекты исследования, так и каждый отдельно рассматриваемый предмет исследования. Перечислим некоторые примеры таких тем: «Особенности экосистемы озера Лебединое», «Значение Кургана Славы как памятника культуры», «Водные объекты Советского района города Гомеля» и т.д.

Список литературы

1 Осипенко, Г.Л. Экологическая тропа – важная часть экологического образования у младших школьников / Г.Л. Осипенко, А.Д. Карпова// Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды [Электронный ресурс]: VI Международная научно-практическая конференция (Гомель, 2 – 3 июня 2022 года): сборник материалов / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. Ун-т им. Ф. Скорины; редкол.: А. П. Гусев (гл. ред.) [и др.]. – Электрон. текст. данные (11,0 МБ). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – С. 327–329.

2 Осипенко, Г.Л. Использование учебного эколого-краеведческого маршрута «Солнечный» в школе для повышения качества экологического образования/Г.Л. Осипенко // Географические аспекты развития регионов: V межд. Практ. Конференция (Гомель, 25-26 мая 2023 года): сборник материалов/М-во образования Республики Беларусь, Гомельский государственный университет имени Ф.Скорины, воронежский гос. ун-т, Гомельский обл. отдел оществ. Обр-ния «Белорусское географическое общество», Российский центр науки и культуры в Гомеле; редкол: А.И. Павловский (гл. ред) и др. – Электрон. текст. данные (74,2 МБ). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. С. – 340 – 343.

3 Азизов, Р.Б. Экологическая тропа как средство формирования экологической культуры населения в Туркменистане/ Р.Б. Азизов, Г.Л. Осипенко // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы XI Международной научно-практической конференции, Брянск, 29 апреля 2022 г. – Брянск, БГИТУ, 2022. – С.193–195.

A. A. SHWED, G. L. OSIPENKO

**DESIGN OF ECOLOGICAL AND LOCAL HISTORY ROUTES AS A DIRECTION
OF SCIENTIFIC ACTIVITY**

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
nekrafoaalina@gmail.com*

The article discusses the concepts of «Ecological trail», «Ecological route» and their essence. The main types of ecological trails and the main conditions for laying out the route are listed, on the basis of which we developed an ecological and local history route. The article provides a map of our proposed route and lists its stops.

Key words: ecological trail, ecological route, ecological and local history route, education, formation, research activities.

А. М. ШУЛЬГОВИЧ, В. Б. СТЕПАНЕНКО,
Н. В. ВОРОНОВА-БАРТЕ, С. С. ЛЕВЫКИНА

ЦИТОХРОМЫ P450 КЛАДЫ СУР4 В ГЕНОМАХ ТЛЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ ПИЩЕВОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИЕЙ

Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь,
anyashulgovich@gmail.com

Проведена аннотация цитохромов P450 4 клады у тлей–монофагов *Macrosiphum albifrons* и *Macrosiphum rosae*. А также проведено сравнение количества ортологов цитохромов из этой клады среди других видов тлей. Установлена взаимосвязь между пищевой специализацией и числом копий генов.

Ключевые слова: аннотация генов, ортологи, геномика насекомых, тли.

Тли наносят серьезный экономический урон сельскохозяйственным и многим другим возделываемым культурам. Одной из особенностей данного таксона является быстрая адаптация к вторичным метаболитам растений, а также к различным инсектицидам. Предполагается, что это происходит из–за увеличения копийности генов, участвующих в детоксикации чужеродных веществ. Поэтому изучение белков, которые включаются на различных этапах выведения ксенобиотиков, является основополагающим в поиске эффективных средств контроля их численности.

Цитохромы P450 представляют собой суперсемейство ферментов, содержащих гем в качестве кофактора, которые функционируют как монооксигеназы. P450 филогенетически разделены на 4 клады: СУР2, СУР3, СУР4 и митохондриальную.

В кладу СУР4 входят семейства генов СУР4 и СУР380. Большое разнообразие генов в кладе СУР4 в том числе отражается в большом разнообразии функций. Например, некоторые СУР4 ответственны за метаболизацию ксенобиотиков, другие связаны с метаболизмом феромонов.

В работе будут изучены гены цитохромов P450 тлей–монофагов, что будет сделано впервые, так как их геномы ранее не были аннотированы. Монофаги, в отличие от полифагов, питаются на растениях из одного семейства и их системы детоксикации сталкиваются с относительно ограниченным количеством специфических веществ. Также в работе будет проведен анализ ортологов среди тлей с разной пищевой специализацией (таблицы 1, 2, 3, 4).

Таблица 1 – Список видов тлей, взятых для сравнительного анализа

Вид	Код доступа	Пищевая специализация
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	GCF_005508785.1	олигофаг
<i>Aphis gossypii</i>	GCF_020184175.1	полифаг
<i>Diuraphis noxia</i>	GCF_001186385.1	олигофаг
<i>Myzus persicae</i>	GCF_001856785.1	полифаг

Таблица 2 – Структурно-функциональное описание цитохромов P450 4 клады в геноме *M. rosae*

Ген	Идентификационный номер	Локус (ориентация)	Длина гена, п.н.	Число экзонов	Сумм. длина экзонов, п.н.
CYP380C35	MACRO00014447	Scaffold_151064 (+)	863	3	429
CYP4CJ14	MACRO00003581	Scaffold_163055 (+)	7215	10	1437
CYP4CJ10	MACRO00017345	Scaffold_168474 (-)	871	4	624
CYP4G51	MACRO00003481	Scaffold_157984 (-)	4146	12	1701
CYP380C6	MACRO00005964	Scaffold_167019 (+)	2353	7	822
CYP4CJ2	MACRO00002783	Scaffold_178083 (-)	9129	11	1533
CYP380C7	MACRO00006007	Scaffold_159229 (-)	3481	7	873
CYP4CK1	MACRO00005953	Scaffold_158406 (-)	5786	7	1107
CYP4CH8	MACRO00007987	Scaffold_160718 (-)	2135	5	969
CYP4CH1	MACRO00017272	Scaffold_159212 (-)	1512	4	1014
CYP380C5	MACRO00014337	Scaffold_154115 (+)	1303	3	489
CYP380B1	MACRO00004294	Scaffold_159429 (+)	4124	9	1010
CYP380C34	MACRO00008198	Scaffold_151956 (+)	1201	5	672
CYP380C2	MACRO00012657	Scaffold_152606 (-)	1265	3	405

Впервые была проведена структурно-функциональная аннотация геномов тлей-монофагов – *M. rosae* и *M. albifrons*. Финальная структура генома для обоих видов является консенсусом между моделями, построенными по белковой гомологии, РНК-гомологии, и предсказанными скрытыми марковскими моделями. Этот процесс осуществлялся в программе Evidence Modeller [1].

Идентификация доменов в консенсусной модели проводилась по поиску IPR и Pfam-доменов в Interproscan [2]. Каждый ген цитохрома P450 4 клады, обнаруженный в геномах *M. albifrons* и *M. rosae*, был прокурирован в геномном браузере Apollo. А именно была подобрана наиболее подходящая модель гена, скорректированы границы экзонов (обнаружены старт- и стоп-кодоны), найдены канонические сайты сплайсинга [3].

Таблица 3 – Структурно-функциональное описание цитохромов P450 4 клады в геноме *M. albifrons*

Ген	Идентификационный номер	Локус (ориентация)	Длина гена, п.н.	Число экзонов	Сумм. длина экзонов, п.н.
CYP4CJ1	MALB00017903	Scaffold_140347(-)	6365	8	1050
CYP4CJ10	MALB00029780	Scaffold_130869(+)	934	4	717
CYP4G51	MALB00002349	Scaffold_146731(-)	3552	9	1032
CYP4CK1	MALB00009039	Scaffold_147540(-)	19121	10	1308
CYP4CH3	MALB00008096	Scaffold_130515(-)	682	3	536
CYP4CH6	MALB00029395	Scaffold_139842(+)	801	3	555
CYP4CJ4	MALB00011556	Scaffold_145339(+)	28701	18	2171
CYP380C7	MALB00017453	Scaffold_147063(+)	3422	7	747
CYP380C35	MALB00013453	Scaffold_134438(-)	5174	8S	867
CYP380B1	MALB00022839	Scaffold_141029(+)	4336	8	870
CYP380C35	MALB00020680	Scaffold_159251(+)	735	3	363
CYP380C9	MALB00029848	Scaffold_135815(+)	2457	4	489
CYP380C6	MALB00025809	Scaffold_157769(-)	2480	6	694
CYP380C34	MALB00025504	Scaffold_144231(+)	1018	4	591

Таблица 4 – Число генов в ортогруппах тлей с различной пищевой специализацией*

	<i>M. rosae</i>	<i>M. albifrons</i>	<i>D. noxia</i>	<i>A. pisum</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>M. persicae</i>
CYP4G51	1	1	1	1	1	1
CYP4CK1	1	1	1	5	1	1
CYP4CJ13	0	0	1	0	1	0
CYP4CJ14	1	1	1	1	1	1
CYP4CJ2	1	0	1	0	1	0
CYP4CJ1	0	1	1	1	1	1
CYP4CJ5/10	1	1	1	1	1	1
CYP4CH2	0	0	1	1	0	1
CYP4CH1/6	1	1	1	2	1	1
CYP4CH8/3	1	1	1	1	2	1
CYP380B1	1	1	1	1	1	1
CYP380B2	0	0	1	1	1	1
CYP380C6	1	1	1	1	1	1
CYP380C50	0	0	0	0	3	0
CYP380C7	1	1	0	4	1	3
CYP380C1	0	0	1	4	0	2
CYP380C35	2	2	5	4	0	4
CYP380C9	0	1	0	0	0	0
CYP380C34	1	1	0	0	0	0

Примечание: *в ортогруппу входит ортолог и образовавшиеся от него в процессе дупликации паралоги (копии).

Для анализа ортологов цитохромы P450 были приведены к единой номенклатуре по Нельсону, т.к. классификация NCBI характеризуется избыточностью и не отражает ход эволюции. Для этого использовалась программа CD-HIT [4]. В результате её работы каждая последовательность с доменами P450 была кластеризована с наиболее идентичной ей классифицированной последовательностью.

Для сравнительного анализа числа ортологов были взяты геномы тлей из базы данных RefSeq.

В ходе работы было обнаружено 14 генов цитохромов P450 4 клады как в геноме *M. rosae*, так и в геноме *M. albifrons*

Средняя длина гена – 3241 нуклеотидов, среднее число экзонов – 6, средняя длина экзонов – 934 нуклеотида, средняя длина интронов – 2307 нуклеотидов.

Средняя длина гена – 5223 нуклеотидов, среднее число экзонов – 6, средняя длина экзона – 798 нуклеотида, средняя длина интронов – 2307 нуклеотидов.

В геномах монофагов была найдена дупликация лишь в одном гене – CYP380C35. В геномах олиго- и полифагов встречается от 1 до 4 паралогов в ортогруппе. В том же гене CYP380C35 у олигофага *D. noxia* – 4 паралога, у олигофага *A. pisum* – 3 паралога, у полифага *M. persicae* – 3 паралога. В геномах монофагов был найден уникальный ген – CYP380C34.

Таким образом, количество паралогов у видов монофагов по сравнению с олиго- и полифагами заметно меньше. Это явно говорит о наличии связи между пищевой специализацией и числом копий генов.

Список литературы

1 Haas B.J, Salzberg S.L., Zhu W., et al. Automated eukaryotic gene structure annotation using EVIDENCEModeler and the Program to Assemble Spliced Alignments // Genome Biology. 2008. V9, №1.

2 Jones P., Binns D., Chang H., et al. InterProScan 5: genome-scale protein function classification // *Bioinformatics*. 2014. V30, №9, P. 1236–1240.

3 Lee E. Helt G., Reese J., et al. Web Apollo: a web-based genomic annotation editing platform // *Genome Biology*. 2013. V 14, №8.

4 Nelson, D.R. Cytochrome P450 Nomenclature, 2004 / D.R. Nelson // *Cytochrome P450 Protocols* / DOI: 10.1385/1-59259-998-2:1. – New Jersey: Humana Press, 2005. – Vol. 320. – P. 1–10.

A. M. SHULGOVICH, V. B. STEPANENKO,
N. V. VORONOVA-BARTE, S. S. LEVYKINA

**CYTOCHROMES P450 OF THE CYP450 CLADE
IN THE GENOMES OF APHIDS WITH DIFFERENT FOOD SPECIALIZATION**

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus,
anyashulgovich@gmail.com,*

*Annotation of cytochromes P450 of the 4th clade in aphid monophages *M. albifrons* and *M. rosae* has been carried out. A comparison was also made of the number of cytochrome orthologs of this clade among various aphid species. The relationship between food specialization and the number of copies of genes has been established.*

Key words: gene annotation, orthologs, insect genomics, aphids.

О. В. ЯНЦЕР, Е. А. БАТРАЕВА, И. С. ВИШНЯКОВА, А. В. КАРГАЕВА,
А. А. ПЛАХОВА, А. А. НОГОВИЦЫНА

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОСЕННЕГО РАЗВИТИЯ БЕРЕЗЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В СЕНТЯБРЕ 2023 ГОДА

ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация,
ksenia_yantser@bk.ru

Представлены результаты наблюдений за осенним состоянием березы пушистой и бородавчатой в природных зонах и подзонах территории России. Выявлены обратные взаимосвязи между суммами положительных температур, высотой стояния Солнца и развитием пожелтения объекта. Математически подтверждена взаимосвязь пожелтения березы и снижения количества осадков.

Ключевые слова: сезонная динамика, береза пушистая, природные зоны, ландшафтная фенология.

Для умеренных широт свойственны определенные сезонные природные явления с календарными сроками наступления. В современном динамическом ландшафтоведении набирает популярность одно из направлений – ландшафтная фенология, предметом исследования которой является сезонное развитие растений как индикатор пространственно-временных изменений физико-географических условий в природных зонах и подзонах [10]. Осенью радиационные и термический режимы снижаются, в результате разрушаются летние состояния ландшафта и наблюдается его переход к зиме. Для осени характерно наличие не более 10% годового радиационного баланса, становящегося отрицательным с октября. Для осени в умеренной полосе России характерны обесцвечивание листьев и листопад. При этом стоит отметить, что сбрасывание и пожелтение листьев осенью – это биологическое явление, которое обусловлено жизнедеятельностью растения [1], а не результат неблагоприятных климатических условий. Оно характеризует старение и отмирание листьев. Старение связывают с генетической программой, а также рассматривают как результат накопления повреждений в онтогенезе клетки, органа и растения, самоотравление организма продуктами собственного обмена веществ. Клетки листьев и других органов у некоторых растений с возрастом переполняются балластными веществами [2]. Чтобы избавиться от них, растение сбрасывает часть побегов, корней и листьев. Длину дня можно представить как биологические часы, сообщающие растениям о приближении осени. Обесцвечивание листьев – элемент естественного цикла развития древесных растений. Пожелтение листьев играет роль биологических часов в связи с изменением продолжительности дня, что подготавливает растения к зиме [4].

Единый фенологический день (далее – ЕФД) – всероссийский проект фенологической сети Русского географического общества (РГО). Он реализуется с 2012 года Свердловским областным отделением РГО, а с 2021 года стал частью проекта гражданской науки «Окружающий мир». Для одновременного исследования выбирается распространенный, известный и легкий в наблюдении объект, сезонное изменение которого описывает большое число наблюдателей в одно и то же время [9]. В результате фиксируется пространственное распространение явления на конкретной территории и выявляются различия в его развитии в регионах. За фенологический индикатор начала осени принято начало пожелтения листвы берёзы (*Betula pubescens*; *Betula Pendula* Roth.) [5]. Этот феноиндикатор, по классификации Г.Э.Шульца, относится к зональной группе и считается достаточно точным. Наблюдения проводятся *описательным* первичным методом, разработанным В.А. Батмановым [10], доступным для характеристики объекта и последующей обработки данных. Каждой фазе сезонного развития растения присвоено цифровое

обозначение, для обеспечения высокой детальности наблюдений используется шкала нормальной последовательности фенофаз – перечень последовательных фенологических состояний березы в виде прямого ряда необратимых стадий развития. Несомненным плюсом его служит то, что уже после однократного посещения участка получается законченный отчет без дополнительных расчетов (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала глазомерной оценки осеннего окрашивания листвы древесных видов растений

Балл	Описание
0	Все листья в кроне дерева имеют летний вид – зелёные.
1	Начало <u>осеннего</u> окрашивания листьев – в кроне дерева появились первые (единичные) по-осеннему окрашенные листья.
2	До 10 % листьев в кроне дерева изменили окраску на осеннюю.
3	От 10 % до 50 % листьев (менее половины) в кроне дерева изменили окраску на осеннюю.
4	От 50 % до 90 % листьев (более половины) в кроне дерева изменили окраску на осеннюю.
5	Завершение <u>осеннего</u> окрашивания листьев – в кроне дерева остались последние (менее 10 %) зелёные листья.
6	Все листья в кроне дерева окрашены по-осеннему.

В результате получена статистически достоверная характеристика сезонного развития вида в природных комплексах, выраженная в удобной математической форме, что позволяет сравнивать ландшафты, расположенные в различных климатических и микроклиматических условиях. Осенью 2023 года количество пунктов наблюдения на территории России составило 532, однако часть результатов наблюдений была выбракована, поэтому для выявления закономерностей в сезонном развитии вида выбраны только 499 пунктов. Картографирование в среде ПО ArcGIS Desktop осуществлено с применением инструмента интерполяции балльной фенологической характеристики объектов 15 сентября 2023 г. (рисунок 1). Более широкая сеть точек наблюдения представлена в европейской территории России и на Урале.

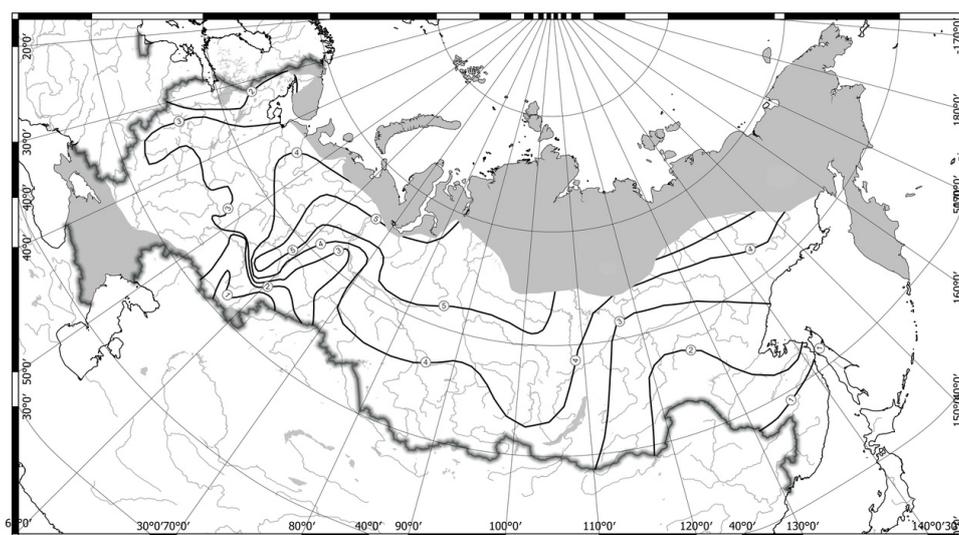


Рисунок 1 – Изофены осеннего состояния березы пушистой и бородавчатой на территории РФ 15 сентября 2023 года

По данным www.gismeteo.ru для ключевых пунктов наблюдений определена высота стояния Солнца 15 сентября и произведен расчет сумм среднесуточных температур воздуха выше 0° , $+5^{\circ}$, $+10^{\circ}\text{C}$, количества осадков (в мм) в период с 15.08.2023 по 15.09.2023 г. Осеннее отмирание листвы листопадных деревьев и кустарников в средних и высоких широтах вызвано необратимым сокращением светового периода и критическим иссушением всей корнеобитаемой толщи почвы [3, 8]. Каждый год сокращение дня происходит в одни и те же календарные сроки. В связи с этим погодичная изменчивость фенодат осеннего расцветания листвы значительно меньше, чем погодичная изменчивость других сезонных явлений [8]. Значение имеют два фактора: напряжение тепла за летний период и феноаномалии на границе весна-лето. Чем раньше заканчивается формирование листвы и рост растений, и чем теплее лето, тем раньше побеги вызревают у листопадных деревьев проходит осеннее расцветание листвы и переход в осенне-зимний покой [3]. Август 2023 г. стал самым тёплым в истории регулярных метеонаблюдений в России с 1891 г. На европейской территории жаркая погода стояла в первую половину месяца. Среднедекадные температуры превосходили нормы на $2\text{--}5^{\circ}$ и более. В третьей декаде заметно похолодало до заморозков на севере Центральной России, но все же на юге было по-прежнему очень жарко. Большую часть месяца жара держалась в азиатском регионе страны. Рекордные температуры фиксировались в Сибири, Якутии, Приморье, на Сахалине и Колыме. В начале сентября на ЕТР установились температуры, близкие к нормам, а на севере даже заметно превышающие их. Во второй декаде тепло продвинулось дальше на юг и захватило уже весь северо-запад страны и частично Центральную Россию. Рекордные максимумы теперь регистрировались в Карелии, Ленинградской, Псковской, Калининградской, Московской, Владимирской, Костромской и др. обл. В начале месяца рекордные максимумы температуры регистрировались в Забайкалье [11].

Ритмические явления у растений складываются как реакция на специфические условия их обитания [2, 6]. Многие авторы придают определяющее значение в наступлении осенних фитохенологических явлений не температурному, а световому (фотопериодическому) фактору. Следовательно, маркирующее значение принимаемых в качестве индикаторов наступления осенних периодов фитоявлений весьма относительно [7]. Корреляционная связь дат их наступления с температурными границами периодов практически отсутствует. Общеизвестен факт влияния высоты стояния Солнца и сокращения длины светового дня на скорость осеннего пожелтения листьев растений. В условиях аномально теплого начала осени нами выявлено, что в большинстве пунктов наблюдений коэффициент корреляции Пирсона между высотой стояния Солнца и осенним пожелтением равен или несколько выше среднего значения – от 0,5 до 0,6. Исключение составляют лесостепные пункты наблюдений, где он принимает значение $-0,39\dots-0,42$. Вероятно, здесь проявляется механизм эндогенно закрепленных программ популяций вида на данном ареале при подготовке к биологическому покою.

Температура служит одним из существенных абиотических факторов в развитии растений. В конце лета и в начале осени высокие температуры могут приводить к увеличению испаряемости, иссушению корнеобитаемого слоя почвы и снижению активности фотосинтеза. В подзоне северной тайги выявлена обратная зависимость между суммами температур выше 0° и развитием ассимиляционного аппарата березы. Подзона характеризуется в это время недостатком тепла, увеличение сумм положительных температур определяет более медленное развитие процесса. Однако, в данной подзоне отсутствует взаимосвязь между суммами температур $+5$ и пожелтением листьев березы. По пунктам наблюдений в средней тайге, смешанных лесах и лесостепи взаимозависимость между суммами температур выше 0 , $+5$ градусов пожелтением листьев березы в 2023 году не выявлена. В подзоне южной тайги отмечается взаимосвязь между суммами температур выше 0°C и 5°C и снижением интенсивности скорости фотосинтеза, обратная корреляция выражена соответственно коэффициентами $-0,64$ и $-0,89$. Чем больше было дней

с температурой выше $0^{\circ}\text{C} \dots + 5^{\circ}\text{C}$, тем медленнее протекал процесс пожелтения листьев березы. В широколиственных лесах также математически подтверждена взаимосвязь накопленных сумм температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ и пожелтения березы.

Вода является необходимым веществом в процессе фотосинтеза, без ее достаточного количества теряется тургорное состояние растений [6]. На европейской территории России (ЕТР) сентябрь 2023 года оказался засушливым. На большей части территории суммы осадков за месяц составили меньше половины месячной нормы. В середине сентября на севере уже падал снег. На Урале и к востоку от него, напротив, местами нормы осадков превышены в 1,5-2,0 раза и более. Рекордные осадки отмечены в Приморье и Приамурье, Забайкалье, Хабаровском крае [11]. По пунктам наблюдений в северной, средней и южной тайге и в смешанных лесах в 2023 году не выявлена взаимосвязь между количеством осадков и завершающими фазами развития ассимиляционного аппарата. Лишь в лесостепи и зоне широколиственных лесов, где береза не является лесобразующей породой, выявлен средний уровень связи между количеством осадков и пожелтением листьев березы: коэффициент достигает 0,50-0,55.

Для оптимизации сравнения показателей развития объекта на равнинных территориях в границах ареала произрастания произведен расчет скорости наступления пожелтения, в долях баллов на 100 км при движении с юга на север [11]. Минимальная скорость продвижения явления отмечена на Западно-Сибирской равнине 0,07 баллов на 100 км, средняя – на Восточно-Европейской равнине 0,11 баллов на 100 км, максимальная – в Средней Сибири – до 0,22 балла на 100 км. На Восточно-Европейской равнине при продвижении на восток, к Предуралью, ход изолиний сезонного развития отклоняется к югу и постепенно меняет характер с субширотного на субмеридиональный. В Уральских горах отмечен субмеридиональный ход изофен, эта же конфигурация проявляется в западной части Западно-Сибирской равнины. В ее центральной и восточной частях изофены располагаются субширотно, что обусловлено закономерностями изменения количества тепла и освещенности с широтой. К югу от Среднесибирского плоскогорья субширотность сохраняется, в Прибайкалье и Южном Забайкалье снова приобретают черты субмеридиональности, к востоку от 120 меридиана изофены имеют вновь субширотное простирание.

Температурный режим осенью в горных территориях характеризуется увеличением суточной амплитуды. 15 сентября 2023 года максимальными значениями корреляционных зависимостей для всей выборки наблюдений между суммами температур выше $+0^{\circ}$ $+5^{\circ}$ и пожелтением составила в Южной Сибири и Забайкалье -0,91- 0,66, большее количество дней с положительной среднесуточной температурой воздуха, наряду с увеличением количества осадков, определяло снижение скорости пожелтения листьев березы.

В целом для территории России на 15 сентября развитие процесса характеризуется пожелтением более 50 % листьев в кроне берез. В южных широтах на данную дату наблюдается начало процесса – до 10 % желтых листьев в кроне. Максимального развития – от 50 до 90 % желтых листьев и завершение осеннего окрашивания, достигает береза в северных районах Восточно-Европейской равнины, северных и центральных частях Западно-Сибирской равнины, на юге Среднесибирского плоскогорья и в южных предгорьях Северо-Востока Сибири.

Список литературы

- 1 Алиев, М. Г. Старение интактных листьев растений как эколого-ритмическое явление / М. Г. Алиев // Юг России: экология, развитие. – 2009. – № 2. – С. 34–38.
- 2 Головкин, Т. К. Пигментный комплекс растений Приполярного Урала / Т. К. Головкин, Г. Н. Табаленкова, О. В. Дымова // Ботанический журнал. – 2007. – Т. 92. – С. 1732–1741.
- 3 Елагин, И. Н. Времена года в лесах России / И. Н. Елагин. – Новосибирск : Наука, 1994. – 216 с.

4 Иванов, Н. В. Фенологические и термические индикаторы сезонного развития природы / Н. В. Иванова // Фенологическая индикация и фенопрогнозирование. – Л. : РТП ГО СССР, 1984. – С. 17–21.

5 Иванова, Ю. Р. Сезонное развитие растительных сообществ в контексте изменяющихся погодных условий низкогорий Среднего Урала / Ю. Р. Иванова, Н. В. Скок // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2019. – Т. 30, № 1-2. – С. 70–89. – DOI: 10.21513/2686-7710-2019-1-70-89.

6 Обуховский, Ю. М. Ландшафтная индикация : учебное пособие / Ю. М. Обуховский. – Минск, 2008. – 268 с.

7 Соловьев, А. Н. Корреляционные связи дат наступления сезонных явлений / А. Н. Соловьев // Известия РАН. Серия биологическая. – 2020. – № 1. – С. 105–112.

8 Шульц, Г. Э. Общая фенология / Г. Э. Шульц. – Л. : Наука, 1981. – 187 с.

9 Янцер, О. В. Из опыта картографирования результатов Единого фенологического дня / О. В. Янцер, А. С. Вдовин // Современные направления развития физической географии: научные и образовательные аспекты в целях устойчивого развития : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 65-летию Белорусского географического общества. – 2019. – С. 308–313.

10 Янцер, О. В. Фенологические методы исследований в изучении динамики ландшафтов: общий обзор / О. В. Янцер, Н. В. Скок // Вестник Башкирского государственного университета. Серия «География». – 2016. – № 1. – С. 91–100.

11 Гидрометцентр России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meteoinfo.ru>. – Дата доступа: 18.04.2024.

O. V. YANTSER, E. A. BATRAEVA, I. S. VISHNYAKOVA, A. V. KARGAEVA,
A. A. PLAKHOVA, A. A. NOGOVITSYNA

SPATIAL REGULARITIES OF AUTUMN DEVELOPMENT OF BIRCH IN THE TERRITORY OF RUSSIA IN SEPTEMBER 2023

*Ural State Pedagogical University,
Ekaterinburg, Russian Federation,
ksenia_yantser@bk.ru*

The results of observations of the autumn state of downy and warty birch in natural zones and subzones of the territory of Russia are presented. Inverse relationships have been revealed between the sums of positive temperatures, the altitude of the Sun and the development of yellowing of the object. The relationship between yellowing of birch and a decrease in precipitation has been mathematically confirmed.

Key words: seasonal dynamics, downy birch, natural areas, landscape phenology.

GONG JIA LIANG

**DIFFERENCES IN NATURAL RESOURCE MANAGEMENT SYSTEMS
IN CHINA AND BELARUS**

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
1505304347@qq.com*

The Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China is responsible for environmental protection and use of natural resources. The Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of Belarus is responsible for environmental protection. A comparison and analysis of the differences and common points between the environmental management departments of China and Belarus was carried out.

Key words: resource management system, structure of the natural resource management, natural resources, Ministry of Natural Resources, Environmental Protection.

As a valuable gift of nature, natural resources are one of the basic factors of production and the key to the economic development of a country or region, and their status and role are becoming increasingly important. Natural resource management is a series of management measures to help achieve the optimal allocation of natural resources, it involves the ecological environment, human health, social civilization and other aspects, and scientific, rational and effective natural resource management has a bearing on the sustainable development of mankind in the future.

Natural resources can be categorized at multiple levels according to their natural attributes and uses, including the three primary types of land, marine and space (cosmic) natural resource series, as well as a number of secondary and tertiary types under them; they can also be categorized on the basis of their intrinsic characteristics, for example, according to whether or not they are depletable or not, or according to the socio-economic attributes of the natural resources, which are categorized into public welfare and operational, and so on.

The Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China [1] is responsible for environmental protection and use of natural resources. In accordance with the Constitution of the People's Republic of China and the relevant laws, China's natural resources are owned by the State and the collective, with the State Council acting as the agent of State ownership, and Governments at all levels and the relevant resource management departments specifically exercising their responsibilities for the management of natural resource assets and administrative supervision.

Characteristics of China's natural resources:

- 1) more complete range of resources;
- 2) the absolute amount of resources is large;
- 3) the proportion of low-grade resources is large. A representative example is China's iron ore, which accounts for the world's third-largest reserves, but is of poor quality, with an average grade of only 34 per cent, making it more difficult to develop and utilize;
- 4) the spatial distribution of resources has both advantages and disadvantages. It is both extensive and concentrated; extensive because of the large area over which the resources are distributed, and concentrated mainly because natural resources are concentrated in the less populated and economically disadvantaged areas;
- 5) resources are highly exploited and there is a general shortage of back-up resources.

China's natural resources are mainly managed centrally by the Ministry of Natural Resources. Provinces and municipalities establish regional natural resource management sub-departments to manage and supervise local natural resources.

The Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of Belarus [2] is responsible for environmental protection. Its main duties are: State ecological appraisal of project programs; State supervision of the protection of the atmosphere; State supervision of the utilization and protection of water, land, forests, etc.; State supervision of waste recycling; development of methods for evaluating ecological-economic indicators; and development and improvement of the State system of environmental monitoring.

The Government of Belarus has developed a comprehensive body of environmental protection legislation, which sets out specific measures for the protection of the environment, land, water, plants, the atmosphere, underground resources and other areas. The main environmental legislation includes the Environmental Protection Act (1995), the Atmospheric Air Protection Act (1997), the Underground Resources Act (1997), the Water Act (1998), the Land Act (1999), the Forestry Act (2000), the State Ecological and Technological Certification Act (2000), the Ozone Layer Protection Act (2001) and the Plant Protection Act (2006), among others.



Figure 1 – Structure of the natural resource management sector in Belarus

Belarus has adopted a series of laws and regulations on environmental protection, defining the purposes and principles of environmental protection, the scope of natural resources

to be protected, projects and complexes, the rights and obligations of citizens and public organizations with regard to environmental protection, the system of ecological education, upbringing and culture, the regulation and management of the State's activities in this area, the economic mechanisms for environmental protection, the national system for studying the current situation and registering natural resources, the definition of nature conservation activities, and technical standards and scientific guarantees.

Characteristics of natural resource management in Belarus:

- 1) state-led;
- 2) centralized management;
- 3) nationalization;
- 4) sustainable development.

The Belarusian natural resource management system is similar to that of China, but differs from China in that the Belarusian Ministry of Natural Resources Management is subordinate to oblast departments, totaling six oblast commissions on natural resources and environmental protection, whereas in China the lowest level of the natural resource protection department is the municipal resource protection unit. Diagram of the structure of the natural resource management sector in Belarus and China is shown in Figures 1–2.

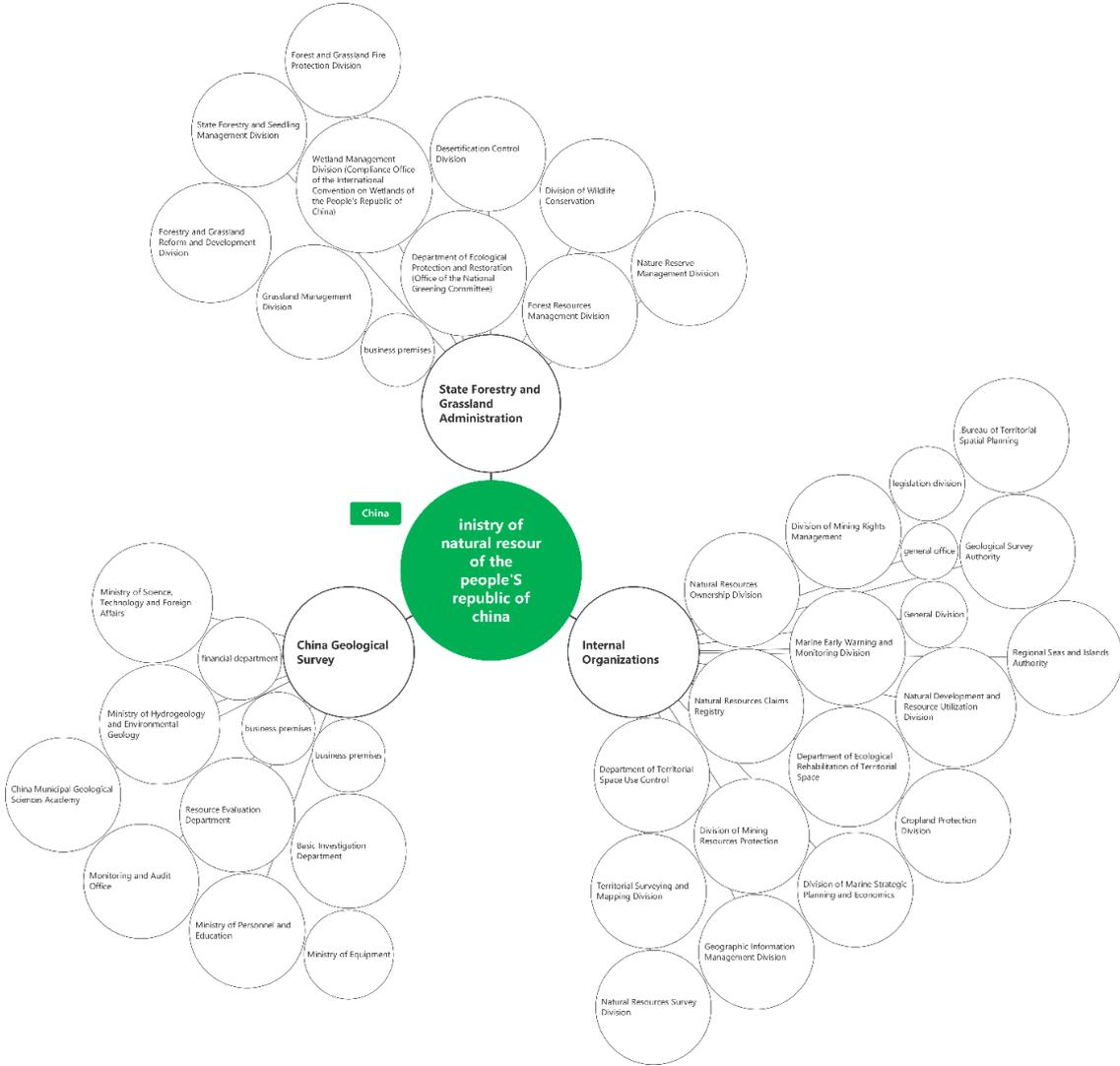


Figure 2 – Structure of the natural resource management sector in China's Natural Resources Conservation Sector

With the development of society and economic progress, the construction of environmental protection and management system takes up an increasing proportion in state administration. Each country has developed its own management system according to its own situation.

Policy guidance for law making. Through research and examination, the construction of environmental protection management system in China and Belarus started relatively late compared to other developed countries, with China creating an ecological environmental protection department in 1974 and Belarus creating an initial environmental protection department in 1960. However, at the beginning, both countries only supervised and managed their ecological environment and water resources, but did not form a perfect management system and formulate laws and regulations. With the development of the later stage, both countries formulated corresponding laws to manage their ecological environment. China adopted and enforced the law on environmental protection in 1989 and amended it in 2014, while Belarus started to formulate the corresponding law in 1992 and improved it year by year.

Both countries have set environmental protection goals and are committed to reducing pollution and promoting sustainable development.

Detection and management of ecological data. Both China and Belarus established national testing organizations at an early stage to monitor and supervise various ecological and environmental aspects of the country's water resources, mineral resources, plant and animal resources, and so on. The difference between the two countries is the direction of inspection and management, with China focusing on pollution emissions and Belarus on various aspects. The main reason for the difference between the two is the size of the country, as China has a large area and a large population and can only supervise in key areas, while Belarus inspects in all aspects.

Pollution control and abatement measures. China and Belarus focus on different aspects of pollution control, with Belarus paying more attention to nuclear and water pollution due to historical and geographical reasons, while China pays more attention to heavy metal pollution due to economic development, and has paid more attention to issues related to carbon emissions with the development of both countries in recent years. In the twenty-first century, economic development has led to a worldwide focus on carbon emissions, and both countries are equally focused on the related issues.

Environmental awareness and public participation. There is a difference between China and Belarus in the degree of importance they attach to environmental protection publicity. In China, because of the large population, it is impossible to stop all kinds of environmental protection problems in all aspects, so legislation and norms are mandatory for everyone to classify garbage, and enterprises set up relevant regulations on pollution, while in Belarus it is a popularization of publicity, and the whole nation consciously observes the relevant regulations. The situation is different in different countries, so the focus is different, but both have positive significance for environmental protection.

Through investigation and understanding, China and Belarus have their own measures for environmental protection management, not because of the differences to deny the efforts of the country, the government according to the situation of the people of the country to formulate reasonable measures everyone should comply with the relevant provisions, learn and summarize the strengths and weaknesses of the other countries, so that the environment of each country to the good direction.

The Chinese environmental protection department focuses on the development of the country and regulates and advises on all kinds of pollution and protection of the environment, while Belarus has a better foundation for environmental protection than China, and now specializes in the protection of various resources and the monitoring and testing of environmental pollution. The two countries have different focuses and therefore different systems. China is at the stage of development before governance, while Belarus is at the stage of protection before governance.

Bibliography

1 Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China. Official web site <http://www.mnr.gov.cn>.

2 Ministry of natural resources and environmental protection of the Republic of Belarus. Official web site <https://www.minpriroda.gov.by/ru>.

ГУН ЦЗЯЛЯН

РАЗЛИЧИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В КИТАЕ И БЕЛАРУСИ

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
1505304347@qq.com*

Министерство природных ресурсов Китайской Народной Республики отвечает за охрану окружающей среды и использование природных ресурсов. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Беларуси отвечает за охрану окружающей среды. Приведены сравнение и анализ различий и общих моментов между департаментами управления окружающей средой Китая и Беларуси.

Ключевые слова: система управления ресурсами, структура управления природными ресурсами, природные ресурсы, Министерство природных ресурсов, охрана окружающей среды.

T. A. TIMOFEEVA, GONG JIA LIANG

GEOCHEMICAL BARRIERS OF THE SOZH RIVER FLOODPLAIN

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
1505304347@qq.com, myshlion@mail.ru*

The article is devoted to the problem of contamination of floodplain lands of the Sozh river valley with long-lived radionuclides as a result of the Chernobyl NPP catastrophe. The conditions of formation of geochemical barriers as places of increased concentration of various chemical elements, including radionuclides, are assessed and characterised.

Key words: river valleys, geochemical barriers, migration of chemical elements.

River floodplains are unique areas that accumulate chemical substances that are brought from watershed areas. Usually quite high concentrations of macro- and microelements are accumulated. Therefore, in river valleys, which are also trans-superaqual landscapes, the accumulation of chemical substances is about 20 times higher than in watershed areas [1, 2].

The redistribution of chemical substances in the valleys depends primarily on the geochemical conditions of the territory.

The valleys are flooded annually during high water and less frequently during low water periods. Therefore, the migration of substances with rain and flood waters in river valleys requires a detailed study of the concentration of micro and macro elements for each part of the floodplain landscape (facies).

Relief plays an important role in shaping the structure of river valleys, forming macro-, and micro-facies. Each facies is characterised by unique conditions of chemical migration (figure 1).

A. I. Perelman offers a definition of geochemical barriers as a zone of abrupt changes in geochemical conditions, where various chemical elements are deposited, including by means of soil formation processes [1, 2].

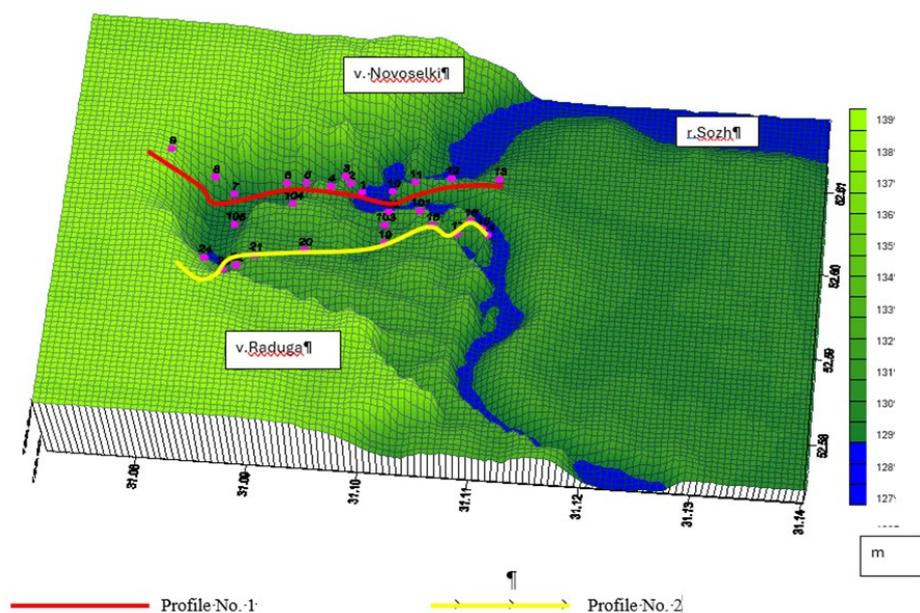


Figure 1 – Relief map of the study site

Also geochemical barriers are formed due to changes in physical and chemical conditions, which leads to the formation of hard-to-solve compounds.

Various lateral and radial geochemical barriers are formed in the river valleys of the Republic of Belarus.

We investigated a part of the Sozh River floodplain near the settlements of Novoselki and Raduga, Vetki District, Gomel Region.

The following parts of the study site were identified: the near-channel floodplain (bank, rampart), the old river (on the border of the near-channel and central floodplain), the central floodplain (raised and lowered parts), the near-terrace floodplain, and the first supra-floodplain terrace (natural meadows and arable land).

Lateral barriers of the Sozh River floodplain.

Calcium (carbonate or neutral) geochemical barrier.

In the investigated area of the Sozh valley we have identified calcium (carbonate or neutral) type of geochemical barriers in the areas of the near-terrace and central floodplain. Here high concentration of calcium in the soil cover is observed, which is also the reason of radiostrontium deposition together with calcium and iron.

Chemical elements of the second group of the periodic table of Mendeleev are mainly concentrated on calcium or neutral barriers. These are Mg, Ca, ⁹⁰Sr, etc. The higher the concentration of Ca in the soil cover of these floodplain areas, the lower is the coefficient of accumulation of radiostrontium by vegetation cover [3].

The content of exchangeable calcium in the soil cover of the Sozh river valley varies from 300 to 3100 mg/kg. Ca is very important in the formation of humus substances, as a neutral soil reaction is desirable for the development of favourable microorganisms.

In turn, Mg content in floodplain soils varies from 30 to 340 mg/kg. Maximum concentrations are found in the waterlogged depressions of the central part of the floodplain landscape. Exchangeable magnesium cations, which are contained in hydrous mica, are replaced by ¹³⁷Cs, which reduces their transfer to the herbage.

Mechanical and sorptive lateral barriers also occur in transsuperaqual landscapes.

Mechanical barriers are mainly identified in the riverine and central parts of the floodplain landscape. Sorption barriers, in turn, are identified in the first supra-floodplain terrace and some parts of the floodplain.

The central floodplain is characterised by the formation of complex barriers on both raised and lowered facies.

The formation of mechanical barriers is caused by a sharp reduction in the velocity of matter movement during the change of rock density. The abrupt transition from sandy to sandy loamy soils at the boundary of the riverine and central floodplain is the cause of the mechanical barrier on the riverine berm. The streamside floodplain is poor in chemical elements, which leads to increased migration of radionuclide [1].

Sorption geochemical barriers can occur on any part of the floodplain. They are characterised by high humification and increased physical clay content. This type of geochemical barrier retains most micro and macro elements, including radionuclides that are in solution in ionic form, especially those with active aqueous migration. However, some of them may continue to remain in exchangeable form and migrate to the herbage. Thus, sorption barriers only partially support the reduction of element migration. The simultaneous action of the biogeochemical barrier is also important here, for the accumulation of some metals.

The soil cover of the studied section of the river valley is differentiated by the granulometric composition from sandy-sandy on the river channel and central floodplain elevations to loam and alluvial-marshy on the river channel and in the depressions of the central floodplain.

The content of physical clay in the soils of the study area varies from 0–4.5 % in the humus-accumulative layer of the near channel and near terrace facies to 11–13 % in the old floodplains and the central floodplain. We have identified sorption barriers at these sites, as well as at sites with old floodplain soils on the first supra floodplain terrace.

Complex barriers of alluvial landscapes, which include mechanical and sorption geochemical barriers, rich in iron and aluminium. In the soil cover of the Sozh river valley the concentration of exchangeable iron is determined from 80 mg/kg in the alluvial weakly developed sandy soil on the streamside facies to 696 mg/kg in the gley soil on the lower parts of the central floodplain facies. According to Kuznetsov and Generalova, iron hydroxides are effective sorbents of ^{90}Sr , which helps to reduce the radionuclide transfer to the herbage, fixing it in the soil [2].

Colloidal compounds of aluminium, whose hypogene formations work as geochemical barriers in river valleys, also have high sorption properties. The aluminium concentration in the Sozh river valley averages about 0.001M mol/100g. The minimum Al^{3+} content is characterised by the soil cover of the channel bank and first terrace facies. Maximum concentrations are observed in the facies of the old river channel and depressions of the central floodplain.

Biogeochemical geochemical barriers are formed as a result of sorption and complexing properties of organic matter in floodplain soils.

In the Sozh river valley, the chemical composition of the herbage differs in each facies element of the floodplain. Calcium-loving plants accumulate more ^{90}Sr than plants that do not accumulate Ca. Leguminous plant species accumulate ^{90}Sr to a maximum, while cereal and sedge species accumulate this radionuclide much less.

Plant species with high potassium content accumulate radiocaesium more. Not only sorption but also biogeochemical barriers are formed in areas with maximum yields (near-terrace facies, old river, lowering of the central floodplain).

Bibliography

1 Timofeeva, T.A. Geochemistry of the Sozh River floodplain: a practical guide for students of speciality 1–33 01 02 ‘Geoecology’ / T.A. Timofeeva // Ministry of Education of the Republic of Belarus. – Minsk: Kolorgrad, 2017. – 59 с.

2 Chertko, N. K. Geochemistry of landscape: textbook / N. K. Chertko [et al.]; ed. by N. K. Chertko. – 2nd ed., rev. and supplement. – Minsk: BSU, 2011. – 303с.

3 Timofeeva, T.A. Differentiation of biogeochemical and agrochemical indicators of various facies of floodplain landscapes (on the example of the Sozh River floodplain) / T.A. Timofeeva // Proceedings of Francisk Skorina Gomel State University. – № 6 (87). – 2014. – С. 75–81.

Т. А. ТИМОФЕЕВА, ГУН ЦЗЯЛЯН

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ ПОЙМЫ РЕКИ СОЖ

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
1505304347@qq.com, myshlion@mail.ru

Статья посвящена проблеме загрязнения пойменных земель долины реки Сож долгоживущими радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Оценены и охарактеризованы условия формирования геохимических барьеров как мест повышенной концентрации различных химических элементов, в том числе радионуклидов.

Ключевые слова: речные долины, геохимические барьеры, миграция химических элементов.

Научное электронное издание

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

VII Международная научно-практическая конференция

(Гомель, 6–7 июня 2024 года)

Сборник материалов

Подписано к использованию 12.09.2024.

Объем издания 13,6 МБ.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».
Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий в качестве:
издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;
распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.
Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.

<http://conference.gsu.by>