

Государственное научное учреждение
«Институт природопользования НАН Беларуси»
Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О ЗЕМЛЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Сборник материалов
V Международной научно-практической конференции

Брест, 27–29 сентября 2021 года

В двух частях

Часть 2

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2021

УДК 551.1/4
ББК 26.3
А 43

*Рекомендовано редакционно-издательским советом учреждения образования
«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»*

Редакционная коллегия:

С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек

Рецензенты:

заведующий лабораторией трансграничного загрязнения
Института природопользования НАН Беларуси
доктор технических наук **С. В. Какарека**

главный научный сотрудник Института телекоммуникаций
и глобального информационного пространства НАН Украины
доктор технических наук **Е. А. Яковлев**

А 43 **Актуальные** проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 27–29 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко, М. А. Богдасаров, А. А. Волчек. – Брест : БрГУ, 2021. – Ч. 2. – 226 с.
ISBN 978-985-22-0333-3 (ч. 2).
ISBN 978-985-22-0331-9.

В сборник включены материалы, посвященные различным вопросам геологии, минералогии, географии, экологии и природопользования.

Издание адресовано ученым и специалистам, а также аспирантам и студентам соответствующего профиля.

**УДК 551.1/4
ББК 26.3**

**ISBN 978-985-22-0333-3 (ч. 2)
ISBN 978-985-22-0331-9**

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2021

СЕКЦИЯ 3 ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: СОСТОЯНИЕ, ДИНАМИКА, ПРОГНОЗ

УДК 502.62

Д. Б. ВЛАСОВА, Е. И. МАТУСЕВИЧ

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: vlasovaDB@bsu.by

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УНИКАЛЬНЫХ ОЗЕР БЕЛАРУСИ

Озера служат важной неотъемлемой частью поверхностных вод суши и природной среды в целом, имеют большое природное и народнохозяйственное значение. Им принадлежит ведущая роль в накоплении и круговороте воды, формировании и регулировании стока рек, процессах самоочищения, образования и накопления вещества. В озерах сосредоточены большие запасы природных ресурсов – водных, биологических, минеральных, рекреационных, энергетических.

Особая роль озерам отводится в качестве носителей информации. Анализ озерного фонда Беларуси позволил выявить перечень уникальных озер, которые обладают ценным информационным потенциалом, служат местами обитания реликтовых, редких и охраняемых видов водной и околоводной фауны и флоры, имеют научную информационную ценность в качестве эталонов природы уникальных лимнических гидро- и геохимических условий, изучения возникновения и истории развития озер и природы, образуют уникальные озерные ландшафты и водно-болотные комплексы, являются перспективными для создания резерватов чистой воды [1].

На современном этапе развития общества достигнуто понимание, что экологическое, социальное и экономическое благополучие человечества зависит от разнообразия экосистем и ландшафтов. Утрата биологических видов и ландшафтов на планете продолжается главным образом из-за трансформации и разрушения природных комплексов среды обитания видов, чрезмерной эксплуатации ресурсов, загрязнения окружающей среды, привнесения инородных растений, животных, а также антропогенных объектов.

Интенсивное антропогенное воздействие на озера в результате роста городов, промышленности и сельского хозяйства, мелиорации поставило остро вопросы охраны и рационального природопользования озер. Проявилась актуальная необходимость поиска причин и следствий этих явлений, индикаторов процессов, формировались направления прикладной лимнологии – геоэкологическая оценка состояния озер, разработка путей предотвращения негативного влияния на озера и политики управления озерами.

В результате бонитировки озерного фонда из 100 крупнейших имеющих большое природоохранное и народнохозяйственное значение озер Беларуси определен перечень 19 озер, обладающих уникальными признаками, имеющих наибольшую концентрацию редких, охраняемых и исчезающих видов фауны и флоры, эталонов котловин различных типов и генезиса, стратотипов озерных отложений и геохимических условий, озер с водой высокого качества.

Уникальные озера, согласно классификации EUNIS (European Nature Information System) Бернской конвенции, принадлежат трем типам «редких биотопов» – олиготрофным и мезотрофным водоемам с растительностью классов *Littorelletea uniflorae*

и (или) *Isoeto-Nanojuncetea* (оз. Белое (Лунинецкий район), оз. Белое (Мядельский район), оз. Бредно, оз. Глубокое, оз. Островито, оз. Свитязь, оз. Чербомысло. С наличием в них таких охраняемых видов, как лобелия Дортмана (*Lobelia dortmanna*), полушник озерный (*Isoetes lacustris* L.), ветвистоусый рачок (*Holopedium gibberum*), чернозобая гагара (*Gavia arctica*); олиго-мезотрофным водоемам с жесткой водой и бентосными сообществами *харофитов* (оз. Волосо, оз. Волосо, оз. Гиньково, оз. Глубелька, оз. Долгое, оз. Кривое, оз. Нарочь, оз. Снуды, оз. Струсты, оз. Ричи. С обитанием в них таких охраняемых видов, как европейская корюшка (*Osmerus eperlanus*), длиннохвостый лимнокалянус (*Limnocalanus macrurus*), мезида реликтовая (*Mysis relicta*), бокоплав Палласа (*Palasea quadrispinosa*), понтопорей родственная (*Pontoporeia affinis*), меч-трава обыкновенная (*Cladium mariscus*)); и естественным эвтрофным озерам с растительностью *Magnopotamion* или *Hydrocharition* (оз. Озерок, оз. Сосна, с обитанием в них редких видов: гидрилла мутовчатая (*Hydrilla verticillata*), наяда морская (*Najas marina*), каулиния малая (*Caulinia minor*), водный орех плавающий (*Trapa natans*)), являющимися приоритетными для охраны на территории Европейского союза и Беларуси в соответствии с Директивой о местообитаниях [2].

Важной задачей геоэкологических исследований является оценка последствий антропогенного воздействия на озера. Оценка экологического состояния уникальных озер проводилась по гидрохимическим (индекс загрязненности вод ИЗВ), гидробиологическим (индексы Пантле и Букка в модификации Сладечека и Маргалефа), геохимическим показателям (индекс содержания тяжелых металлов в донных отложениях и растениях), показателю устойчивости к антропогенному загрязнению. Для интегральной оценки экологического состояния озер рассчитывается итоговый (суммарный) показатель, для чего нормированные баллы по каждому рассчитанному индексу (показателю) суммируются, после – ранжируются по разработанной шкале таблицы [3; 4].

Оценка интегрального показателя (*КИ*) свидетельствует, что озер с «относительно неблагоприятным» экологическим состоянием среди уникальных нет, что подтверждается наличием редких и исчезающих видов фауны и флоры в составе их биоценоза, требовательным к высокому качеству среды. К группе озер с «благоприятным» экологическим состоянием относятся Глубелька, Ричи, Снуды, Струсто ($КИ \geq 4,1$). Эти водоемы имеют высокие гидрохимические и гидробиологические показатели качества воды, содержание растворенных органических веществ низкое. Остальные уникальные озера имеют категорию «относительно благоприятное» экологическое состояние с величиной суммарного показателя (*КИ* 3,01–4,0).

В целом, ориентируясь на экологическое состояние исследованных озер, можно сделать вывод о том, что большинство уникальных озер Беларуси слабо затронуты хозяйственной деятельностью и имеют достаточную устойчивость к антропогенному воздействию. Условия среды обитания являются благоприятными для произрастания и обитания редких и охраняемых видов фауны и флоры, а значения параметров экологического состояния уникальных озер, развивающихся в естественных условиях, могут служить фоновыми величинами для Беларуси и европейских стран.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Озера Беларуси : справочник / Б. П. Власов [и др.]. – Минск : БГУ, 2004. – 284 с.
2. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.eunis.eea.europa.eu>. – Date of access: 15.03.2021.

3. Геоэкологическая оценка природно-ресурсного потенциала озерных геосистем : метод. рекомендации / Б. П. Власов [и др.]. – Минск : БГУ, 2012. – 23 с.

4. Геоэкологическая оценка природно-ресурсного потенциала антропогенно нарушенных озерных бассейнов : метод. рекомендации / А. Н. Витченко, [и др.]. – Минск : БГУ, 2015. – 44 с.

УДК 556.535(476)

А. А. ВОЛЧЕК, Д. Н. ДАШКЕВИЧ

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: volchak@tut.by; dionis1303@mail.ru

ВЛИЯНИЕ РЫБХОЗОВ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ РЕК НА ПРИМЕРЕ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В последнее десятилетие в Беларуси, как и во всем мире, постоянно растет доля рыбы и рыбопродуктов в продовольственном балансе. Однако рост производства продукции аквакультуры требует детальной оценки влияния рыбхозов на речной сток не только в настоящее время, но и на ближайшую и дальнюю перспективу.

Рыбхозы в Брестской области расположены в основном на малых реках и, следовательно, являются основными водопотребителями и водопользователями в структуре водохозяйственного баланса. Цель водохозяйственных балансов малых рек направлена на определение существующих и прогнозных потребностей в воде с учетом экологического стока и нормальной эксплуатации водных экосистем, что позволит повысить надежность функционирования водохозяйственных объектов.

Исследование выполнено на примере четырех рыбхозов. Рыбхоз «Локтыши» размещается в пойме р. Лань между д. Локтыши и д. Будча Ганцевичского района. Хозяйство введено в эксплуатацию в 1978 г. Общая площадь прудового фонда составляет 2448,2 га. Рыбхоз «Лахва» расположен в д. Лахва Лунинецкого района. Хозяйство организовано в 1936 г. Общий фонд прудов состоит из 493 га. Рыбхоз «Полесье» введен в эксплуатацию в августе 1978 г. Хозяйство имеет несколько участков: «Центральный», «Дубое», «Юхновичи» и «Житновичи», расположенных на территории Пинского и Ивановского районов. Общая площадь прудов составляет 1166 га. Рыбхоз «Селец» был построен в 1983 г. вблизи д. Селец Березовского района. Общая площадь прудов составляет 2500 га.

Отличительной особенностью этих рыбхозов является их расположение в нижнем течении рек Лань, Бобринка, Ясельда, а выше их созданы водохранилища «Локтыши», «Погост», «Селец» с целью аккумуляции речного стока [1; 2]. В качестве примера на рисунке приведена схема водохранилища «Селец» на р. Ясельда.

Водохозяйственный баланс – необходимое условие рационального использования водных ресурсов и хозяйственной деятельности всех рыбхозов. Он позволяет оценить доступные к использованию водные ресурсы; показывает возможность выполнения ими намеченных планов развития хозяйства или количественно указывает на дефицит водных ресурсов; определяет свободный объем воды, оставшийся в реке для использования его за пределами рассматриваемой территории [3].

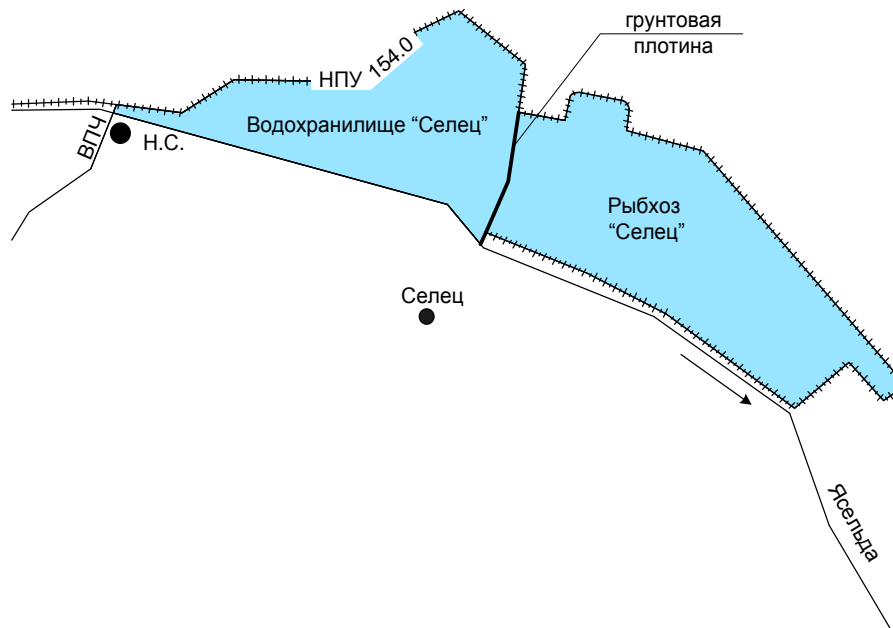


Рисунок – Схема водохранилища и рыбхоза «Селец»

Водохозяйственный баланс водохранилищ состоит из приходной и расходной частей.

Приходная часть баланса включает следующие элементы:

- Естественный поверхностный сток.
- Доля эксплуатационных расходов подземных вод, которая гидравлически не связана с поверхностными.
- Возвратные, дренажные, шахтные и сточные воды, поступающие в реку в пределах бассейна или его участка.
- Воды, перебрасываемые из других бассейнов.
- Объемы сработки водохранилищ за расчетные интервалы времени.

Эти объемы включаются затем в расходную часть баланса в период наполнения водохранилища или в приходную часть со знаком минус.

Расходная часть баланса обычно включает следующие элементы.

- Воды, забираемые из реки выше створа на орошение, подпитку озер, а также на коммунально-бытовое и промышленное водоснабжение.
- Воды, перебрасываемые в другие бассейны.
- Потери воды на дополнительное испарение с водохранилищ и прудов.
- Потери речного стока, вызванные забором дренируемых подземных вод.
- Расходы попусков воды ниже расчетного створа.

Наполнение водохранилищ происходит в основном в периоды, когда в реке наблюдаются максимальные расходы воды. Этими периодами являются весеннее половодье и летне-осенние паводки [4].

Потери воды на дополнительное испарение зависят от обеспеченности года и площади водного зеркала водохранилищ. Методология расчета суммарного испарения представлена нами в работе [5].

Объемы изъятия и сбросов воды рыбхозами приведены в таблице.

Таблица – Годовые объемы изъятия и сбросов воды рыбхозами, тыс. м³

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Изменение 2017 к 2019	Изменение 2018 к 2019
«Селец»					
Изъятие	45 000	42 612	36 164	–8836	–6448
Сброс	30 550	25 970	8429,8	22 120,2	17 540,2
«Локтыши»					
Изъятие	32 000	32 000	22 000	–10 000	–10 000
Сброс	18 000	16 200	12 200	–5800	–4000
«Полесье»					
Изъятие	11 293,7	11 440	8671,8	–2621,9	–2768,2
Сброс	9615,5	7334,1	6435,5	–3180	–898,6
«Ляхва»					
Изъятие	9090	8988	8988	–102	–102
Сброс	8129	8008	7501	–628	–507

Анализ данных таблицы показывает, что в последние годы все рассмотренные рыбхозы снизили водопотребление и сброс воды, что связано с маловодными циклами рек и изменением климатических параметров, которые приводят к уменьшению речного стока [2].

Объемы воды для нормального функционирования рыбхозов являются величиной динамичной и зависят от водности года.

Попуски необходимы для нормального функционирования экосистем, расположенных ниже рыбхозов, поддержания санитарного состояния реки, а в некоторых случаях – обводнения пойм и нерестилищ.

В настоящее время достаточно четкие требования к расходам попусков установлены только для судоходства и сельского хозяйства. В то же время каких-либо однозначных рекомендаций установления экологических (природоохранных) попусков пока нет. Следует отметить, что при составлении балансов нет единого подхода к статьям приходной и расходной его частей, здесь необходимо учесть все объемы забора воды выше рассматриваемого створа, а также объемы необходимых попусков ниже створа.

В основу определения экологического стока положен минимальный сток, который является одной из главных характеристик стока реки [6]. В практике водохозяйственного проектирования основное применение находят величины минимального стока обеспеченностей в диапазоне 75–99 %, характеризующие годы с маловодной меженью сравнительно редкой повторяемости. При оценке наихудших условий для формирования качества воды обычно используется минимальный сток 95 %-ной обеспеченности (средняя повторяемость – один раз в 20 лет), что является достаточно произвольным условием, требующим дифференциации в зависимости от тяжести негативных экологических и санитарно-технических последствий.

Методика определения экологического стока и его прогноз на некоторую перспективу представлены нами в работе [7].

Строительство водохранилищ и рыбхозов на реках Лань, Бобрик, Ясельда, Смердь привели к следующим изменениям гидрологического режима:

– существенному уменьшению максимальных расходов воды (на 40–70 %), поскольку большая часть весеннего паводка затрачивается на наполнение прудов рыбхоза; это привело к отсутствию весенних паводков;

– увеличению летнего меженного стока на 30 % за счет сброса воды из прудов рыбхоза в период облова, поскольку вода используется для заполнения водохранилища и прудов рыбхоза;

– высоким и длительным наводнениям в летний период, которые формируются за счет повышенного стока из водохранилища и мелиоративных систем и малой пропускной способности русла из-за зарастания его водной растительностью и сплавинами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волчек, А. А. Водные ресурсы Брестской области / А. А. Волчек, М. Ю. Калинин. – Минск : Изд. центр БГУ, 2002. – 440 с.
2. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А. А. Волчек [и др.] ; под общ. ред. А. А. Волчека, В. Н. Корнеева. – Брест : Альтернатива, 2017. – 228 с.
3. Логинов, В. Ф. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек. – Минск : Тонпик, 2006. – 160 с.
4. Логинов, В. Ф. Весенние половодья на реках Беларуси: пространственно-временные колебания и прогноз / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Ан. А. Волчек. – Минск : Беларус. навука, 2014. – 244 с.
5. Волчек, А. А. Оценка суммарного испарения на территории Беларуси: современное состояние и прогноз / А. А. Волчек, Д. Н. Дашкевич // Экол. вестн. – № 1 (23). – С. 16–25.
6. Волчек, А. А. Минимальный сток рек Беларуси / А. А. Волчек, О. И. Гряднова ; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2010. – 169 с.
7. Ясельда / И. В. Абрамова [и др.] ; под общ. ред. А. А. Волчека, И. И. Кирвеля, Н. В. Михальчука ; Нац. акад. наук Беларуси, Полес. аграр.-экол. ин-т. – Минск : Беларус. навука, 2017. – 416 с.

УДК 556.5.06(476)

А. А. ВОЛЧЕК, Т. Е. ЗУБРИЦКАЯ

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: volchak@tut.by; zte0607@yandex.ru

ДИНАМИКА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ С ДИФФЕРЕНЦИАЦИЕЙ ПО ОБЛАСТЯМ

Водные ресурсы необходимы для нормального функционирования всех отраслей народного хозяйства. Они нужны для поддержания и улучшения условий жизнедеятельности населения, являются одним из важнейших компонентов окружающей природной среды. Все это предопределяет большое многообразие потребностей в воде, охватывающее все сферы экономического и социального развития.

В основу комплексного анализа динамики водопотребления в Республике Беларусь с дифференциацией по областям положены материалы водохозяйственной статистики из статистических сборников за период с 2000 по 2019 г. [1].

Анализ данных по использованию водных ресурсов как на региональном, так и на отраслевом уровнях осуществлялся в каждом конкретном случае с учетом всех видов использования воды (хозяйственно-питьевое, производственное, сельскохозяйственное водоснабжение, нужды рыбо-прудового хозяйства) [2–7].

Ведущей отраслью народного хозяйства Беларуси является сельское. Наиболее важное отличие сельскохозяйственного от промышленного водоснабжения заключается в рассредоточенности потребителей и сезонной цикличности сельскохозяйственного производства. Вода в сельскохозяйственном секторе расходуется на животноводческих фермах и комплексах, на предприятиях по первичной переработке сельскохозяйственной продукции, производственных зданиях и гаражах, мойках, на хозяйственно-питьевые нужды населения, на противопожарные цели, на полив растений в парниках и теплицах. С 2000 г. прослеживается уменьшение сельскохозяйственного водоснабжения по областям Беларуси к 2008 г., а затем постепенное увеличение к 2019 г. Снижение использования воды на сельскохозяйственные нужды связано с рядом проблем, таких как аварийное состояние и значительное повреждение элементов систем водоснабжения, отсутствие качественной и своевременной эксплуатации элементов, недостаточный охват сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств приборами учета расхода воды, увеличение доли убыточных сельскохозяйственных организаций, уменьшение численности населения в селах.

Постепенное увеличение в сельскохозяйственном водоснабжении связано с принятием Государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 гг., направленной на полное удовлетворение потребности сельского населения и сельскохозяйственных предприятий в качественной питьевой воде путем реконструкции и развития систем центрального и локального водоснабжения; обеспечения технического и технологического переоснащения агропромышленного комплекса [8].

В промышленном секторе используют воду как на производственные нужды, так и на хозяйственно-питьевые (обеспечение работников в процессе производства питьевой водой). В структуре промышленного производства Брестской области преобладают такие отрасли: машиностроение, металлообработка, пищевая промышленность. В Гомельской области – черная металлургия, топливная, химическая, нефтедобывающая, пищевая, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность. В Витебской области основу промышленного комплекса составляют обрабатывающая промышленность (порядка 87 % выпуска) и производство, распределение электроэнергии, газа, пара и воды (12 %). Структуру промышленности Гродненской области составляет производство продуктов питания и табачных изделий, химическое производство, деревообработка, производство текстильных изделий, производство строительных материалов и изделий, производство машин, транспортных средств и оборудования. Наибольший удельный вес в промышленном производстве Минской области принадлежит химической и нефтехимической промышленности. В структуре промышленности Могилевской области более 90 % имеет обрабатывающая, она формирует более 33 % ВВП. Основными ее отраслями являются производство пищевых продуктов (27,3 %), производство резиновых и пластмассовых изделий (11,8 %) и химическое производство (7,4 %) [9].

На период с 2000 по 2019 г. по областям Беларуси произошло снижение водопотребления в производстве. Это вызвано сокращением (остановкой) некоторых производств, внедрением современных водосберегающих технологий, фундаментальных разработок в области ресурсосбережения и энергосбережения, расширением оборотного и последовательного водоснабжения и т. д.

С утверждением Положения о порядке разработки и согласования технологических нормативов водопотребления и водоотведения от 24.07.2008 г. использование воды на промышленные нужды стало более рациональным и экономным [10].

Рыбно-прудовое хозяйство напрямую связано с использованием водных ресурсов и предъявляет высокие требования как к качественным, так и к количественным характеристикам природных вод. Для хорошего воспроизводства и развития рыбы необходимы чистая вода с отсутствием вредных примесей и большим количеством растворенного кислорода, а также соответствующая температура и обеспеченность рыб кормом.

С момента принятия Республиканской программы развития рыбной отрасли на 2006–2010 гг., целями и задачами которой являлось обеспечение потребности населения в рыбе и рыбных продуктах, рациональное использование рыбных ресурсов естественных водоемов, повышение качества и ассортимента выпускаемой продукции, наблюдается подъем водопотребления на нужды рыбо-прудового хозяйства в Республике Беларусь, особенно это прослеживается по Брестской и Минской областям, более чем в два раза [11].

Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2011–2015 гг. предусматривала увеличение потребления деликатесной рыбы, поставку рыбы на экспорт, увеличение объемов производства рыбной продукции, импортозамещение [12].

Использование водных ресурсов в рыбо-прудовом хозяйстве было максимальным в 2012 г., доля промыслового улова рыбы по Брестской области составила 55 % от общего республиканского. Затем с 2013 по 2015 г. динамика водопотребления на нужды рыбо-прудового хозяйства заметно уменьшилась. Одним из факторов снижения водопотребления стали достаточно засушливые 2014–2015 гг., когда средняя температура воздуха превышала климатическую норму. Также наблюдалось отклонение от нормы среднего количества осадков [13].

Острый дефицит воды в этих годах привел к сокращению площадей для нагула рыбы и увеличению заростаемости прудов. В ряде рыбоводных хозяйств уровень воды в нагульных прудах составлял от 20 до 50 % от норматива, что не позволило проводить полноценное кормление и обеспечить плановые приросты товарной рыбы и рыбопосадочного материала. Это привело к недополучению в 2015 г. большого количества рыбы и отразилось на продуктивности водных угодий [14].

Еще одним фактором уменьшения водопотребления стало нарушение технологии производства рыбы, что в свою очередь привело к серьезным убыткам предприятия. Так, в 2013 г. в ходе проведенной проверки Комитетом государственного контроля Гомельской области были выявлены многочисленные факты бесхозяйственности и грубые нарушения технологического процесса выращивания рыбы, которые привели рыбхоз в 2013 г. к миллиардным убыткам. В рыбхозе «Красная зорька» более 10 лет практически не принимались меры по поддержанию прудов в работоспособном состоянии, что привело к их массовому зарастанию древесно-кустарниковой растительностью, а в ряде случаев к разрушению каналов системы регулирования уровня воды. В результате с 2012 г. рыбхозом для производства рыбы не использовалось более 110 га прудов, а в остальных 720 га из-за зарастания произошло массовое зарыбление сорной рыбой (карасем) [15].

В крупных рыбных хозяйствах Брестской и Гомельской областей рентабельность с 2013 по 2015 г. была очень незначительной. Из трех организаций Гомельской области «Красная зорька» является банкротом, «Тремля» и «Белое» – в значимых долгах. В Брестской области Комитетом государственного контроля также был вскрыт ряд нарушений в рыбхозе «Локтыши» и рыбхозе «Соколово», где реконструкция и восстановление прудов производились безответственно. Все это повлекло за собой снижение водопотребления в рыбо-прудовом хозяйстве в последний период.

Иная картина наблюдается в отношении хозяйственно-питьевого водопотребления. Проблема обеспечения населения питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве с каждым годом обостряется. В первой половине исследуемого периода выявлены некоторые колебания в хозяйственно-питьевом секторе – рост до 2001 г., а затем прослеживается четкая тенденция уменьшения забора воды. Это связано с экономией водных ресурсов в результате установки населением приборов учета воды в жилом секторе, а также со значительным уменьшением численности населения в Республике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь : стат. сб. / Минстат Респ. Беларусь, НИИ статистики. – Минск, 1995–2019.
2. Волчек, А. А. Использование водных ресурсов в Республике Беларусь / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая // Вестн. БрГТУ. Водохоз. строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2014. – № 2 (86). – С. 29–33.
3. Волчек, А. А. Проблемы водопотребления Беларуси / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая // Вестн. БрГТУ. Водохоз. строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2016. – № 2 (98). – С. 7–10.
4. Волчек, А. А. Оценка экологического стока реки Ясельды ниже водохранилища Селец / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая, Н. Н. Шешко // Природнае асяроддзе Палесся : зб. навук. пр. / Палес. аграр.-экал. ін-т НАН Беларусі ; рэдкал.: В. Т. Дзямянчык (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст : Альтернатива, 2016. – Вып. 8. – С. 6–14.
5. Волчек, А. А. Водопотребление в областных центрах Республики Беларусь / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая, Н. Н. Шешко // Вода Magazine. – 2018. – № 4. – С. 46–52.
6. Волчек, А. А. Водопотребление в Белорусском Полесье / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая // Вод. хоз-во России. – 2018. – № 5. – С. 37–48.
7. Волчек, А. А. Динамика распределения водных ресурсов Беларуси между секторами экономики / А. А. Волчек, Т. Е. Зубрицкая // Вестн. БрГТУ. Водохоз. строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2019. – № 2 (115). – С. 6–9.
8. Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mshp.gov.by/programms/fb78a49247bfa46c.html/>. – Дата доступа: 16.05.2021.
9. Регионы Республики Беларусь. Основные социально-экономические показатели городов и районов : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – Т. 1, 2.
10. Положения о порядке разработки и согласования технологических нормативов водопотребления и водоотведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.pravo.by/pdf/2008-135/2008-135\(098-102\).pdf/](http://www.pravo.by/pdf/2008-135/2008-135(098-102).pdf/). – Дата доступа: 16.05.2021.
11. Республиканская программа развития рыбной отрасли на 2006–2010 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/pdf/2006-71/2006-71%28013-040%29.pdf/>. – Дата доступа: 28.04.2021.
12. Республиканская программа развития рыбной отрасли на 2011–2015 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/pdf/2010-250/2010-250%28007-030%29.pdf/>. – Дата доступа: 28.04.2021.
13. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/uploads/files/2.pdf/>. – Дата доступа: 28.04.2021.
14. Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. / под общ. ред. В. Ю. Агееца. – Минск, 2016. – Вып. 32. – 289 с.

15. Комитет государственного контроля Гомельской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kgkgomel.gov.by/content/provedena-proverka-oaorybhoz-krasnaya-zorka-zhitkovichskogo-rayona>. – Дата доступа: 28.04.2021.

УДК 550.349.2+556+911

А. А. ВОЛЧЕК, И. Н. ШПОКА, Д. А. ШПОКА

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: volchak@tut.by

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ МИНИМАЛЬНОГО СТОКА Р. ДНЕПР НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Введение. Одной из главных характеристик речного стока является минимальный сток, который определяет водные ресурсы региона в критический период маловодия. Современное климатическое потепление внесло существенный вклад в водный режим минимального стока и требует детального анализа с целью корректировки планов водопользования и водопотребления. Днепр является одной из основных рек Беларуси с площадью водосбора 118,4 км² и длиной 689 км в пределах страны.

Цель настоящего исследования – дать количественную характеристику происходящему изменению минимального стока на р. Днепр в пределах Беларуси.

Материалы и методы исследования. Исследования выполнены по расходам и уровням минимального стока р. Днепр для периода открытого русла и зимнего периода по следующим гидрологическим постам: г. Орша, г. Могилев, г. Жлобин, г. Речица – за период с 1946 по 2015 г. Для оценки влияния современного потепления климата на водный режим исходный ряд разбит на два интервала – с 1946 по 1987 г. до начала современного потепления климата, с 1988 по 2015 г. – собственно период потепления.

В основу исследований положены современные статистические методы анализа временных рядов, системный анализ наколенной информации, сравнительно-географический метод. Тенденция изменения уровней воды реки оценивалась с помощью линейных трендов. Проверялись две гипотезы: одна о равенстве выборочных средних (с помощью критерия Стьюдента), а вторая о идентичности колебаний (с помощью критерия Фишера) [1; 2].

Обсуждение результатов. В целом за рассматриваемый период с 1946 по 2015 г. повсеместно наблюдается рост минимальных расходов воды как для летнего, так и для зимнего периода, что вызвано как природными факторами, так и антропогенными воздействиями, в частности регулярными зимними оттепелями и мелиоративными воздействиями.

Для минимальных уровней воды периода открытого русла наблюдается снижение по гидрологическим постам г. Могилев, г. Жлобин, г. Речица, вызванное антропогенными факторами, например добычей песка из русла реки, что привело к уменьшению коэффициента шероховатости и непосредственно углублению русла (таблица 1).

Что касается изменений минимальных расходов и уровней в период с 1946 по 1987 г., наблюдается увеличение в зимний период по гидрологическим постам г. Орша, г. Могилев, г. Жлобин. Минимальные уровни воды периода открытого русла и зимнего периода, наблюдается уменьшение по следующим гидрологическим постам: г. Могилев, г. Жлобин, г. Речица (таблица 1).

Как показывают исследования, в период современного потепления климата с 1988 по 2015 г. наблюдается повсеместная тенденция к уменьшению минимальных расходов воды периода открытого русла, кроме г. Могилев. Что касается минимальных расходов зимнего периода, наблюдается тенденция к увеличению, кроме г. Речица. Также имеет место уменьшение минимального уровня зимнего периода по следующим гидрологическим постам: г. Могилев и г. Жлобин (таблица 1).

Таблица 1 – Статистические параметры минимального стока р. Днепр

Гидрологический створ	г. Орша		г. Могилев		г. Жлобин		г. Речица	
	<i>r</i>	α	<i>r</i>	α	<i>r</i>	α	<i>r</i>	α
1946–2015								
Минимальные расходы летнего периода	0,38	0,22	0,32	0,19	0,28	0,24	0,26	0,48
Минимальные уровни воды летнего периода	0,21	0,15	-0,89	-1,85	-0,73	-1,16	-0,56	-0,93
Минимальные расходы зимнего периода	0,54	0,43	0,64	0,59	0,61	0,85	0,53	1,53
Минимальные уровни воды зимнего периода	0,37	0,55	-0,53	-1,11	-0,07	-0,14	-0,15	-0,32
1946–1987								
Минимальные расходы летнего периода	0,11	0,08	-0,17	-0,15	0,15	0,20	0,27	0,69
Минимальные уровни воды летнего периода	-0,25	-0,31	-0,70	-1,61	-0,49	-0,97	-0,51	-1,29
Минимальные расходы зимнего периода	0,35	0,29	0,32	0,33	0,36	0,52	0,26	0,99
Минимальные уровни воды зимнего периода	0,11	0,23	-0,35	-1,01	-0,20	-0,60	-0,33	-1,14
1988–2015								
Минимальные расходы летнего периода	-0,13	-0,20	0,03	0,04	-0,29	-0,64	-0,28	-1,48
Минимальные уровни воды летнего периода	0,13	0,18	-0,78	-2,50	-0,65	-2,27	-0,28	-1,05
Минимальные расходы зимнего периода	0,11	0,23	0,06	0,12	0,09	0,30	-0,01	-0,08
Минимальные уровни воды зимнего периода	0,16	0,61	-0,25	-1,30	0,08	0,42	0,11	0,62

Примечание – Полужирным выделены статистически значимые величины коэффициентов корреляции (*r*). α – градиент изменения расходов, (м³/с)/10 лет; уровней, см/10 лет.

Далее анализировалась устойчивость связей расходов с уровнями воды с помощью регрессионной зависимости $H = \alpha \cdot \ln(Q) + \beta$, где *H* – уровень воды, см; *Q* – расход воды, м³/с; α и β – коэффициенты регрессии, значения которых по створам реки представлены в таблице 2.

Анализ показал, что имеет место устойчивость рассматриваемых связей для гидрологического поста г. Орша, Жлобин, Речица, а по гидрологическому створу г. Могилев произошло нарушение связей, вызванное антропогенными воздействиями (таблица 2).

Проведенные исследования изменения коэффициентов корреляции от расстояния между гидрологическими постами показывают устойчивую связь.

Таблица 2 – Статистические параметры $H = f(Q)$

Гидрологический створ	г. Орша		г. Могилев		г. Жлобин		г. Речица	
	<i>r</i>	α	<i>r</i>	α	<i>r</i>	α	<i>r</i>	α
1946–2015								
Период открытого русла реки	0,79	0,98	0,03	0,12	0,39	0,70	0,57	0,51
Зимний период	0,79	1,48	0,14	0,33	0,51	0,70	0,53	0,38
1946–1987								
Период открытого русла реки	0,80	1,37	0,70	1,79	0,73	1,10	0,62	0,62
Зимний период	0,74	1,95	0,46	1,29	0,59	1,26	0,64	0,57
1988–2015								
Период открытого русла реки	0,80	0,70	0,52	1,25	0,82	1,29	0,97	0,69
Зимний период	0,79	1,34	0,84	2,22	0,75	1,07	0,69	0,58

Примечание – Полужирным выделены статистически значимые величины коэффициентов корреляции (*r*). α – градиент изменения расходов, (м³/с)/10 лет; уровней, см/10 лет.

Заключение. Таким образом, существенных изменений в режиме стока р. Днепр не установлено. Исключение составляет гидрологический пост г. Могилев, где наблюдается уменьшение минимального стока. Данные изменения вызваны в основном антропогенными воздействиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистические методы в природопользовании : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений по специальности «Мелиорация и вод. хоз-во» / В. Е. Валуев [и др.]. – Брест : Брест. политехн. ин-т, 1999. – 252 с.
2. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата / А. А. Волчек [и др.]. – Брест : Альтернатива, 2017. – 228 с.

УДК 556.38(476.7)

В. Г. ЖОГЛО

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: w.zhoglo50@tut.by

ЕСТЕСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОДОСБОРОВ РЕК ЛЕСНАЯ И МУХАВЕЦ

В настоящее время под естественными ресурсами подземных вод (ЕРПВ) понимается среднеголетняя величина их питания в естественных условиях, или обеспеченный питанием расход потока. В Беларуси многие исследователи (М. Ю. Калинин, А. В. Кудельский, К. А. Курило, М. Г. Ясовеев) отождествляют естественные ресурсы пресных подземных вод только с величиной подземного стока в реки, тем самым игнорируя другие статьи расхода. Известно, что значительную часть расхода грунтовых вод

составляют испарение и транспирация растительностью, которые по сути и физическому смыслу являются составной частью ЕРПВ. Поэтому естественные ресурсы равны подземному стоку за вычетом испарения с поверхности грунтовых вод (И. С. Зекцер, Л. С. Язвин). Недоучет этого процесса может приводить к существенному занижению обеспеченности эксплуатационных запасов подземных вод, а также являться причиной значительных ошибок при составлении гидрогеологических прогнозов.

Оценка ЕРПВ зон активного (ЗАВ) и замедленного (ЗЗВ) водообмена на территории водосборов рек Лесная и Мухавец выполнена нами методом математического моделирования по разработанной автором методике, которая позволяет при известной величине подземного стока в реки, заданных граничных условиях и гидрогеологических параметрах определять коэффициент взаимосвязи подземных вод с водоемами и водотоками, интенсивность инфильтрационного питания и расход грунтовых вод на испарение и транспирацию. Все расчеты проведены на численной геофильтрационной модели LiMw, созданной на базе программного обеспечения ModTech ЗАО «Геолинк». Для построения модели использованы фондовые материалы государственного предприятия «НПЦ по геологии».

По результатам численного моделирования геофильтрации определена структура водного баланса водосборов рек Лесная и Мухавец, составлены карты площадного питания грунтовых вод и интенсивности водообмена между смежными водоносными комплексами.

Результаты моделирования в целом приведены в таблице.

Таблица – Структура водного баланса в бассейнах рек Лесная и Мухавец (стационарный режим фильтрации, м³/сут)

Водоносный комплекс	Направление процесса	Питание / испарение грунтовых вод	Реки	Расход подземных вод через:	
				подошву горизонта	кровлю горизонта
Верхний (ЗАВ)	Приток	1 148 457	0	183 866	0
	Отток	131 551	1 016 906	183 866	0
Средний (ЗАВ)	Приток	0	0	68 095	183 866
	Отток	0	0	68 095	183 866
Нижний (ЗАВ)	Приток	0	0	0	68 095
	Отток	0	0	0	68 095
Протерозой – кембрий (ЗЗВ)	Приток	0	0	0	338,5
	Отток	0	0	0	338,5

Суммарная величина среднегогодового питания грунтовых вод, равная 1 148 457 м³/сут (высота слоя воды 53,6 мм/год), представляет собой наиболее обеспеченную часть ЕРПВ на территории бассейнов рек Лесная и Мухавец. Расход грунтовых вод осуществляется в поверхностные водоемы и водотоки (1 016 906 м³/сут; слой стока 47,6 мм/год) и путем испарения с депрессионной поверхности через зону аэрации (131 551 м³/сут; высота слоя воды 6,2 мм/год). В естественные ресурсы не входит величина питания грунтовых вод за счет восходящей разгрузки межпластовых вод (183 866 м³/сут), т. к. она представляет собой расход транзитного потока подземных вод: нисходящее перетекание грунтовых вод в межпластовые водоносные горизонты на повышенных элементах рельефа и эквивалентная разгрузка межпластовых вод в грунтовый водоносный горизонт в долинах рек и других эрозионных врезках. Распределение

результатирующей величины инфильтрационного питания и испарения грунтовых вод по площади представлено на рисунке 1. Питание грунтовых вод происходит в основном на водоразделах притоков р. Западный Буг.

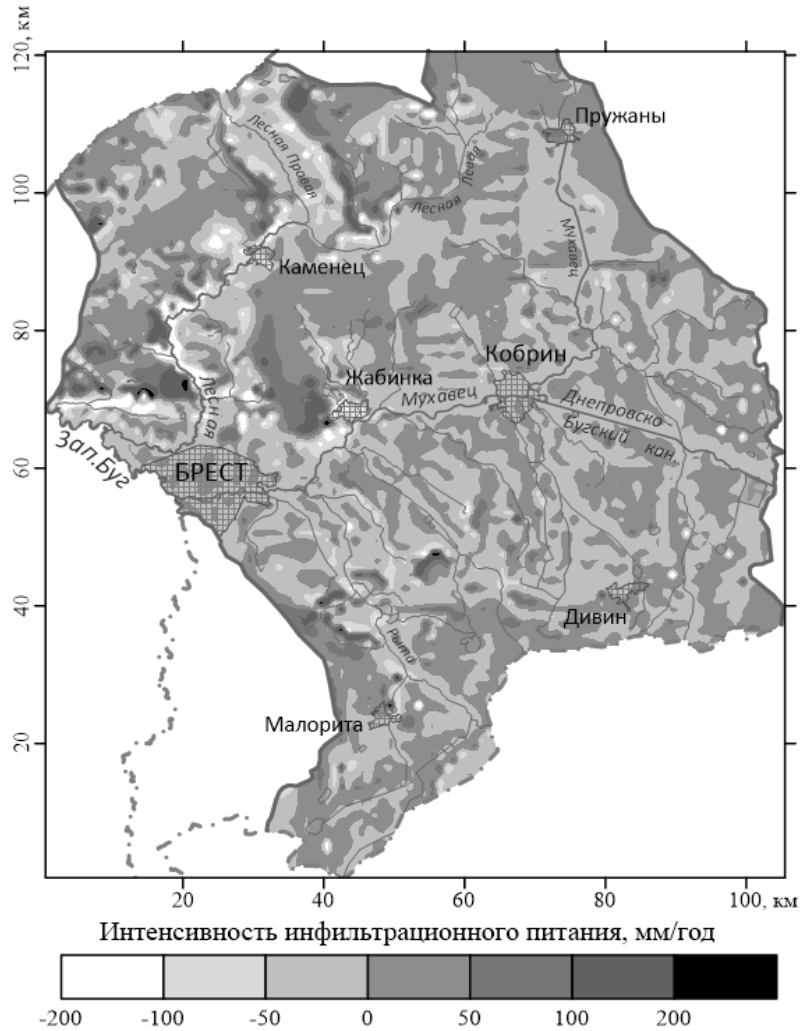


Рисунок 1 – Схематическая карта среднегогодовой величины инфильтрационного питания грунтовых вод в бассейнах рек Лесная и Мухавец

Естественные ресурсы межпластовых вод среднего (палеоген-средне-четвертичного) водоносного комплекса на меженный период равны $183\,866\text{ м}^3/\text{сут}$ (высота слоя воды $8,6\text{ мм/год}$). Их формирование происходит за счет нисходящей фильтрации грунтовых вод. Интенсивность водообмена через днепровскую морену изменяется в широких пределах (рисунок 2). Участки с высокими величинами питания и разгрузки чередуются друг с другом и тяготеют к элементам рельефа с максимальной крутизной склонов.

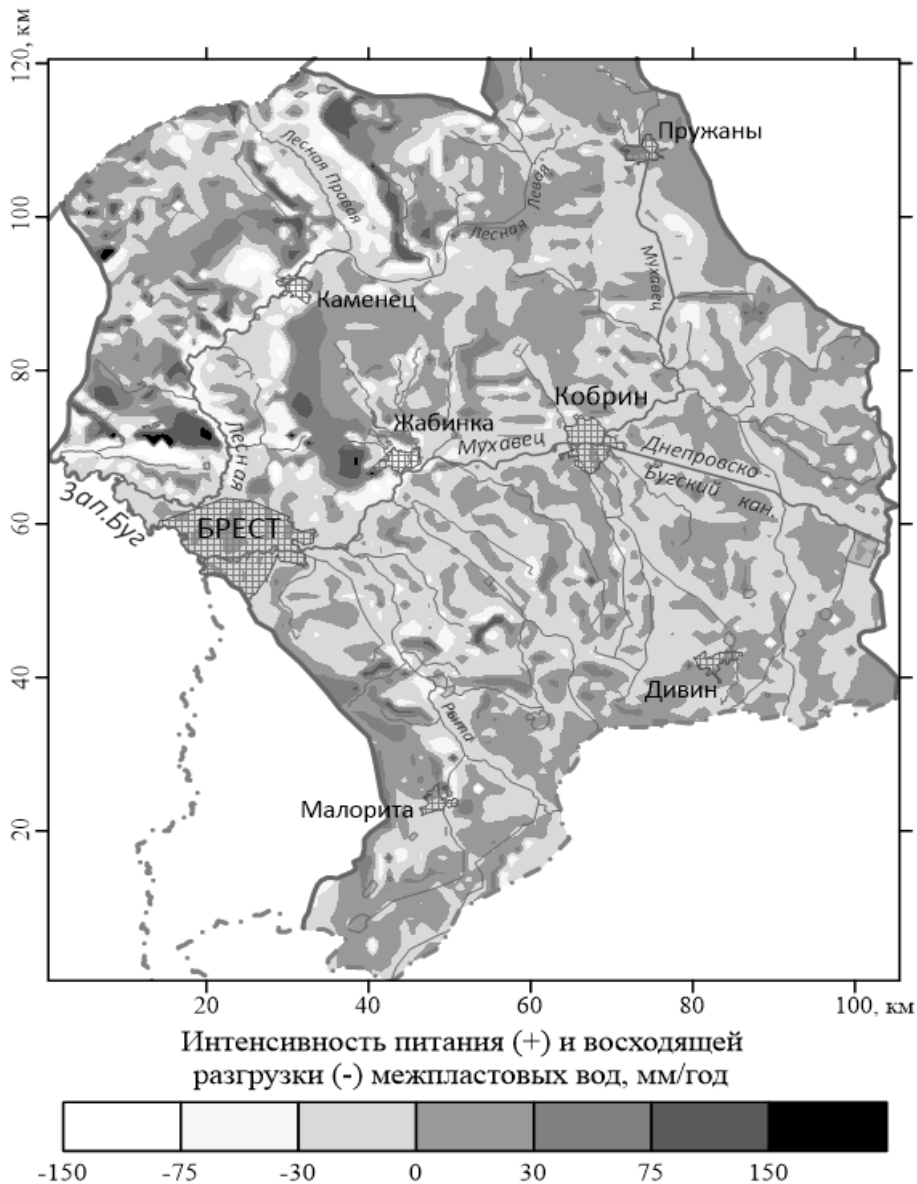


Рисунок 2 – Схематическая карта интенсивности питания и восходящей разгрузки подземных вод палеоген-среднечетвертичного водоносного комплекса в бассейнах рек Лесная и Мухавец

Сопоставление рисунков 1 и 2 показывает, что участки питания и разгрузки грунтовых и межпластовых вод совпадают как территориально, так и по интенсивности, свидетельствуя о важной роли межпластовой фильтрации подземных вод в верхней части зоны активного водообмена. Данное обстоятельство имеет принципиальное значение для изучения закономерностей миграции растворенных в подземных водах веществ.

Суммарная величина ЕРПВ оксфорд-сеноманского водоносного комплекса ($68\,095\text{ м}^3/\text{сут}$; высота слоя воды $3,2\text{ мм/год}$), залегающего в основании зоны активного водообмена, существенно снижается в сравнении с палеоген-среднечетвертичным водоносным комплексом. Но закономерности распределения зон питания и разгрузки подземных вод этих комплексов по площади их распространения не изменились.

Гидрогеологическая изученность ЗЗВ водосборов рек Лесная и Мухавец является крайне низкой, что затрудняет количественные оценки как по этой зоне, так и по ее влиянию на процессы в зоне активного водообмена.

Естественные ресурсы подземных вод верхнепротерозойского-нижнекембрийского водоносного комплекса, формирующиеся путем перетекания воды из зоны активного водообмена через кембрийско-триасовую толщу слабопроницаемых пород, равны 338 м³/сут, что составляет лишь 0,03 % от подземного стока в реки. Полученный результат является приблизительным, так как гидрогеологические параметры водовмещающих пород нижнего гидродинамического этажа практически не изучены.

УДК 501.4

Д. А. КОЧЕТКОВ, Н. А. ШКОЛИН, Е. А. КУБЫШКИНА

Россия, Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет
E-mail: kothetkov@bk.ru

ВОЗМОЖНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И ПОИСК РЕШЕНИЙ НА Р. ПРИПЯТЬ В СВЯЗИ С РЕНОВАЦИЕЙ ВОДНОГО ПУТИ E40

Припять – самый большой водный объект в чернобыльской зоне. [1] Река пересекает загрязненную территорию ЧАЭС с севера на юго-запад и на границе 30-километровой зоны впадает в Киевское водохранилище. Во время строительства Чернобыльской АЭС русло Припяти было искусственно изменено, в связи с этим создан судоходный канал протяженностью 11 км. Новое русло было проложено в обход водоема охладителя, созданного для нужд станции. В этом месте р. Припять проходит 300 м от водоемов охладителя, который отделен от реки искусственной дамбой. Еще в 60-х гг. по р. Припять ходили пароходы и корабли, которые перевозили грузы и людей из Чернобыля в Киев и обратно.

Путь E40 – это судоходный маршрут длиной больше 2000 км. Проходит по территории Польши, Беларуси и Украины, часть этого маршрута проходит по р. Припять [2]. Идеи, озвученные еще три с половиной века назад, были частично реализованы в советское время украинскими природными ресурсами. По рекам через Полесье поставлялись в дружественные страны Варшавского договора ресурсы, но после аварии на Чернобыльской АЭС перевозить грузы запретили. Современный проект более масштабный. Он предусматривает, что водный путь E40 станет новым торговым маршрутом между портами Балтийского и Черного морей и позволит перевозить до 4 млн т грузов в год.

В 2020 г. на р. Припять начались подготовительные работы, но оптимизм от возможных экономических эффектов меркнет на фоне масштабных гидротехнических работ, которые нужно провести для восстановления пути. Чтобы гарантировать прохождение тяжелых судов по Припяти, реку нужно подвергнуть серьезным изменениям. Задачами нашего исследования стало изучение возможных последствий экологического характера и предложения возможных решений данной проблемы. Актуальность исследования состоит в недостаточной изученности данного вопроса научным сообществом.

Чернобыльская зона заражена долгоживущими изотопами, и если даже сейчас общая радиоактивность уменьшилась, то все металлы остались на прежнем месте и продолжают деление [3].

Работы на р. Припять могут привести к тому, что все радиоактивные вещества в иле пойдут вниз по течению в Киевское водохранилище, а из него дальше по каскаду до Черного моря. Это один из наиболее быстрых способов, по которому радионуклиды могут разноситься по всей Украине, Беларуси и России. Этот факт неоднократно доказан учеными, которые занимаются изучением радиации и способов ее распространения.

Радиоактивные вещества представляют собой в основном сочетание двух элементов – цезия и стронция. На кубический метр уровня радиации в воде Припять достигает 100 беккерель. [3] В акватории возле Чернобыльской АЭС вычерпать собираются 100 000 кубометров грунта, в результате хотя бы добиться обеспечения гарантированных габаритов судового хода на международный.

Проблемой является Плутоний-241, который распадается на америций-241 через 14 лет. Он более опасен, чем цезий или стронций. Содержание америция-241 изменяется постоянно в бассейне р. Припять, и, по прогнозам, его концентрация будет постоянно возрастать. Его подвижность в водной среде выше, чем в почве, что способствует его быстрому входу в трофические сети водоемов [4].

Данных, куда будут утилизировать тонны кубометров радиоактивного ила, нет. Ведь когда происходит углубление судоходной части реки, то добытый грунт с фарватера каждый раз отвозят в разные места, иногда грузят на баржи и увозят, иногда сваливают рядом, а в некоторых случаях его смешивают вместе с водой и сливают ближе к берегу, образуя намывные острова.

Кроме территории Беларуси, также может пострадать и Российская Федерация. В 1986 г. чернобыльская авария привела к попаданию в воды Черного моря большого количества радиоактивных изотопов. Согласно измерениям за период с 1986 по 2014 г. поверхностные воды Черного моря очень быстро избавились от плутония, который в силу своей тяжести осел на дно. На данный момент Черное море является практически чистым и более 90 % всех изотопов уже покоятся на дне [5].

Строительство и расширение пути E40 включают в себя изменение гидроморфологических условий заповедника Полесья, что приведет к загрязнению ценных водно-болотных угодий. Проблема водности может вызвать деградацию долины Припяти. Районы Полесья имеют международный статус биосферного заповедника ЮНЕСКО.

Следующим этапом нашего исследования стал поиск решения проблемы реновации и строительства водного пути E40. Мы предложили три способа решения данной проблемы:

1. Создание переливной дамбы на р. Припять на границе с Беларусью. Она задержит и не даст загрязненным веществам попасть ниже по реке.

2. Воспользоваться опытом времен чернобыльской катастрофы по созданию искусственных ловушек на дне Киевского водохранилища. Создать своеобразные котлованы борозды, в которых и будет собираться этот загрязненный ил, в надежде, что его потом затамят донные отложения. Это в какой-то степени поможет локализовать загрязнение и не дать ему возможности в полной мере распространяться.

3. Не трогать загрязненные участки акватории Припяти, обойти их и построить рядом с рекой судоходный канал, как, например, это применяется в Голландии.

Проанализировав литературу по данной проблеме, можем сделать вывод, что реновация водного пути E40 приведет к увеличению общей радиоактивности территории, загрязнению р. Днепр и разрушению экосистемы ООПТ «Полесье». В настоящее время лучшим выходом из данного вопроса является или полное закрытие реализации данного вопроса, или строительство дорогостоящих гидросооружений на р. Припять и р. Днепр.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики. Украина и Молдавия. Среднее и нижнее Поднепровье. – Л. : Гидрометеоиздат, 1967. – Т. 6, вып. 2. – 524 с.
2. Andrey Rekesh. Restoration of the international waterway E40 [Electronic resource]. – Mode of access: https://unece.org/DAM/trans/doc/2015/sc3wp3/Presentation_S3_59th_session_Restoration_of_the_international_waterway_E40.pdf.
3. Романенко, В. Д. Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС / В. Д. Романенко, М. И. Кузменко, Н. Ю. Евтушенко. – Киев : Наук. думка, 1992. – 196 с.
4. Golubev, A. Ionizing radiation long-term impact on biota in water bodies with different levels radioactive contamination in belarusian sector of chernobyl nuclear accident zone / A. Golubev, V. Sikorski, O. Stoliar // Radioprotection. – 2011. – Vol. 46, № 6. – S. 393–399.
5. Терещенко, Н. Н. Основные источники поступления техногенных радионуклидов плутония 238, 239, 240 Pu в воды Черного моря и особенности их миграции в постчернобыльский период / Н. Н. Терещенко, В. Ю. Проскурнин // Система Черного моря / отв. ред. А. П. Лисицын. – М. : Науч. мир, 2018. – С. 624–641. – Гл. 7.3.

УДК 911.2:502.51(285)

В. А. МАРТЫНЮК, С. В. АНДРИЙЧУК

Украина, Ровно, Ровенский ГГУ
E-mail: vitalii.martyniuk@rshu.edu.ua

**ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЕР
ПРОТОЧНОГО ТИПА ВЕРХНЕПРИПЯТСКОГО
ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА**

Верхнеприпятский физико-географический район (ФГР) отличается высокой заболоченностью и плотной гидрографической сетью. Общая площадь поверхностных вод Верхнеприпятского ФГР составляет 129,53 км², или 2,58 % от всех земельных угодий природного района. Этот ФГР наиболее заозеренный, где насчитываются 124 озера общей площадью 62,49 км² (1,25 %) [2].

В связи с проводимой в разное время осушительной мелиорацией, гидротехническим строительством, аграрным и лесохозяйственным природопользованием водосборов много озер Верхнеприпятского района сегодня антропогенно-трансформированные. Ко всему, глобальные изменения климата служат дополнительным источником преобразований озер.

Цель исследования – раскрыть ландшафтно-географические особенности озер Верхнеприпятского ФГР (на примере оз. Кисобул) проточного типа для разработки геоэкологического кадастра водоемов, замедленного водообмена.

Результаты исследования. Проточное оз. Кисобул (Тисоболь) локализовано в пределах водной артерии Турского канала. Длина канала составляет 32,2 км, глубина – 2,4 м, а ширина – 16–18 м [4]. История Турского канала берет начало от 1775 г. и связана со строительством Королевского (с 1847 г. – Днепро-Бугского) канала. В период осушительных работ Полесья Западной экспедицией (начало 1873 г.) под руководством

И. И. Жилинского Турский канал углублялся и расширялся [5]. В 1964–1965 гг. была построена Турская осушительная система. Площадь мелиорируемых земель последней составляет 9,07 тыс. га, в том числе 4,32 тыс. га осушено закрытым дренажом. На открытой сети каналов построено 223 шлюзы-регуляторы и 88 труб-переездов [3]. Таким образом, около 250 лет Турский канал и протекающие через него озера Турское, Кисобул, Орехово, Ореховец, а также прилегающие к нему мелиорируемые ландшафты интенсивно осваивались. Оз. Кисобул вместе с Турским каналом принадлежит к бассейну Днепро-Бугского канала.

Площадь водосбора Турского канала до отметки конечного створа составляет 259 км², ее залесенность – 50,0 %, заболоченность – 15,0 % [1], остальная часть приходится на мелиорируемые, обрабатываемые земли, поверхностные воды и другие земельные угодья.

Оз. Кисобул представляет форму овала, вытянуто с юго-запада на северо-восток. На южной окраине озера расположена насосная станция. В западной части от озера проходит автомобильная магистраль местного значения с твердым покрытием Горники-Самары. До начала нынешнего столетия в северо-восточной части от озера (0,5–0,6 км) функционировала животноводческая ферма, в юго-западной части от водоема (около 0,3 км) располагался загон для скота, а в северо-западной части находилась химическая специализированная база. Сегодня природные комплексы вокруг озера интенсивно используются в качестве пастбищ большого рогатого скота и локально для заготовки сена. Проведенные полевые ландшафтно-лимнологические исследования 2018–2019 гг. позволили нам построить батиметрическую модель оз. Кисобул (рисунок 1).

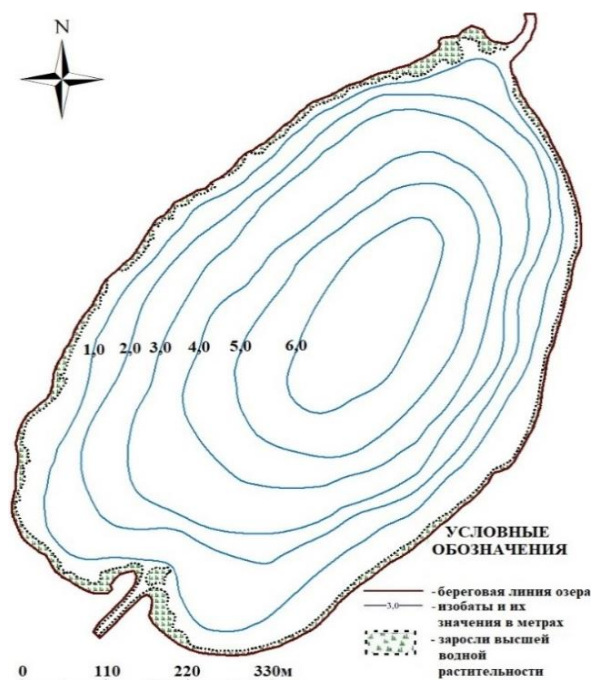


Рисунок 1 – Батиметрическая модель оз. Кисобул

Площадь озера – 0,45 км². Периферийную часть водоема окружает (от 5,0 до 20,0 м) пояс высшей водной растительности, представленный осокой, камышом, рогозом, стрелолистом. Изобаты озера проведены через 1,0 м. Максимальная глубина озера составляет 6,8 м, средняя – 2,26 м. Длина озера – 0,98 км, максимальная ширина – 0,98 км,

средняя – 0,46 км. Береговая линия слабо изрезанная, ее длина составляет 2,99 км. Берега приподнятые, сухие. Объем водных масс озера – 1017 тыс. м³. Более детально лимнологические параметры озера приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфометрические и гидрологические параметры оз. Кисобул

F , км ²	$H_{абс.}$, м	$h_{ср.}$, м	$h_{max.}$, м	L , км	$B_{max.}$, км	$B_{ср.}$, км
0,45	153,4	2,26	6,80	0,984	0,599	0,457
l , км	$K_{изв.}$	$K_{удл.}$	$K_{емк.}$	$K_{откр.}$	$K_{гл.}$	$V_{оз.}$, тыс. м ³
2,992	0,710	2,153	0,332	0,199	2,950	1017

Примечание – Площадь (F), абсолютная отметка уровня воды ($H_{абс.}$), глубина средняя ($h_{ср.}$) и максимальная ($h_{max.}$), длина (L), ширина максимальная ($B_{max.}$) и средняя ($B_{ср.}$), длина береговой линии (l), коэффициенты – изрезанности береговой линии ($K_{изр.}$), удлиненности озера ($K_{удл.}$), емкости ($K_{емк.}$), открытости ($K_{откр.}$), глубинности ($K_{гл.}$), объем озера ($V_{оз.}$).

Склоны котловины озера средней крутизны. Донные отложения в 20,0–80,0 м от берега представлены торфяно-болотными и песчано-илистыми отложениями. Остальная площадь ложа озера выстлана органо-глинистым, органо-железистым и лимонитовым сапропелем (рисунок 2). Площадь сапропеля, по данным Киевской ГРЭ, составляет 31,0 га. Максимальная мощность – 12,0 м, средняя – 5,34 м. Запасы сапропеля на 60 % влажности составляют 285,0 тыс. т. Глубина пелогена – 0,4 м.

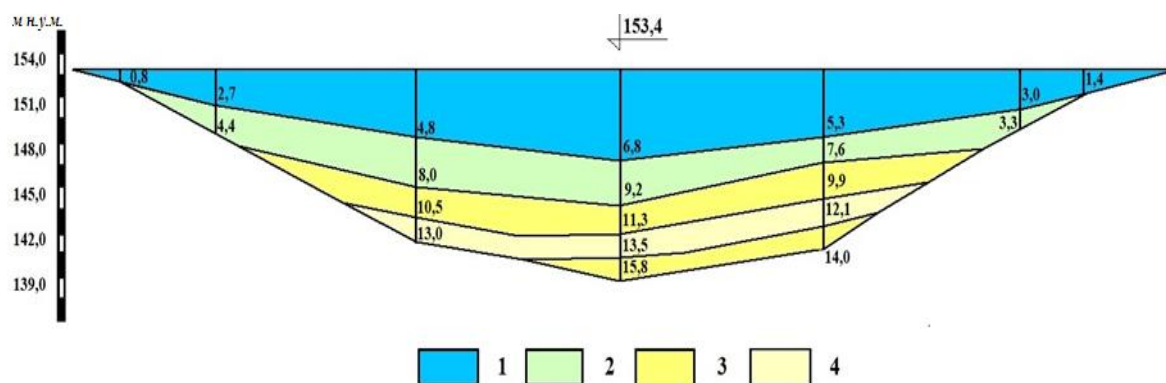


Рисунок 2 – Стратиграфический разрез оз. Кисобул

1 – вода; сапропель: 2 – органоглинистый, 3 – органожелезистый, 4 – лимонитовый

Учитывая лимнологические параметры водоема, состав и мощность донных отложений, водной растительности и температурных особенностей озера, мы построили цифровую ландшафтную карту оз. Кисобул (рисунок 3). В пределах природно-аквального комплекса (ПАК) оз. Кисобул нами выделены два акваподурочища. В литоральном акваподурочище (49,65 % площади) выделены четыре вида аквафаций и 11 ландшафтных контуров. Сублиторально-профундальное акваподурочище (50,35 % площади) насчитывает только два выдела. Средняя площадь вида ПАК составляет 3,45 га, индекс раздробленности – 0,290, коэффициент сложности – 3,77, коэффициент ландшафтной раздробленности – 0,92 (таблица 2).

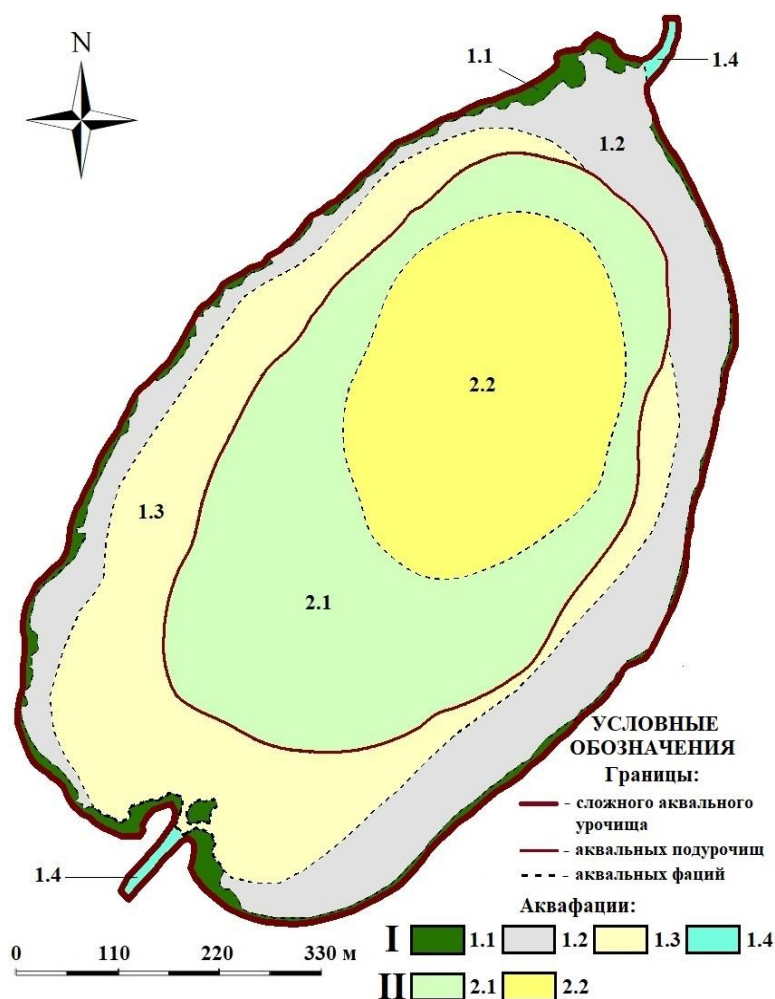


Рисунок 3 – Ландшафтная структура ПАК оз. Кисобул

I. Литоральное акваподурочище на песчано-илистых, торфяно-болотных и сапропелевых отложениях, сформировавшихся на аллювиальных песках с видовым разнообразием надводных и подводных макрофитов.

Аквафации: **1.1.** Литоральные абразионно-аккумулятивные песчано-илистые и торфяно-болотные (до 0,5 м) осоково-камышево-рогозовые, без температурной стратификации. **1.2.** Литоральные аккумулятивно-транзитные песчано-илистые (0,5–1,0 м) элодейно-стрелолистные, без температурной стратификации. **1.3.** Литоральные транзитно-аккумулятивные органо-железистые и органо-глинистые сапропелевые среднетощные (1,0–5,0 м) разреженных подводных растений, без температурной стратификации. **1.4.** Литоральные транзитные песчано-илистые (до 0,5 м) Турского канала свободноплавающих растений, без температурной стратификации.

II. Сублиторально-профундальное акваподурочище на органо-глинистом и органо-железистом сапропеле, подстилаемом аллювиальными песками с обедненной подводной растительностью.

Аквафации: **2.1.** Сублиторальные аккумулятивно-транзитные органо-глинисто-сапропелевые мощные (5,0–12,0 м) свободноплавающих водорослей, с неоднородным температурным режимом. **2.2.** Профундальные аккумулятивные органо-железисто-

сапропелевые, подстилаемые лимонитовым сапропелем мощные (7,0–10 м) с обедненной подводной растительностью и неоднородным температурным режимом.

Таблица 2 – Сложность территориального расчленения ПАК оз. Кисобул

Вид ПАК		Площадь вида ПАК (га)		% площади вида от общей площади		Количество контуров вида фаций в пределах ПАК	% от общего количества	Средняя площадь вида (га)	Индекс раздробленности	Коэффициент сложности	Коэффициент ландшафтной раздробленности
(Под-) урочище	Фация, <i>n</i>	(Под-) урочище	Фация	(Под-) урочище	Фация						
I		22,27		49,65		11	84,62	2,03	0,494	5,42	0,91
	1.1		2,29		5,11						
	1.2		8,94		19,94						
	1.3		10,78		24,03						
	1.4		0,25		0,56						
II		22,58		50,35		2	15,38	11,29	0,089	0,18	0,50
	2.1		13,67		30,48						
	2.2		8,91		19,87						
Всего		44,85	44,85	100,00	100,00	13	100,00	3,45	0,290	3,77	0,92

Выводы. Оз. Кисобул длительное время претерпевает воздействия дренажных вод Турской осушительной системы. Существенное геоэкологическое воздействие на озеро возрастает в период половодий и обильных дождей. В связи с глобальными изменениями климата необходимо разработать геоэкологический паспорт водоема и комплекс мер по адаптации данного ПАК и других озер верхней Припяти к ожидаемым природно-антропогенным трансформациям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зузук, Ф. В. Осушені землі Волинської області та їх охорона : монографія / Ф. В. Зузук, Л. К. Колошко, З. К. Карпюк. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. – 294 с.
2. Мартинюк, В. О. Гідрографічні особливості поверхневих вод Верхньо-прип'ятського фізико-географічного району (Волинське Полісся) / В. О. Мартинюк // Наук. вісн. Херсон. держ. ун-ту. Сер.: Геогр. науки. – 2019. – Вип. 11. – С. 114–123.
3. Турська осушувальна система // Географічна енциклопедія України : в 3 т. – Київ, 1989. – Т. 3. – С. 315–316.
4. Турський канал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/seloyazavni/news/anotherpost>. – Дата доступу: 20.05.2021.
5. Якименко, М. Турський канал: із століття в століття [Електронний ресурс] / М. Якименко // Голос України. – 2009. – 26 лют. – Режим доступу: <http://www.golos.com.ua/article/174577>. – Дата доступу: 20.05.2021.

УДК 504.4.054

Е. П. ОВЧАРОВА, Е. В. САНЕЦ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: geosystem1@rambler.ru

МАЛЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ НА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ: ПЛАНЫ ПО РЕАБИЛИТАЦИИ И РЕАЛЬНОСТЬ (НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРНОГО ВОДОЕМА ПО УЛ. М. ГОРЕЦКОГО, МИНСК)

Гидрографическая сеть города, включающая в себя большое количество элементов, – явление крайне непостоянное. В процессе освоения территории и строительства происходит изменение рельефа, гидрогеологических условий и гидрологического режима. Это приводит к тому, что одни водные объекты могут исчезать, другие появляться. С течением времени из-за роста городов и расширения их территории прилегающие деревни с прудами и (или) бывшими карьерами оказываются в городской черте. Такие искусственные водные объекты продолжают использоваться городским населением для отдыха и рыбной ловли. Зачастую они не имеют научно обоснованного статуса и направления использования. Обеспечить их оптимальное функционирование и использование в процессе градостроительного планирования и освоения городской территории позволяет диагностика их генезиса, изменения, а также выявление механизмов устойчивости к антропогенным воздействиям. Даже при неприглядном состоянии городского водного объекта его прибрежная зона с прилегающими зелеными насаждениями, как правило, остается излюбленным местом отдыха горожан из-за наибольшей схожести с естественными ландшафтами, в которых на урбанизированных территориях люди испытывают потребность.

Особое внимание стоит уделить водоемам, которые в настоящее время имеют статус технических, однако находятся на территории зон жилой застройки. Это, как правило, водоемы, которые ранее создавались для технических целей на промышленных территориях или возникшие на месте выработки полезных ископаемых (карьерные водоемы). С течением времени из-за изменения функционального назначения такой территории данные объекты оказываются в составе ландшафтно-рекреационных или жилых зон. Несмотря на тот факт, что данные водоемы являются техническими и зачастую не имеют никакой инфраструктуры, население города активно использует их в рекреационных целях. Иногда такие объекты даже не входят в реестр водных объектов города, однако являются очень ценными в условиях города и, как правило, имеют высокую рекреационную значимость.

Одним из таких водоемов является карьерный водоем по ул. М. Горького в г. Минске (рисунок 1).

Согласно Схеме функционального зонирования Генерального плана г. Минска (по состоянию на 2016 г.), территория данного участка занимает южную часть 336 ландшафтно-рекреационной зоны, а также входит в состав Детального плана водно-зеленой ландшафтно-рекреационной зоны вдоль р. Лошицы и р. Мышки в части единой системы обводнения. В целом площадь участка составляет около 165 га. Данный участок не имеет рекреационного благоустройства и является резервом для создания парка, в ландшафт которого прекрасно впишется данный водный объект. В настоящее время УП «Минскградо» разработан Градостроительный проект детального планирования данной территории для регулирования инвестиционных процессов при использовании и застройке в соответствии с регламентами генерального плана г. Минска.



Рисунок 1 – Местоположение водоема по ул. М. Горьцкого в г. Минске

Следует отметить, что данный участок имеет высокую рекреационную значимость: в прилегающей к нему жилой застройке в пределах радиуса доступности для рекреационного обслуживания проживает около 150 тыс. жителей микрорайонов жилой многоквартирной застройки Красный Бор, Сухарево, Запад, Юго-Запад, Михалово. В непосредственной близости к западной окраине участка планируется создание микрорайона с жилой многоквартирной застройкой ориентировочно на 14 тыс. человек. При корректировке Генерального плана г. Минска данный участок был выделен в качестве одного из ядер природно-экологического каркаса города. И, несомненно, нуждается в реабилитации.

Несмотря на тот факт, что территория вокруг водоема не обустроена для отдыха, она активно используется городским населением для рекреации, главным образом рыбной ловли.

Точных данных о времени возникновения данного водоема не имеется. Однако, судя по топографической карте 1984 г., в то время карьер уже был обводнен, а более-менее современные очертания он приобрел к 1996 г. Водоем имеет сложную форму, в которой отчетливо выделяются пять заливов: два в южной части, два в северной и один в восточной. Максимальная длина в направлении с юго-запада на северо-восток – 355 м. Максимальная ширина – 190 м. Средняя ширина – 102 м. Площадь водоема – примерно 3,63 га. Длина береговой линии – примерно 1830 м. Коэффициент изрезанности береговой линии – 3,83.

Согласно результатам батиметрической съемки (лето 2017 г.), глубина карьерного водоема изменяется от 0,3–0,5 до 3,2 м. Его характерной особенностью является отсутствие отмели: практически везде глубина у уреза воды составляет 0,3–0,5 м и далее резко увеличивается. Более-менее обширные участки с глубинами до 0,5–1,0 м в западной части водоема, в пределах юго-западного и северо-западного заливов заняты подводной растительностью либо затопленным сухим кустарником. Средняя глубина водоема составляет около 1,5 м, максимальная – 3,2 м. Максимальные глубины (до 3,2 м) отмечаются в центральной части водоема к югу от полуострова/острова. В широкой центральной части расположено несколько участков с глубинами до 2,6 м. Подводный рельеф достаточно сложный, очертания основных изобат в основном повторяют очертания изрезанной береговой линии.

В 2019 г. на основе проведенных исследований сотрудниками лаборатории оптимизации геосистем Института природопользования НАН Беларуси для указанного карьерного водоема предложены мероприятия по его экологической реабилитации.

Наблюдения за гидрохимическим состоянием водоема ведутся уже более 5 лет (таблица).

Таблица – Химический состав воды карьерного водоема

Время отбора	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻ (P)	NO ₃ ⁻ (N)	NO ₂ ⁻ (N)	NH ₄ ⁺ (N)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Минерализация
		мг/дм ³											
04.2016	8,2	134,2	17,2	25,0	< 0,01	0,00	0,00	0,00	48,1	4,9	6,0	1,2	242,6
07.2016	7,7	122,0	17,0	9,5	< 0,01	0,00	0,00	0,00	32,1	9,7	2,9	0,8	194,1
10.2016	8,4	146,9	20,4	5,3	0,04	0,11	0,01	0,11	44,1	9,7	4,2	0,9	255,6
02.2017	7,8	201,4	17,0	9,0	< 0,01	0,03	0,00	0,16	64,1	9,7	11,2	2,3	315,1
04.2017	8,0	170,9	13,1	15,4	0,01	0,02	0,00	0,00	28,9	13,6	10,3	3,3	255,5
05.2017	7,7	146,5	16,3	10,6	0,02	0,00	0,00	0,09	36,1	12,2	4,4	1,2	227,4
07.2017	7,5	73,2	13,1	9,6	0,02	0,00	0,00	0,08	24,1	12,2	4,1	0,4	136,7
06.2018	8,4	109,8	10,0	6,0	0,01	0,07	0,00	0,08	24,1	9,7	11,8	3,0	181,7
09.2018	6,4	134,2	13,3	8,3	0,01	0,03	0,00	0,08	24,1	9,7	14,4	1,5	205,9
04.2020	8,4	146,4	20,0	22,3	0,13	0,05	0,00	0,20	48,1	9,7	7,6	1,0	262,0

Опробование воды карьерного водоема показало, что вода в нем характеризуется устойчивым гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом, соответствующим зональным особенностям формирования химического состава поверхностных вод. Подобная гидрохимическая ситуация указывает, во-первых, на преобладание подземного стока (подземные напорные воды) в питании данного водоема; во-вторых, на отсутствие значимых источников воздействия на химический состав воды водоема.

На протяжении периода исследования общая минерализация воды водоема изменялась от 181,7 мг/дм³ до 315,1 мг/дм³, составляя в среднем 227,7 мг/дм³. Содержание основных макрокомпонентов и биогенных веществ находилось в пределах природно-техногенных величин. Содержание тяжелых металлов превышало фоновые значения: меди – в 3,4 раза, цинка – в 1,2 раза, марганца – в 5,2 раза, но не превышало ПДК.

Однако, по последним наблюдениям (2018–2020 гг.), работы, проводимые на прибрежной территории, приводят к ухудшению визуально-эстетических свойств и так уже нарушенного ландшафта. Так как на данный момент статус этого водного объекта – резервный водоем для пожарных нужд, то из-за несчастных случаев на воде происходит наращивание его берегов, чтобы к карьере невозможно было пройти.

Отсыпка берега проводится загрязненными нефтепродуктами грунтами с остатками строительного мусора, что может в дальнейшем привести к загрязнению воды и усложнить проведение работ по реабилитации карьерного водоема.

На ухудшение состояния карьерного водоема указывает и тот факт, что с сентября 2018 г. в воде фиксируется наличие нефтепродуктов, содержание которых превышает ПДК в 1,2–3,9 раза.

Ситуация с данным карьерным водоемом является яркой иллюстрацией, когда разработанные планы по реабилитации водного объекта с потенциальной высокой рекреационной значимостью разбиваются о реальность из-за его фактического статуса пожарного водоема.



Рисунок 2 – Отсыпка береговой линии карьерного водоема

УДК 551.482

И. В. ОКОРОНКО

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: okoronko2007@ya.ru

БИОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ВОДОСБОРНЫЙ БАССЕЙН Р. ПИНА ОТ АНТРОПОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Антропогенные факторы являются основным источником поступления биогенных элементов в водные объекты не только за счет точечных источников (сточных вод ЖКХ, предприятий и пр.), но и за счет формирования рассредоточенной нагрузки (диффузное загрязнение) на водосбор. Опасность представляют диффузные источники соединений азота и фосфора – биогенных элементов, в наибольшей степени влияющие на эвтрофирование водных объектов [1; 2]. Диффузное загрязнение не регистрируется и не регулируется ни одним природоохранным ведомством.

Целью настоящей работы является количественная оценка поступления биогенных элементов (азот и фосфор) на малые водосборы р. Пина от антропогенных источников. Объектом исследования выступают малые водосборы.

Оценка объема поступления биогенных элементов проводилась с использованием расчетных методов, разработанных на основе специальных экспериментальных работ. Сущность методики представляет собой количественную оценку антропогенных источников поступления биогенных элементов (азот и фосфор) на малые водосборы с последующим их интегрированием. Методика, представленная в данной работе, была апробирована при оценке поступления биогенных элементов на малые водосборы р. Мухавец [2]. Исследования выполнены по следующей схеме.

1. За операционную типологическую единицу принят малый водосбор. Посредством геоинформационного картирования выделено семь малых водосборов в пределах бассейна р. Пина (рисунок 1).

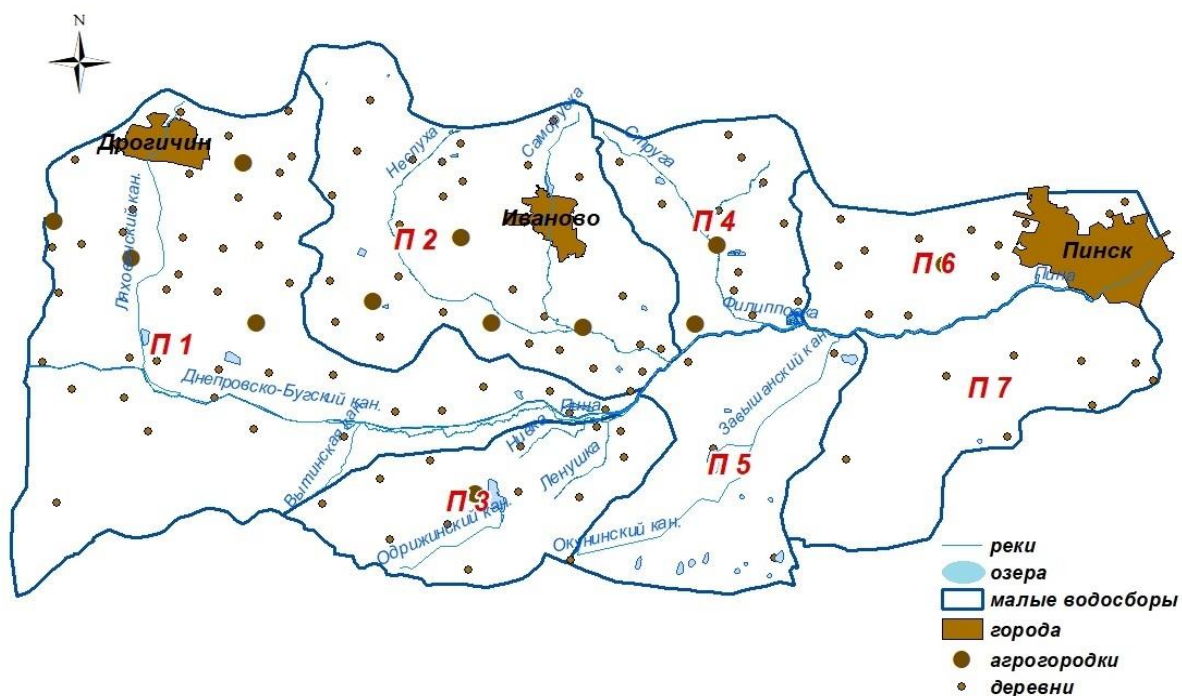


Рисунок 1 – Малые водосборы р. Пина

2. *Выявление основных факторов антропогенной нагрузки, влияющих на поступление биогенных элементов в водные объекты, и их количественная оценка.* Оценка антропогенных факторов производилась по следующим показателям: численность городского и сельского населения, количество внесенных минеральных удобрений, численность крупного рогатого скота и птицы [1; 2]. В материалах ХЕЛКОМ [3] расчет биогенной нагрузки $P_{\text{общ}}$ и $N_{\text{общ}}$ предлагается проводить при следующих значениях нагрузки от одного жителя: 0,9 кг P/год и 4,4 кг N/год. В работе принято, что в расчетах при отсутствии центральной канализации нагрузка от населения поступает в подземный сток в пределах населенных пунктов и выносится равномерно в течение года. При этом механическая очистка не сказывается на содержании биогенных элементов в сточных водах, а биологическая очистка сточных вод приводит к снижению концентрации $P_{\text{общ}}$ на 30 %, $N_{\text{общ}}$ на 50 %. Содержание $P_{\text{общ}}$ и $N_{\text{общ}}$ в отходах жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, кг/год на одну голову: $P_{\text{общ}}$ для КРС – 42,0, для свиней – 13,2, для птицы – 1,4, $N_{\text{общ}}$ для КРС – 82,1, для свиней – 31,2, для птицы – 1,5. При определении количеств азота и фосфора, внесенных с минеральными удобрениями, использовалось соотношение NPK 22 : 11 : 11.

3. *Картографирование выявленных антропогенных факторов для выделенных малых водосборов.* Необходимый материал получен путем обработки картографических и справочных материалов. Все расчеты и картосхемы проводились с использованием приложения ArcGIS. Исходная база данных формировалась по справочным материалам и отчетам Брестского областного статистического комитета и сельских исполнительных комитетов, а также комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Брестского областного исполнительного комитета.

4. *Районирование рассматриваемой территории по величине поступления биогенных элементов.*

Распределение демографических показателей представлено на рисунке 1 и в таблице. На исследуемой территории расположен 131 населенный пункт, где прожива-

ет 361,4 тыс. чел. (169,3 тыс. городское и 192,1 тыс. сельское). Самым урбанизированным является водосбор П6, собственно здесь и фиксируются наибольшие показатели плотности населения (1627 человек/км²). Наиболее заселенными являются центральная и северная часть водосбора, наименьшая концентрация населенных пунктов наблюдается в юго-восточной части исследуемой территории. Наименьшее количество населения характерно для водосбора П5 (1,0 тыс. человек) и П7 (1,4 тыс. человек). Регион характеризуется высокой степенью антропогенной и хозяйственной освоенности. Средняя плотность населения составляет 180 человек/км² (средний показатель для Беларуси – 45 человек/км², для Брестской области – 42 человека/км²).

Таблица – Основные источники поступления биогенных элементов

Название малого водосбора	Индекс	Площадь, км ²	Количество населения, тыс. человек (2018 г.)		Численность, тыс. голов		Количество вносимых минеральных удобрений, тыс. т. д. в.
			городское	сельское	КРС	птицы	
Днепровско-Бугский канал до впадения р. Нивка	П 1	645,0	14,9	23,4	24,4	0	1,3
р. Неслуха	П 2	398,3	16,4	7,3	15,1	68,0	2,2
р. Нивка	П 3	184,5	0	2,8	3,5	0	0,5
р. Филипповка	П 4	155,4	0	3,1	4,4	0	0,8
кан. Завышанский	П 5	210,0	0	1,0	3,4	0	0,2
р. Пина от впадения р. Филипповка до впадения в р. Припять	П 6	178,8	138,0	153,0	6,6	0	0,5
р. Пина от впадения Завышанского канала до впадения в р. Припять	П 7	237,5	0	1,4	9,0	0	0,3

Исследуемая территория характеризуется высоким показателем сельскохозяйственной освоенности. В пределах водосбора расположено 30 предприятий агропромышленного комплекса и свыше 20 фермерских хозяйств. Животноводческие сельскохозяйственные предприятия в основном специализируются на разведении крупного рогатого скота. Так, в отдельных хозяйствах количество КРС превышает 5 тыс. голов (СПК «Осовецкий», ОАО «Горбаха», УП «Ляховичское-Агро», ОАО «Пинский мясокомбинат», ОАО «Заря-Агро»), более 200 кг действующего вещества на один га сельскохозяйственных минеральных удобрений (азотные, фосфорные и калийные) вносят в УП «Ля-

ховичское-Агро», СПК «Осовецкий», ОАО «Пинский мясокомбинат», ОАО «Машеровский», ОАО «Оснежицкое».

Распределение биогенных элементов в пределах малых водосборов представлено на рисунке 2.

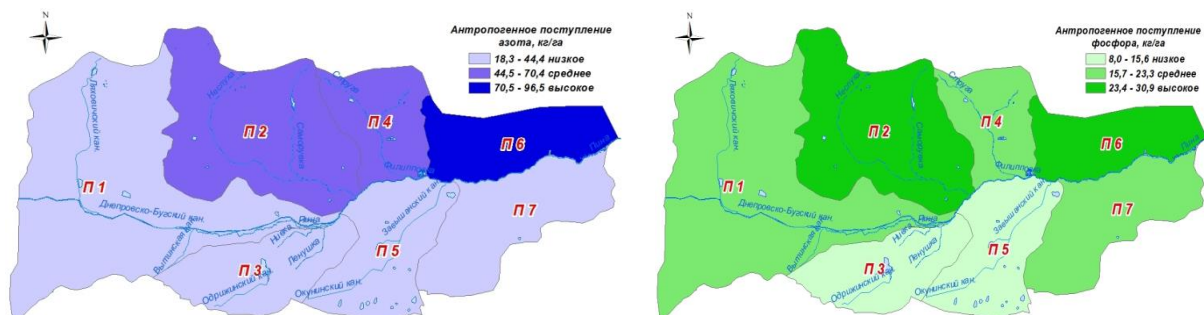


Рисунок 2 – Распределение биогенных элементов

Наибольшее поступление азота зафиксировано на водосборе П6. Фосфора более всего поступает в пределах водосборов П2 и П6. Средние показатели по азоту отмечены на водосборах П2 и П4, по фосфору – на водосборах П1, П4 и П7, на остальных малых водосборах отмечаются наименьшие показатели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антропогенная нагрузка на водосбор и ее учет при оценке выноса биогенных элементов в крупный водный объект (на примере Чебоксарского водохранилища) / С. В. Ясинский [и др.] // Научные проблемы оздоровления российских рек и пути их решения : сб. науч. тр. – Н. Новгород ; М. : Студия Ф1, 2019. – С. 487–491.

2. Волчек, А. А. Биогенные элементы на малых водосборах реки Мухавец / А. А. Волчек, И. В. Окоронко // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-практ. оч.-заоч. конф., посвящ. 100-летию Белорус. гос. ун-та, 60-летию каф. физ. географии и образоват. технологий, 100-летию со дня рождения проф. О. Ф. Якушко, Минск, 24–26 марта 2021 г. / Белорус. гос. ун-т ; под общ. ред. П. С. Лопуха ; редкол.: П. С. Лопух (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – С. 340–345.

3. HELCOM Guidelines for the compilation of waterborne pollution to the Baltic Sea (PLC-water). – Helsinki : HELCOM, 2005. – 80 p.

УДК 550.3:550.42:551.79(476)

М. П. ОНОШКО, В. М. ШИМАНОВИЧ

Беларусь, Минск, НПЦ по геологии

E-mail: onoshko_m44@mail.ru; vshimanovich49@gmail.com

ПРОБЛЕМА БАРИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ПИТЬЕВЫХ ВОДАХ БЕЛАРУСИ

Здоровье населения формируется под воздействием комплекса факторов – медико-генетических, социально-экономических, природно-антропогенных. Геохимическая среда и человек – взаимосвязанные компоненты биосферы, имеющие сложные причинно-

следственные связи. Изменчивость пищевых цепей в различных геохимических условиях приводит к изменению течения соответствующих биохимических реакций человека. Использование пресных подземных вод водоносных горизонтов для питьевого водоснабжения часто осложняется высоким содержанием в них растворенных соединений различных компонентов, воздействие которых может сказаться на здоровье человека. Одним из таких компонентов является барий.

Барий не считается мутагенным или канцерогенным веществом, но он относится к токсичным микроэлементам. Даже в низких дозах барий способен вызывать отдаленные неблагоприятные последствия – токсические и мутагенные эффекты. Растворимые соединения бария хорошо всасываются в пищеварительный тракт и способны к кумуляции в организме человека и животных.

Барий не входит в число эссенциальных, жизненно важных для организма элементов. По своим свойствам он близок к кальцию, который в основном находится в составе костной ткани, поэтому ионы бария могут замещать кальций в костях. Аккумуляция бария в костной ткани усугубляет его опасность для здоровья человека.

При длительном употреблении воды, содержащей барий, возможно повышение кровяного давления. Даже разовое употребление воды, содержание бария в которой значительно превосходит ПДК, может привести к мышечной слабости и болям в брюшной области.

Барий как химический элемент принадлежит ко II группе периодической системы элементов Менделеева, относится к редким щелочноземельным металлам. Он является геохимическим аналогом стронция. Барий встречается в природе только в виде соединений. Его содержание в земной коре составляет 0,065 % [1]. Среди осадочных пород высоким содержанием этого элемента отличаются глины ($5,8 \times 10^{-2}$ %), ниже оно в карбонатных и песчаных породах – 1×10^{-5} %. В четвертичных отложениях Беларуси кларк бария 0,011 % [2]. В природных водах содержание бария составляет 0,001–0,01 мг/л, редко – 0,1 мг/л [3; 4]. В Беларуси установлено значение ПДК для содержания бария в питьевой воде 0,1 мг/л.

В природе барий не относится к числу высокоподвижных элементов. Встречается в виде минеральных трудно растворимых соединений. Будучи достаточно крупным катионом, барий довольно хорошо сорбируется глинистыми частицами, гидроксидами железа и марганца, органическими коллоидами, что также снижает его подвижность в воде. Наиболее распространенными бариевыми рудами являются барит ($BaSO_4$), содержащий 65,7 % оксида бария, и витерит ($BaCO_3$), у которого оксида бария больше (77,7 %).

По причине трудного растворения содержание бария в подземных водах, как правило, невелико, но в районах, где залегают содержащие барий минералы, его концентрация в воде может составлять от единиц до нескольких десятков миллиграмм на литр. Содержание бария в воде также зависит от свойств самой воды, в частности от наличия в ней сульфатов. Сульфат бария имеет крайне низкий предел растворимости (2,2 мг/л при 18 °С) и легко выпадает в осадок, поэтому относительно высокое содержание бария возможно только в водах с низким содержанием сульфатов.

Частично барий попадает в окружающую среду в результате деятельности человека. Барий и его соединения довольно широко используются в электронной промышленности (при производстве вакуумных и телевизионных трубок), в стекольной промышленности, при производстве бумаги, смазочных и моторных масел, в нефтяной промышленности и во многих других областях. Однако для воды основной путь поступления бария в подземные питьевые воды – естественный, из природных источников.

Предварительный анализ имеющихся в государственном предприятии «НПЦ по геологии» гидрогеохимических материалов по водозаборам пресных питьевых вод по-

казывает весьма контрастное распределение этого элемента. Из общего числа изученных проб (8222) по всем областям страны, кроме Могилевской, по которой отсутствуют данные, барий с концентрациями выше ПДК ($0,1 \text{ мг/дм}^3$) встречен в 1846 (22,4 %) пробах. При этом наиболее высокие концентрации бария, на несколько порядков превышающие ПДК, отмечены в водозаборах Витебской и Минской областей, где воды с содержанием бария выше фоновых составляют 93,8 % и 7,6 % от общего количества проб (1420 и 5979). Среднее и максимальное содержания бария по другим областям таковы (в мг/дм^3): Брестская – 0,059 и 0,0995; Витебская – 0,2413 и 9,63; Гомельская – 0,1374 и 0,47; Гродненская – 0,097 и 0,404; Минская – 0,3185 и 37,9. Эти данные свидетельствуют о серьезных проблемах в вопросах качества пресных питьевых вод, связанных с барием.

Таким образом, по аналитическим данным, в подземных питьевых водах почти всех областей фиксируется постоянное присутствие бария, возможно, связанное с условиями их формирования. Причиной значительных вариаций содержания элемента в водах могут быть как природные факторы, так и техногенное воздействие. В связи с этим в настоящее время стоит задача – выявить основные гидрогеохимические процессы формирования качества пресных подземных вод территории Беларуси в отношении бария, разработать критерии оценки гидрогеохимического фона по барию и выявления техногенных процессов, влияющих на качество пресных подземных вод, выделить участки по территории Беларуси с сильно измененным гидрохимическим составом питьевых подземных вод и сопоставить их по содержанию бария.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов, А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А. П. Виноградов. – М. : Наука, 1962. – С. 555–571.
2. Матвеев, А. В. Геохимия четвертичных отложений Беларуси / А. В. Матвеев, В. Е. Бордон. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 191 с.
3. Крайнов, С. Р. Геохимия редких элементов в подземных водах / С. Р. Крайнов. – М. : Недра, 1972. – 295 с.
4. Кирюхин, В. А. Гидрогеохимия / В. А. Кирюхин, А. И. Коротков, Л. С. Шварцев. – М. : Недра, 1993. – 384 с.

УДК 556.33

И. В. САНИНА¹, Н. Г. ЛЮТАЯ²

¹Украина, Киев, Украинский государственный геологоразведочный институт

²Украина, Киев, КНУ имени Тараса Шевченко

E-mail: ekogeol@ukr.net; nlyuta@ukr.net

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ И КАЧЕСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СУББАССЕЙНОВ ВЕРХНЕГО ДНЕПРА И ДЕСНЫ

В соответствии с требованиями Водной Рамочной Директивы, управленческой единицей мониторинга подземных вод являются массивы подземных вод (МПВ), именно для них устанавливаются экологические цели. В зависимости от геолого-гидрогеологических условий в суббассейнах Верхнего Днепра и Десны выделены 4 безнапорные и 6 напорных МПВ. Безнапорные МПВ приурочены к четвертичным от-

ложениям. Напорные МПВ защищены от загрязнения с поверхности мощной толщей перекрывающих водоупорных пород. Они приурочены к разновозрастным породам – от четвертичных до юрских – и залегают на разных глубинах.

Территория суббассейнов Верхнего Днепра и Десны расположена в чрезвычайно благоприятных с точки зрения формирования ресурсов подземных вод условиях – она относится к зоне избыточной увлажненности и лежит в пределах крупного артезианского бассейна Украины – Днепроовско-Донецкого.

Водоносные горизонты относятся к зоне активного водообмена, содержат воду питьевого качества и широко используются для централизованного водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий.

Количество воды. Безнапорные МПВ (кроме МПВ в болотных четвертичных отложениях) используются для индивидуального водоснабжения в сельских населенных пунктах, напорные МПВ – для централизованного водоснабжения промышленных предприятий и населенных пунктов. На территории суббассейнов Верхнего Днепра и Десны сосредоточено значительное количество прогнозных ресурсов подземных вод: Сумской области – 3432, Черниговской – 8326, Киевской – 4185 тыс. м³/сут. Современный уровень их освоения составляет в Сумской области 2,7 %, в Черниговской – 1,3 %, в Киевской – 5 % [1].

Риск недостижения хорошего количественного состояния. Динамика добычи подземных вод из напорных МПВ свидетельствует об устойчивой тенденции ее уменьшения. За 20-летний период добыча подземных вод уменьшилась почти втрое. Это позволяет на ближайшую перспективу уверенно прогнозировать отсутствие риска ухудшения количественных показателей МПВ, используемых для водоснабжения. Об отсутствии риска ухудшения количественных показателей МПВ также свидетельствует и общая тенденция к незначительному уменьшению количества населения за счет миграции.

Что касается безнапорных МПВ, статистические данные о водоотборе из них отсутствуют, но поскольку эти горизонты эксплуатируются только рассредоточенными частными водопользователями, осуществляющими водоотбор в минимальных количествах, то риск ухудшения количественных показателей для этих горизонтов является несущественным.

Следствием уменьшения добычи подземных вод является восстановление уровня в МПВ в альб-сеноманских отложениях, который используется для централизованного водоснабжения Чернигова и других населенных пунктов. Вследствие интенсивной эксплуатации в 80-е гг. прошлого столетия там сформировались депрессионные воронки, но в настоящее время уровни практически восстановились.

Итак, суббассейны Верхнего Днепра и Десны богаты ресурсами подземных вод. Сейчас использование подземных вод на территории этих суббассейнов в среднем составляет лишь 3 % от их прогнозных ресурсов. Низкий уровень освоения подземных вод объясняет отсутствие проблем, связанных с их возможным истощением, и наоборот, позволяет существенно увеличить объем их добычи.

Качество воды. Подземные воды являются стратегическим источником питьевой воды. Но они, как и поверхностные воды, подвергаются загрязнению вследствие антропогенного воздействия. Безнапорные МПВ находятся под наибольшим риском загрязнения, поскольку именно на них приходится основная нагрузка от хозяйственной деятельности. В отличие от безнапорных МПВ, у напорных в кровле есть природные протекторы – водоупорные толщи, препятствующие попаданию загрязнения с поверхности. Качественное состояние подземных вод напорных МПВ хорошее, хотя следует

заметить, что для данной территории характерно повышенное естественное содержание отдельных компонентов, в частности железа и марганца.

На безнапорные МПВ влияют точечные и особенно диффузные источники загрязнения. К последним относятся урбанизированные территории, промышленные зоны, сельскохозяйственные угодья (где широко применяются пестициды и минеральные удобрения). В результате безнапорные МПВ повсеместно характеризуются повышенным содержанием соединений азота.

Риск недостижения хорошего химического состояния. Принимая оптимистичный сценарий развития экономики, в последующие годы следует ожидать увеличение промышленного производства и усиление нагрузки на окружающую среду, в том числе подземные воды. С другой стороны, есть надежда, что развитие промышленного производства, учитывая общемировые тенденции, будет осуществляться на основе концепции устойчивого развития, то есть производство будет менее ресурсозатратным и удовлетворять требования более жестких, чем в предыдущие годы, экологических нормативов. Итак, существенного увеличения нагрузки на подземные воды от промышленных предприятий (точечных источников загрязнения) в ближайшие годы не ожидается.

Что касается диффузных источников загрязнения, ситуация несколько иная. Существенный спрос на продовольственную продукцию на мировом рынке обуславливает устойчивый рост сельскохозяйственного производства. Это проявляется в увеличении использования удобрений и средств химической защиты. Поэтому приходится ожидать увеличения давления от диффузных источников загрязнения в пределах сельскохозяйственных угодий. Поскольку напорные МПВ защищены от поверхностного загрязнения, негативные последствия влияния диффузного загрязнения будут испытывать незащищенные безнапорные МПВ.

Выводы. Таким образом, количественное состояние МПВ в суббассейнах Верхнего Днестра и Десны хорошее. Качественное (химическое) состояние напорных МПВ также опасений не внушает. Безнапорные МПВ, напротив, характеризуются практически повсеместным загрязнением нитратами вследствие сельскохозяйственной деятельности, и прогноз их качества на ближайшие годы, учитывая тенденции роста сельскохозяйственного производства, неутешительный. Учитывая, что грунтовые воды в Украине широко используются для индивидуального водоснабжения в сельских населенных пунктах, это не может не настораживать. Сложившаяся ситуация требует незамедлительного восстановления практически разрушенной сегодня системы мониторинга подземных вод и детального изучения тенденций изменения качества подземных вод, а также оперативного рассмотрения вопроса перевода сельских территориальных общин на экологически чистую подземную воду напорных МПВ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние подземных вод в Украине : ежегодник / ГНПП «Геоинформ Украины». – Киев, 2020.

УДК 556.388

О. В. СИЛИЦКАЯ

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: silitckaya@yandex.by

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БЕЛАРУСИ

Проблема качества подземных вод актуальна вследствие того, что сегодня в Беларуси практически весь объем хозяйственно-питьевого водоснабжения базируется на их эксплуатации.

Подземные воды Беларуси представлены тремя классами: пресными, солоноватыми и солеными водами, а также рассолами [1].

Пресные воды питьевого назначения имеют региональное распространение, мощность их слоя колеблется от 100 до 1000 м и более [2]. Основными водоносными горизонтами являются три повсеместно выдержанных комплекса (верхнепротерозойских отложений и верхней трещиноватой зоны кристаллического фундамента, девонских отложений, отложений четвертичной системы), а также водоносные комплексы фрагментарного распространения [3].

В естественных условиях формируются пресные подземные воды с минерализацией $0,39 \text{ г/дм}^3$ и преимущественно гидрокарбонатным кальциевым и магниевым составом. На участках разгрузки глубинных минерализованных вод наблюдается увеличение минерализации до $2\text{--}5 \text{ г/дм}^3$, и воды приобретают хлоридный натриевый состав [4].

В последние годы антропогенное загрязнение подземных вод Беларуси постоянно усиливается, что обуславливает повышенные концентрации химических элементов, иногда выше их предельно допустимой концентрации (ПДК) [5].

В ходе работы была проанализирована динамика концентраций макрокомпонентов по гидрологическим бассейнам за период 2010–2019 гг., выполнено сравнение данных относительно их ПДК, рассмотрены локальные источники загрязнения подземных вод на территории Беларуси.

Максимальная концентрация нитратов, превышающая ПДК в 3,2 раза, наблюдалась в 2015 г. в бассейне Днепра (рисунок 1).

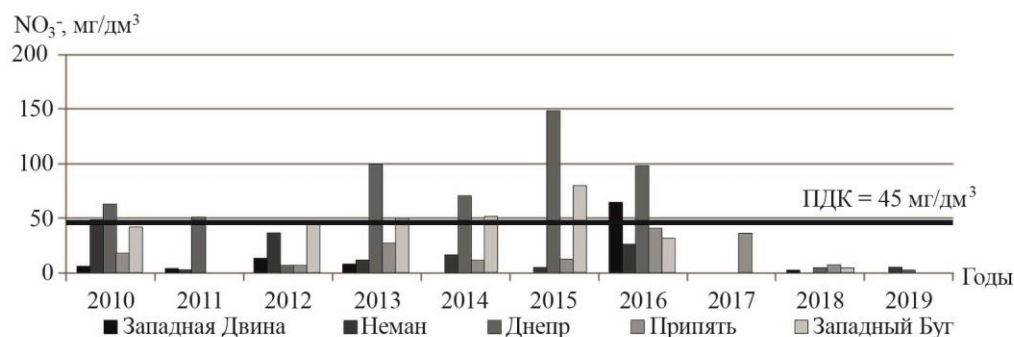


Рисунок 1 – Содержание NO_3^- в артезианских водах Беларуси в период 2010–2019 гг. [8]

Большинство нитратов поступает в подземные воды с хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами, особенно после гидробиологической очистки, когда их концентрация достигает значений ПДК. Кроме того, могут попадать в воды со стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения [7].

В бассейнах с повышенными концентрациями следует провести более подробный анализ для поиска локального источника загрязнения и его устранения.

Максимальная концентрация NH_4^+ , которая превышает ПДК в 16,5 раза, отмечена в 2010 г. в бассейне Западной Двины (рисунок 2).

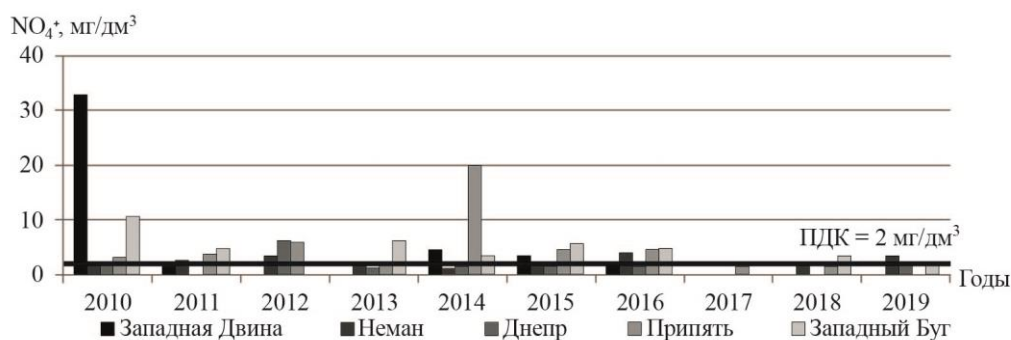


Рисунок 2 – Содержание NH_4^+ в артезианских водах Беларуси в период 2010–2019 гг. [8]

Азот аммонийный является основным компонентом сельскохозяйственного загрязнения подземных вод. Повышение его концентрации связано с животноводческими фермами, хозяйственно-бытовыми сточными водами, поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий в случае использования аммонийных удобрений, а также со сточными водами предприятий пищевой и химической промышленности [7].

В бассейнах с повышенной концентрацией азота аммонийного следует подробнее проанализировать сложившуюся ситуацию и выявить локальные источники загрязнения, провести работы, направленные на сокращение сброса вод, не отвечающих показателям условно чистых вод.

В целом по республике гидрохимический режим свидетельствует об удовлетворительном качестве подземных вод по среднему содержанию основных контролируемых макрокомпонентов. Однако в пределах горнодобывающих предприятий химический состав подземных вод трансформируется под влиянием промышленного загрязнения. Оно формируется за счет солеотвалов галитовых отходов и глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий», а также фосфогипсовых отходов Гомельского химического завода. Основными компонентами промышленного загрязнения являются фосфаты, хлориды, сульфаты и другие соединения.

ОАО «Беларуськалий» является одним из ведущих горнодобывающих предприятий Республики Беларусь. Вследствие интенсивной эксплуатации Старобинского месторождения калийных солей загрязненность подземных вод в их пределах весьма высока. По данным гидрогеохимического опробования, проведенного в 2019 г., максимальное содержание превосходило ПДК в 171 раз. Следы антропогенного воздействия также прослеживаются по концентрации сульфатов. Их максимальные концентрации превысили ПДК в два раза [9].

Образование отходов производства фосфорных удобрений ОАО «Гомельский химический завод» является существенным фактором воздействия на геологическую среду, что приводит прежде всего к загрязнению подземных вод. Максимальные концентрации фосфатов локализованы под отвалами фосфогипса; здесь их концентрация превышает ПДК более чем в 100 раз. Сульфатное загрязнение преобладает в зоне ближней периферии отвалов фосфогипса, а также распространяется вглубину. Их максимальные концентрации в пять раз превышают ПДК [10; 11].

Следует отметить, что по мере удаленности скважин от отвала фосфогипса степень влияния на подземные воды уменьшается.

Рассмотренные данные показывают, что загрязнение подземных вод на горнодобывающих предприятиях имеет локальный характер и сопряжено с расположением источников загрязнения на дневной поверхности.

Из изложенного следует, что на территории Беларуси основными поллютантами подземных вод являются азот аммонийный и нитраты. В Солигорском горнодобывающем районе наиболее масштабна хлоридная и сульфатная контаминация, в зоне расположения отвалов фосфогипса Гомельского химического завода – фосфатная и сульфатная.

Для своевременного регулирования качества подземных вод следует ежегодно проводить оценку экологического состояния подземных вод на территории Беларуси в рамках мониторинга подземных вод, а также локального мониторинга окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Махнач, А. А. Очерк геологии Беларуси / А. А. Махнач, А. В. Кудельский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 171 с.
2. Кудельский, А. В. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси / А. В. Кудельский, В. И. Пашкевич. – Минск : Беларус. навука, 2014. – 271 с.
3. Кудельский, А. В. История воды: происхождение, возраст, эволюция состава / А. В. Кудельский. – Минск : Беларус. навука, 2017. – 116 с.
4. Пресные подземные воды Беларуси (ресурсы и качество) / А. В. Кудельский [и др.] // Літасфера. – 1994. – №1. – С. 160–167.
5. Кудельский, А. В. Подземные воды Оршанской впадины / А. В. Кудельский. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 131 с.
6. Ясовеев, М. Г. Геоэкологические критерии качества пресной питьевой воды [Электронный ресурс] / М. Г. Ясовеев, Д. Д. Таликадзе, А. С. Андриевская // Репозиторий БГПУ. – 2012. – Режим доступа: <https://elib.bspu.by/handle/doc/2895>. – Дата доступа: 18.02.2021.
7. Зенин, А. А. Гидрохимический словарь / А. А. Зенин, Н. В. Белоусова ; под ред. А. М. Никанорова. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 240 с.
8. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Гл. информ.-аналит. центр Нац. системы мониторинга окружающей среды Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/423.html>. – Дата доступа: 22.03.2020.
9. Жуковец, А. М. Воздействие горнодобывающих предприятий на поверхностные и подземные воды на примере ОАО «Беларуськалий» / А. М. Жуковец // Актуальные проблемы экологии : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф, Гродно, 4–6 окт. 2017 г. / редкол.: В. Н. Бурдь [и др.]. – Гродно, 2017. – С. 195–197.
10. Шершнёв, О. В. Оценка воздействия отходов фосфогипса на компоненты окружающей среды / О. В. Шершнёв // Экол. вестн. – 2016. – № 2. – С. 97–103.

11. Коцур, В. В. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена на территории влияния Гомельского химического завода : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук : 25.00.09 / В. В. Коцур ; НАН Беларуси, Ин-т геол. наук. – Минск, 2004. – 21 с.

УДК 556.114:556.55

А. М. СУББОТИН¹, А. Л. КОРНИЛОВ², Г. А. ПЕТУХОВА³, М. В. НАРУШКО¹

¹Россия, Тюмень, ТюмНЦ СО РАН

²Россия, Тюмень, ООО «ИнтерТайм»

³Россия, Тюмень, Тюменский государственный университет

E-mail: subbotin.prion@yandex.ru

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЗЕР, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ГОРОДСКОЙ ЗОНЕ Г. ТЮМЕНИ

Малые озера, расположенные в черте г. Тюмени, имеют существенное значение как зоны территориально природных комплексов и объекты формирования водных ресурсов. Часть из них используется как зоны отдыха горожан и объекты рыбохозяйственного назначения. В связи с тем, что они испытывают длительную антропогенную нагрузку и подвержены загрязнению выбросами строительных, транспортных, коммунальных и промышленных предприятий, водные объекты городской черты могут служить важным индикатором природно-антропогенных изменений окружающей среды.

Целью нашей работы было изучение химического состава озерных вод, расположенных на территории г. Тюмени. Объектами исследования были выбраны три озера. Оз. Алебашево (площадь 27,5 га; глубина 3 м) расположено в северной части города. Имеет рыбохозяйственное значение. Является старично-пойменным водоемом р. Тура. В озеро сливаются канализационные стоки с прилегающего частного сектора. С севера, запада и востока от озера проходят автомобильные дороги. Оз. Круглое (площадь 22,4 га; глубина 9 м) расположено в северной части города. Является старично-пойменным озером р. Тура. Озеро является зоной отдыха горожан, имеет искусственное судоходное сообщение с р. Тура, с запада от водоема проходит оживленная дорога. Оз. Оброчное (площадь 13 га; глубина 7 м) находится в северо-восточной части города. Является старично-пойменным озером водного бассейна р. Тура. Рядом с объектом находятся жилой массив, гаражный кооператив, ведется строительство жилых объектов. Озеро является водоемом – охладителем ТЭЦ-1, имеет сообщение с рекой Тура через канал. Через озеро проходит мост с автомобильной дорогой.

Взятие проб воды проводили в середине июля в летнюю межень. Пробы воды для химического анализа отбирали по 2 л в 1–1,5 м от берега, с глубины погружения пробоотборника в 0,2–0,5 м в десяти точках отбора на равноудаленном расстоянии по периметру изучаемого водоема, затем их смешивали. До начала анализа пробы хранили в холодильнике при температуре 3–5 °С [1–3]. Гидрохимический состав вод определяли по стандартным методикам [4; 5]. Определяли: pH; главные ионы: Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, SO₄²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻; железо общее Fe³⁺ + Fe²⁺; биогенные элементы: P_{ион}, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻; сумму ионов, общую жесткость, перманганатную окисляемость, ПБК₅, содержание нефтепродуктов, количество взвешенных веществ. Определение содержания тяжелых металлов (Zn, Pb, Ni, Cd, Co, Mn, Mo, Cr, Cu) проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре AAS 30 (CARL ZEISS JENA) по стандартной методике [6].

Гидрохимические исследования показали, что вода озер Круглое и Оброчное принадлежит к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. В воде этих озер основ-

ными анионами являются гидрокарбонаты, а катионами – кальций. Вода оз. Алебашево принадлежит к хлоридно-гидрокарбонатному классу с натриево-кальциевой группой. Основными анионами вод данного озера являются гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, а катионами – натрий и, в меньшей степени, – кальций и магний. За счет преобладания этих ионов суммарная концентрация ионов в воде оз. Алебашево в 2 и 2,6 раза выше, чем, соответственно, в озерах Оброчное и Круглое. Вода исследуемых озер слабощелочная (рН от 7,16 до 8,3). Минерализация воды исследованных водоемов (по сумме ионов) составила 148–190...382 мг/дм³, соответственно, для озер Круглое, Оброчное, Алебашевское. По классификации О. А. Алекиной [5], вода этих озер малой и средней минерализации. Жесткость воды, обусловленная присутствием ионов кальция и магния, в исследованных озерах находилась в пределах 1,9–2,0...2,7 ммоль/дм³ (оз. Круглое, оз. Оброчное, оз. Алебашевское). Следовательно, вода в водоемах «мягкая» (общая жесткость – до 4,0 ммоль/дм³ экв.).

По результатам гидрохимического анализа провели расчеты индексов степени загрязнения водоемов: БПК-5 и сапробное загрязнение. Загрязнение водных объектов органическими соединениями оценивали по биохимическому потреблению кислорода за пять суток (БПК₅). Для водоемов культурно-бытового и рыбохозяйственного значения, по нормативам, он не должен превышать 3,5–4 мгО₂/л [7]. Превышение загрязнения органическими соединениями по ПДК фиксируется в оз. Оброчное и оз. Алебашевское – 5,5 и 4,6 мгО₂/л соответственно. Оз. Круглое по этому показателю можно считать чистым. Сапробное загрязнение определяется по следующей формуле: сапробное загрязнение (%) = БПК₅ / перманганатная окисляемость × 100. Для озер Алебашевское, Круглое, Оброчное оно составило 38,7 %, 27,5 %, 31,6 %, что соответствует сильному сапробному загрязнению [8].

Взвешенные вещества в водоемах присутствовали от 7,8 мг/дм³ (оз. Алебашевское) до 18,1 мг/дм³ (оз. Круглое), что существенно превышает ПДК. Большинство водоемов города в период исследования интенсивно «цвели».

В городских водоемах преобладающей формой минерального азота является аммонийная форма. Концентрация аммонийного азота в период исследований превышала ПДК в два раза (0,77 мгN/дм³) в оз. Оброчном, что, вероятно, связано с увеличением антропогенного пресса на водоем.

При загрязнении органическим веществом и недостатке растворенного кислорода нитриты могут накапливаться в водоеме и служат, таким образом, показателем свежего органического загрязнения. Так, нитритный азот в пробах фиксировался в пределах 0,06–0,11–0,13 мг/дм³, соответственно, в озерах Оброчное, Круглое и Алебашево. Наблюдалось превышение ПДК по нитритному азоту до 3–6 раз. Концентрация нитратного азота в озерах не превышала ПДК.

Содержание фосфатов в городских водоемах из-за хронического загрязнения обычно высоко. В оз. Оброчное и оз. Алебашево количество фосфатов превышало ПДК (0,2 мг/дм³ для водоемов рыбохозяйственного назначения) в 2,3 и 1,5 раза. Незначительное превышение ПДК по нефтепродуктам отмечается в воде оз. Круглое.

Концентрация общего железа составляла в пробах 0,44–0,36–0,3 мг/дм³. Для рыбохозяйственных водоемов ПДК для общего железа составляет 0,1 мг/дм³. Необходимо отметить, что биогенное железо в воде находится в виде высокопрочного комплекса гумата железа и не обладает высокой токсичностью, характерной для ионной формы.

Анализ содержания металлов в пробах воды всех исследуемых водоемов выявил превышение ПДК по Mn (10 мкг/дм³) в озерах Оброчное (в 3,6 раза), Круглое (в 4,1 раза) и Алебашево (в 1,7 раза).

Таким образом, в воде исследованных озер г. Тюмени отмечается повышенное содержание органических веществ, загрязнение биогенными веществами (нитритный азот, фосфаты) и взвешенными веществами, превышение концентраций железа и марганца. В воде обследованных водоемов выявлено повышенное содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Cr, Mo), не превышающее в настоящее время значения ПДК, что отражает проявления антропогенного пресса на водные объекты г. Тюмени.

Работа выполнена по госзаданию на 2021–2030 гг. «Пространственно-временные явления и процессы, протекающие в водах суши Сибири в условиях современного техногенеза и изменения климата» (Приоритетное направление 1.15.11. Программа 1.15.11.1).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков : ГОСТ 17.1.5.05-85. – Введ. 07.01.86.
2. Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод : РД 52.24.353-94. – Введ. 10.0195.
3. Вода. Общие требования к отбору проб : ГОСТ Р 51592-2000. – Введ. 07.01.01 – М. : Госстандарт России, 2000. – 31 с.
4. Зарубина, Р. Ф. Анализ и улучшение качества природных вод : в 2 ч. / Р. Ф. Зарубина, Ю. Г. Копылова, А. Г. Зарубин. – Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2007. – Ч. 1 : Анализ и оценка качества природных вод. – 168 с.
5. Справочник по гидрохимии / под ред. А. М. Никанорова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 392 с.
6. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. – М. : Высш. шк., 1990. – 32 с.
7. Межгосударственный стандарт. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора : ГОСТ 2761-84. – М. : Стандартинформ, 2006. – 142 с.
8. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов : ГОСТ 17.1.1.02-77. – М. : Гос. ком. СССР по стандартам, 1977. – 26 с.

УДК 556.55(043.3)(476)+ 551.583(043.3)(476)

Н. Ю. СУХОВИЛО

Беларусь, Минск, БГУ
E-mail: SukhoviloNY@bsu.by

УСТОЙЧИВОСТЬ ОЗЕР БЕЛАРУСИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

Озера являются неотъемлемой частью природной среды Беларуси, а также служат одним из важнейших источников водных, минеральных, рекреационных и биологических ресурсов. Особую актуальность исследование озер приобретает в связи с климатическими изменениями, т. к., занимая достаточно низкое гипсометрическое положение, они могут рассматриваться как своеобразные аккумуляторы и интеграторы всех процессов, происходящих на водосборных территориях.

Объектами исследования стали 149 озер Беларуси различного генезиса (за исключением гидрогенного), расположенных по всей территории страны. Из них наибольшее количество (115) расположено в Поозерье. Отбор объектов исследования осуществлялся таким образом, чтобы они различались по морфометрическим особенностям, скорости водообмена, структуре и рельефу водосбора, уровню антропогенной нагрузки [1].

Для описания особенностей водообмена, связанных только с воздействием климатических факторов, Н. В. Мякишевой введен климатический индекс, обозначенный как CL (от англ. *climate*), а для оценки особенностей водообмена, связанных только с проявлением морфометрических особенностей озерных систем, – морфометрический индекс MM (от англ. *morphometrical*). Для характеристики водообмена в целом используется интегральный индекс, обозначенный как WEE (от англ. *water exterior exchange*). Этот индекс в явном виде учитывает влияние на водообмен морфометрических характеристик через комплексный индекс MM и климатических особенностей через комплексный индекс CL. Методика его расчета описана в [2]. Однако для озер Беларуси использованы местные экстремальные значения параметров, поскольку морфометрические, гидродинамические и климатические переменные различаются по своей величине на северо-западе России и в Беларуси.

Особенностью данного подхода является учет лишь особенностей внешнего водообмена, что не позволяет отследить изменение характера протекания внутриводоемных процессов. Но для подобных целей существуют другие подходы, сочетающие как морфометрические, термо- и гидродинамические параметры, так и содержание основных растворенных в воде веществ [3].

Поскольку значения полученного индекса достаточно адекватно отражают величину потенциальной трансформации гидрологического режима озера под влиянием изменения температуры воздуха и количества осадков, его можно использовать в качестве показателя климатической устойчивости водоема. Перечень критериев для расчета индекса WEE, а также минимальные, максимальные их значения и весовые коэффициенты указаны в таблице.

Таблица – Минимальные и максимальные значения критериев, использованных при расчете индекса WEE, и их весовые коэффициенты

Показатель	min	max	Весовой коэффициент 1	Весовой коэффициент 2
Объем воды, млн м ³	0,14	710,4	0,20	0,70
Площадь водосбора, км ²	0,3	2934	0,28	
Удельный водосбор	0,44	817,36	0,35	
Высота над уровнем моря, м	115,2	244,7	0,06	
$H_{\text{ср}}/H_{\text{макс}}$	0,19	0,75	0,11	
Средняя температура воздуха самого теплого месяца, °С	17,6	19,6	0,70	0,30
Годовое количество осадков, мм	550	730	0,30	

Рассчитанные индексы могут изменяться в пределах от 0 до 1. В реальных условиях же минимальное зафиксированное значение равно 0,138 (мелководное оз. Безуменик в Ивановском районе), максимальное – 0,967 (оз. Синьша в Россонском районе) при среднем значении, равном 0,391.

В целом наиболее высокие значения индексов WEE, изменяющиеся от 0,500 до 0,967, характерны для озер с периодом водообмена, равным нескольким неделям или месяцу (Мнюта, Недрово, Гомель). Немного ниже они в глубоких ложбинных и эвразийных озерах – 0,405–0,467. По мере возрастания доли испарения в водном балансе климатическая устойчивость водоема снижается, что иллюстрируют низкие значения индекса у мелководных озер Ореховское (Малоритский район), Вечера (Любанский район), Выгонощанское (Ивацевичский район).

На основании рассчитанных индексов можно провести условную классификацию озер по устойчивости к климатическим изменениям с выделением трех классов с высокой (выше 0,410), средней (0,301 – 0,410) и низкой (0,300 и ниже) устойчивостью. Количество озер с различными индексами климатической устойчивости иллюстрирует рисунок 1. Как видно из рисунка 1, распределение отличается от нормального. Преобладают индексы устойчивости ниже 0,4. Индексы WEE выше 0,5 характерны лишь для 17 водоемов. Изменение соотношения весовых коэффициентов отдельных критериев повлияло на соотношение числа водных объектов в различных классах незначительно. Поскольку большинство озер Беларуси относится к небольшим мелководным, данная гистограмма, в принципе, наглядно отражает устойчивость их гидрологического режима в условиях климатических колебаний. Недостатком подобной методики оценки устойчивости озер к изменению климата является отнесение больших неглубоких озер Поозерья (Нарочь, Лукомское) к неустойчивым за счет высокого коэффициента открытости их котловин.

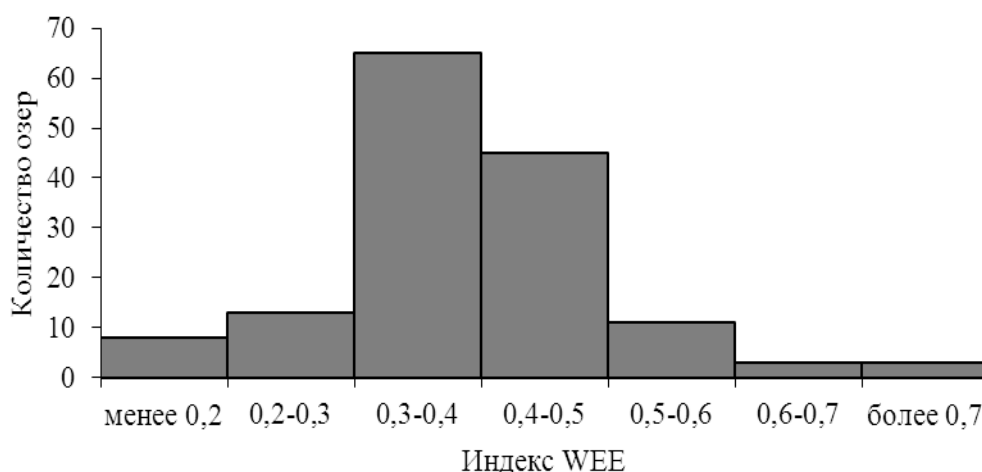


Рисунок 1 – Гистограмма распределения индекса WEE

Что касается пространственного распределения озер с различной степенью климатической устойчивости по территории Беларуси, здесь следует отметить ее снижение при движении с севера на юг, как показано на рисунке 2. Это обусловлено как климатическими условиями территории (на юге Беларуси ниже коэффициент увлажнения), так и большим количеством мелководных озер на Полесье. Озера Поозерья из-за особенностей морфометрии зачастую отличаются более стабильным гидрологическим режимом, в результате чего оказываются менее подверженными колебаниям уровня по причине усиления испарения с водной поверхности.

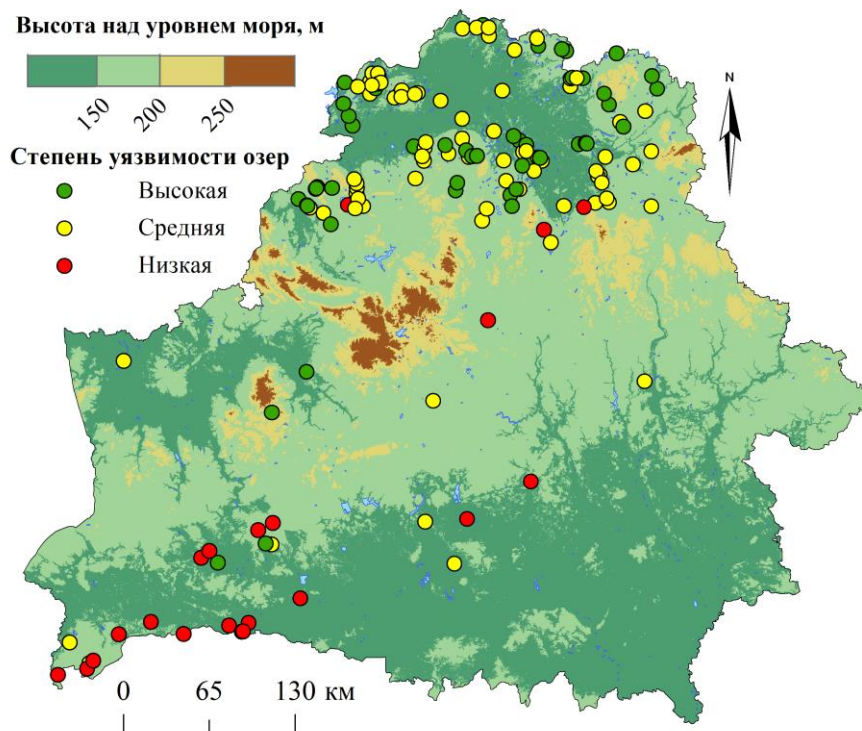


Рисунок 2 – Пространственное распределение озер с различной степенью климатической устойчивости по территории Беларуси

Таким образом, большинство озер Беларуси отличается средней устойчивостью к изменению температурного режима и режима увлажнения. Однако существует ряд водоемов, для которых снижение количества осадков в летний период на фоне роста температур воздуха и воды может привести к сокращению площади водной поверхности, объема воды и вызвать необратимые изменения в экосистемах. Поэтому для мелководных полесских озер видится перспективным создание на их основе озерных водохранилищ с целью регулирования уровня воды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Озера Беларуси : справочник / Б. П. Власов [и др.]. – Минск : БГУ, 2004. – 284 с.
2. Мякишева, Н. В. Многокритериальная классификация озер / Н. В. Мякишева. – СПб. : Изд-во РГГМУ, 2009. – 160 с.
3. Sukhovilo, N. The forecast of vulnerability of Belarusian lakes to external impact under the climate change / N. Sukhovilo // *Słupskie Prace Geograficzne*. – 2019. – № 16. – P. 149–166.

УДК 556.5(476.2-21Гомель)

М. С. ТОМАШ

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: tmarinka@mail.ru

МАЛЫЕ ВОДОЕМЫ ГОМЕЛЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Гомель выделяется среди других городов обилием водных объектов. В пределах городской черты насчитывается около 90 прудов и водоемов. Здесь протекают р. Сож (один из крупнейших притоков Днепра) и несколько более мелких рек. Поверхностные воды активно используются в рекреационных целях, являются неотъемлемой частью ландшафтных композиций города [1].

Изучение гидронимики г. Гомеля преследует несколько целей: с одной стороны, оно позволяет людям ориентироваться и определять местоположение предметов и даже событий, с другой – с помощью зашифрованных лингвистических посланий понять культурное и историческое содержание ранее существовавших объектов человеческого мира.

Оз. Обкомовское – пойменное озеро, находящееся по правому берегу р. Сож. История названия озера доподлинно неизвестна. Вероятнее всего, с организацией микрорайона «Мельников луг», входящего в план застройки микрорайона «Пролетарский луг», по аналогии с пролетариатом и обкомом партии в народе укрепилось это название.

Оз. Дедно располагается в 450 м к северу от оз. Обкомовское. Гидроним Дедно синонимичен наименованию «старик», как «старое русло реки», сам же топоним Дедно связан с названием оз. Дед. Также название оз. Дедно может происходить от обозначения места обитания дедов-предков как символа истоков города [2].

Оз. Володькино – старичное озеро в восточной части Гомеля в Центральном районе. Свое название озеро получило от остановочной пристани «Володино», которая находилась в месте впадения р. Ипуть в р. Сож (рисунок 1).

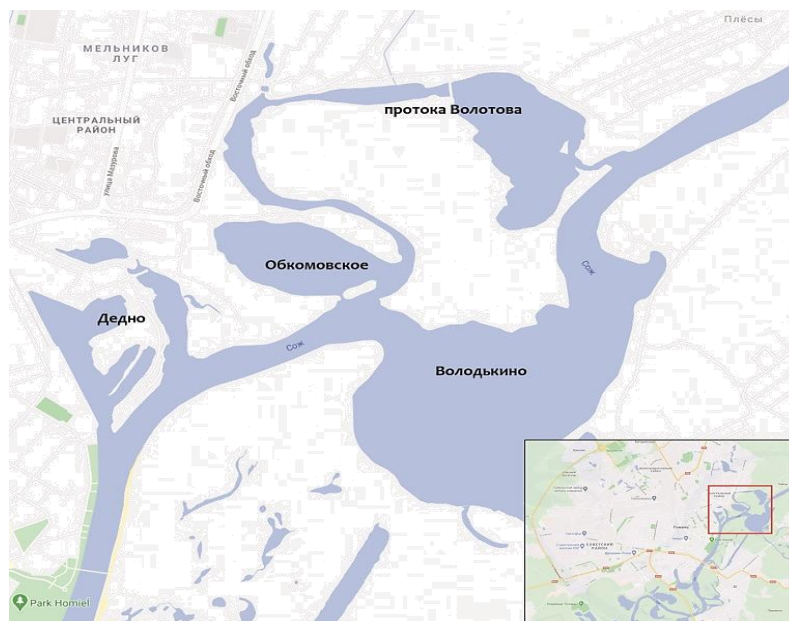


Рисунок 1 – Озера Центральной части г. Гомеля

Каскад озер «Волотовские» – группа озер старичного происхождения в Железнодорожном районе Гомеля в восточной части города. Волотовские озера являются естественными границами между микрорайоном «Волотова», «Мельников луг», «Кленковский» и «Старая Волотова».

Оз. Волотовское – самое крупное озеро Волотовского каскада озер в Гомеле. Расположено между Бурым болотом и каскадом малых озер. Некогда весь Волотовской каскад был частью оз. Волотова в деревне с одноименным названием. Существует предание, что на прибрежной волотовской горе в языческую эпоху поклонялись именно богу Волоту. Также не исключено происхождение названия Волотова как производное от волота ‘богатырь, гигант, великан’, народа, некогда населявшего именно эту часть древнего Гомеля [2].

Оз. Бурое болото (Волотовской канал) – вытянутое озеро в форме рогатки к западу от Волотовского каскада озер. Происхождение названия озера незамысловато. В древности на этом болоте добывали торф, поэтому именно из-за характерного темного цвета поверхности озера и глинистой почвы в окрестностях его и стали называть Бурым (рисунок 2) [2].

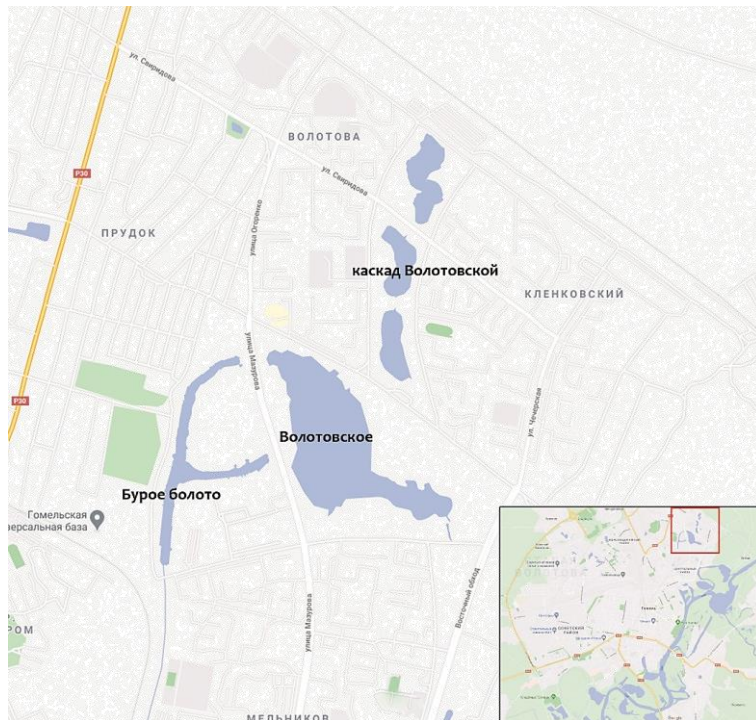


Рисунок 2 – Озера микрорайона Волотова

Оз. Сетен – водоем в восточной части Гомеля. Вероятно, в прошлом было частью Волотовских озер. Гидроним Сетин образован от основы *сет-* в значении ‘плести’ и ‘тина’, что согласуется с местным преданием, согласно которому озеро представлялось в образе сетей, затягивающих людей на дно [2].

Оз. Бобриха – малое ложбинное озеро в Центральном районе Гомеля, получившее свое название от места обитания бобров, которые селятся исключительно в плодотворных «местах силы» и сами излучают энергию трудолюбия и созидания, прилежания, бдительности и миролюбия. В XX в. было излюбленным местом отдыха местных жителей [2].

Оз. Белицкое – озеро в восточной части Гомеля в Новобелицком районе. Название этого озера сопоставимо со словом *бель* ‘небольшое болото, низкое место’. Также гидроним Белицкое можно отнести к производному от названия села Белица, которое в свою очередь было названо по протекавшей вблизи него р. Беличанка [2].

Оз. Роповское – озеро пойменного типа, связано с р. Сож двумя протоками. Расположено в Советском районе Гомеля, в южной части города. Название озера от аббревиатуры РОП – районный отстойник плавсредств.

Оз. Любенское находится в полукилометре от оз. Роповского. Является озером пойменного типа и расположено в правой пойменной зоне р. Сож. Древнее поселение Любно и дало название озеру. Также у славян названия речек и озер Любка, Любынь, Любань, Любовка означали ‘милая, добрая, любая вода’ и выражали веру в спасительную силу и жизненную основу воды, что также могло послужить основанием для названия оз. Любенское, которое очень популярно у гомельчан [2].

Оз. Шапор – пойменное озеро на левом берегу р. Сож в восточной части Гомеля в Новобелицком районе. Гидроним Шапор соотносится с названием д. Шапарня и водных объектов Шипор, Шуберка в бассейнах Припяти и Днепра. Также возможно и происхождение названия Шапор от форм *шибар*, *шивер* в значениях ‘болото’ или ‘илистая, заболоченная земля’ (рисунок 3) [2].



Рисунок 3 – Озера Советского и Новобелицкого районов г. Гомеля

Все географические названия относятся к числу культурно-исторических памятников и являются важной частью топонимического краеведения, обращающегося к разнообразным материалам отдельной деревни, города, района. Для географов имена собственные и особенно географические названия интересны как своего рода первоисточники истории и географии местности. Приобщение школьников и студентов к науке об именах собственных, в частности к топонимике, благотворно скажется на их общем культурном уровне.

Топонимическое краеведение на информационном потенциале местных географических названий позволяет познавать одновременно историю и географию родного

края, особенности хозяйства и духовной культуры населения, более детально изучать географические имена каждой местности на региональном уровне.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Томаш, М. С. Современное состояние и использование водоемов урбанизированных территорий (на примере г. Гомель) / М. С. Томаш // Вес. БДПУ. Сер. 3. – 2020. – № 3. – С. 50–55.
2. Рогалев, А. Ф. Топонимический словарь Гомеля и Гомельского района / А. Ф. Рогалев. – Гомель : Барк, 2012. – 292 с.

УДК 556.047+556.332.52

А. Л. ШЕВЧЕНКО¹, А. Д. СКОРБУН², В. А. НЕСТЕРОВСКИЙ³

¹Украина, Киев, УкрГМИ НАН Украины

²Украина, Киев, Институт проблем безопасности атомных электростанций НАН Украины

³Украина, Киев, КНУ имени Тараса Шевченко

E-mail: shevch62@gmail.com; v.nesterovski@ukr.net; anskorbun@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ ЦИКЛИЧНОСТИ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ПРИЧИН ИЗМЕНЕНИЙ РЕЖИМА ГРУНТОВЫХ ВОД И ИХ СТОКА В РЕКИ

Современная интенсивность роста температуры (0,45–0,6 °C / 10 лет) (рисунок 1) при условии дальнейшего уменьшения годового количества атмосферных осадков грозит истощением водных ресурсов. В выбранной нами для детальных исследований верхней части водосборного бассейна р. Южный Буг достаточно большая норма атмосферных осадков – 638 мм. Однако за период с 1976 по 2020 г. потепление климата проявилось в увеличении среднегодовой температуры на более чем 2,0 °C (по метеостанции г. Хмельника и др.), что, безусловно, должно повлиять на распределение влаги и водных ресурсов в регионе.

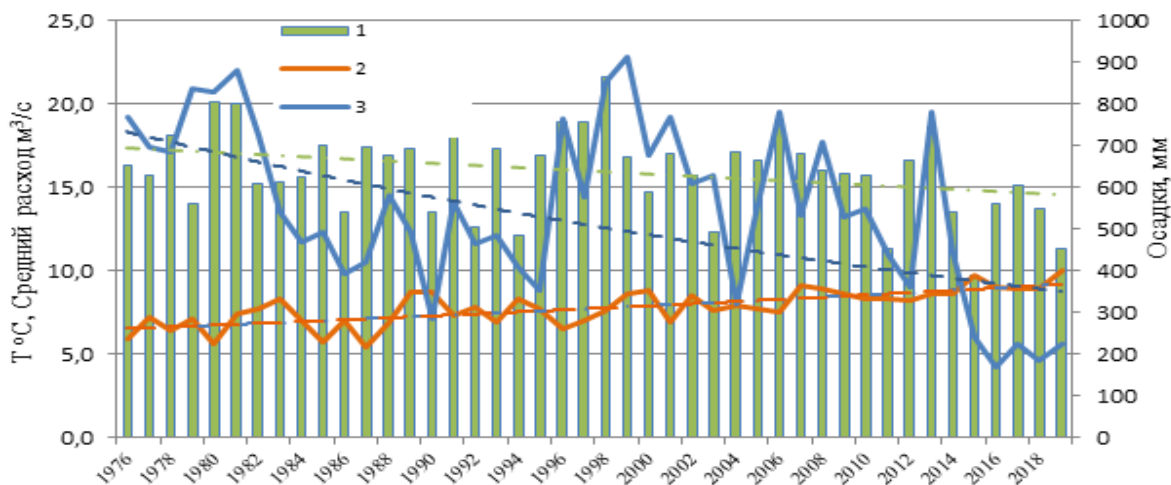


Рисунок 1 – Многолетние изменения в динамике основных факторов формирования режима грунтовых вод в прибрежной зоне р. Южный Буг: 1 – осадки; 2 – температура приземного воздуха (м/с г. Хмельник, Винницкая обл.); 3 – динамика стока реки (пост с. Лелитка) – и соответствующие тренды этих показателей

Целью нашей работы было определение подземного стока в реки, изучение связи между циклическими в режиме грунтовых вод и режимоформирующими факторами, а также выделение факторов, способствующих защищенности грунтовых вод от истощения в условиях повышения температуры воздуха.

Методы исследований – конечно-разностный метод для определения стока грунтовых вод в реки; статистические методы: вейвлет-анализ [1], определение степени гиперслучайности событий [2], множественный корреляционный анализ и т. п. для изучения циклическости и факторной зависимости показателей режима. Используются вейвлеты Гаусса и Морле, которые дают наглядную картину существования или отсутствия периодических составляющих в анализируемых данных. Результатом вейвлет-преобразования ряда данных является двумерная матрица коэффициентов разложения (в виде картины, где каждой точке соответствует величина данного коэффициента). Основным преимуществом вейвлет-анализа (над преобразованиями Фурье) является то, что по картине вейвлет-коэффициентов легко установить интервал времени интенсивного проявления искомой периодичности (ритма).

Степень определенности (случайности) изменений, происходящих с показателем режима, оценивалась по степени флуктуации выборочного среднего в фиксированные моменты времени. Анализируя динамику изменений показателя, можно выявить некоторые тенденции, ведущие к нарушению статистической устойчивости. Оценка статистической устойчивости для уровня грунтовых вод (УГВ) проводилась по методике [2], основанной на расчете параметров, характеризующих нарушения статистической устойчивости на конечном интервале наблюдения.

Согласно данным наблюдений за стоком р. Южный Буг на посту «Лелитка», за период с 2008 по 2017 г. произошло резкое уменьшение среднемесячного стока (рисунок 1). Так, если за период 1980–2003 гг. среднемесячное значение расхода составило $14,75 \text{ м}^3/\text{с}$, в 2004–2008 гг., накануне маловодного периода, – $14,52 \text{ м}^3/\text{с}$, то за 2009–2017 гг. оно уменьшилось до $10,38 \text{ м}^3/\text{с}$, или на 29,6 % относительно средних значений 1980–2003 гг. По результатам вейвлет-анализа, в 1980–2003 гг. в режиме расходов р. Южный Буг проявляется достаточно четкая 8-летняя циклическость, в 2004–2005 гг. она сменяется на 11-летнюю, а приблизительно с 2009–2011 гг. выделяется 5–6-летняя циклическость. Эти переходы хорошо синхронизируются с аналогичными сменами циклов атмосферных осадков.

При изучении режима грунтовых вод подтвердилось, что 8-летняя циклическость характеризует продолжительные многоводные периоды, а 5–6- и 11-летняя циклическости – маловодные. Для РГВ меньше 2,5 м 8-летняя циклическость переходит в 5–6-летнюю с 2011 г., что соответствует началу маловодного периода для грунтовых вод. 8-летняя циклическость достаточно четко выдерживается для подземного стока в реки на участке с УГВ 2,5–4,5 м и хорошо синхронизируется с циклическостью температуры. После 2014 г. с прогрессированием «гидрогеологической засухи» 8-летняя циклическость для подземного стока становится нечеткой.

Температура воздуха отвечает за изменения количества осадков, их внутригодовое распределение, регулирование как маловодных, так и многоводных циклов, а главное, она достаточно мощно влияет на верхние горизонты подземной гидросферы, по крайней мере, до глубины 4,5 м в лесостепной зоне Украины. Особенно значительное снижение УГВ происходит при начальных уровнях от 0,5 до 2,5 м. Средний коэффициент инфильтрационного питания на участке с УГВ 1,0–2,5 м в период 1980–1988 гг. составлял 35 %, в 1989–1997 гг. – 24,4 %, а в 1998–2017 гг. – 18,3 %, т. е. уменьшился почти вдвое по сравнению с начальным периодом изменений климата на Украине. На площади водосбора с более характерными УГВ, в пределах 2,5–4,5 м, в 2015–2017 гг. значительно возросли потери в зону аэрации, что привело к негативному балансу (рисунок 2),

коэффициент инфильтрационного питания снизился с 6 % в 1990–1998 гг. до 2 % в 1999–2014 гг. и до –2 % в 2015–2017 гг.

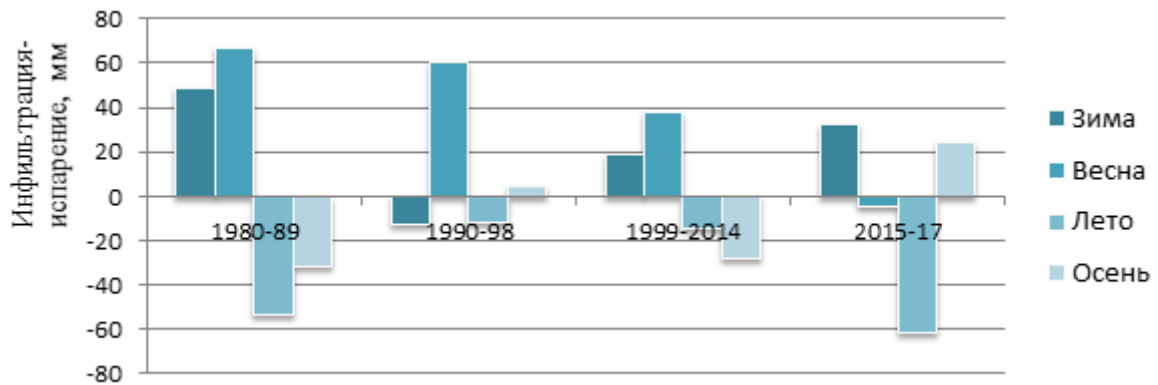


Рисунок 2 – Поэтапная динамика сезонного питания грунтовых вод на площади с УГВ 2,5–4,5 м по разнице инфильтрация – испарение (потери в зону аэрации)

По результатам определения подземного стока в реки стало очевидным, что ранее определяемый показатель модуля подземного стока является условным и довольно приближенным. Подземный сток в реки на участках с различным уклоном и условиями питания грунтовых вод заметно отличается. Режим грунтовых вод в пойме Южного Буга в пределах Украинского массива трещинных вод, на расстоянии 80–85 м от реки в большей степени зависит не от режима реки, а от напорного питания, которое обеспечивает более устойчивое, чем осадки, восполнение запасов, уровня и стока грунтовых вод в реку. Сток грунтовых вод существенно изменяется во времени, в том числе по сезонам года (рисунок 3).

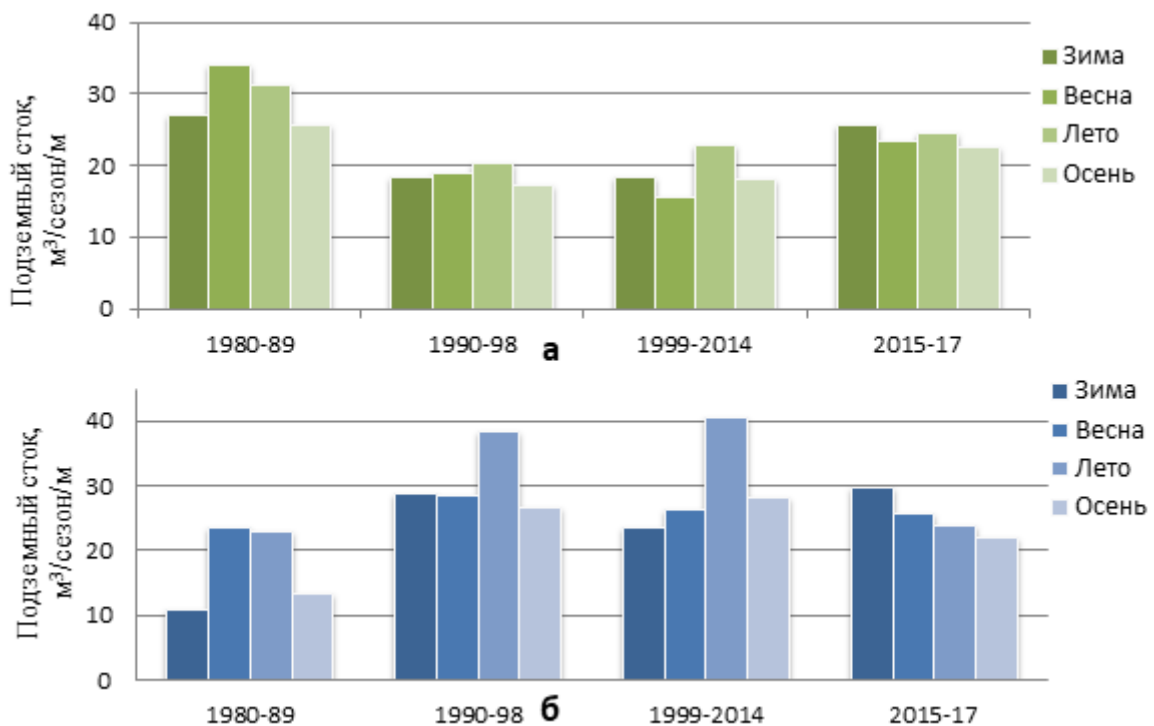


Рисунок 3 – Удельный сток в р. Южный Буг грунтовых вод на участке поймы на острове с УГВ 1,0–2,5 м (а) и с левобережного водосбора с УГВ 2,5–4,5 м (б)

Как оказалось, начало значимых проявлений глобального потепления в Украине (1989 г.), «разделение» циклов температуры в начале 90-х гг. и начало 8-летней цикличности в режиме стока грунтовых вод совпадают с началом этапа гиперслучайных изменений в режиме УГВ. Продолжение этого этапа характеризуется изменениями в циклических ритмах многих природных показателей: неопределенностью в изменениях водных ландшафтов, значительными засухами и наводнениями и т. п.

Выводы. Изменения цикличности в режиме грунтовых и поверхностных вод достаточно четко коррелируют с изменениями климатических условий: 8-летние циклы характеризуют многоводные периоды, 5–6- и 11-летние – маловодные. На основании того, что эти цикличности длятся по 22–33 года и цикличность в 5,5 года для грунтовых вод с УГВ 2,5–4,5 м началась в 2011 г., маловодный период будет продолжаться, несмотря на увеличение количества осадков в 2021 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астафьева, Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения / Н. М. Астафьева // Успехи физ. наук. – 1996. – № 166 (11). – С. 1145–1170.
2. Горбань, И. И. Теория гиперслучайных явлений: физические и математические основы / И. И. Горбань. – Киев : Наук. думка, 2011. – 320 с.

УДК 556.55

Т. А. ШЕЛЕСТ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: tashelst@mail.ru

ВОДОХРАНИЛИЩА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Водоохранилище – это искусственный водоем с полным объемом воды более 1 млн м³, созданный с целью хранения воды и регулирования стока. В Республике Беларусь сооружено около 150 водохранилищ. Необходимость их создания и размещение по территории были обусловлены потребностями хозяйства для водоснабжения городов, мелиорации земель, увлажнения сельхозугодий, а также внутригодовой и территориальной неравномерностью распределения стока рек [1].

В 1988 г. РУП «ЦНИИКИВР» был составлен каталог водохранилищ, в котором представлены их основные показатели. В 2005 г. на основе фондовых материалов, результатов паспортизации водохранилищ, данных эксплуатирующих организаций и других источников подготовлен справочник [2], в котором проведено уточнение сведений о водохранилищах, где, помимо их описания, представлена информация об их проектном назначении и современном использовании.

Цель настоящего исследования – выявить особенности водохранилищ Брестской области.

В настоящее время в Брестской области насчитывается 44 водохранилища (около 30 % от общего количества водохранилищ страны). Суммарная площадь их водного зеркала составляет около 137 км². Полный объем – почти 400 млн м³, полезный – 250 млн м³. История их создания началась в 1937 г., когда по проекту польских инженеров было построено водохранилище Гать на р. Лохозва и начало строиться водохранилище Кутовщинское на р. Сервечь. Оба они расположены в Барановичском районе.

К середине 1970-х гг. в Брестской области насчитывалось 7 водохранилищ. Начиная с 1976 г. наблюдается активное создание водохранилищ, которые были построены практически во всех районах области. После 1991 г. темпы строительства водохранилищ в стране снизились – в области было создано 4 водохранилища: Новое (1992, Березовский район), Бездеж (1994, Дрогичинский район), Олтушское (1994, Малоритский район) и Остров (1997, Ляховичский район). Строительство водохранилищ велось с разной целью: для двухстороннего регулирования водного режима, комплексного использования водных ресурсов области, развития рыбного хозяйства, рекреации, водообеспечения населенных пунктов, строительства межколхозных электростанций.

К настоящему времени водохранилища имеются во всех районах Брестской области, кроме Жабинковского. Размещение их по территории области характеризуется неравномерностью. Больше всего их в Дрогичинском, Ивацевичском и Пинском районах (рисунок).

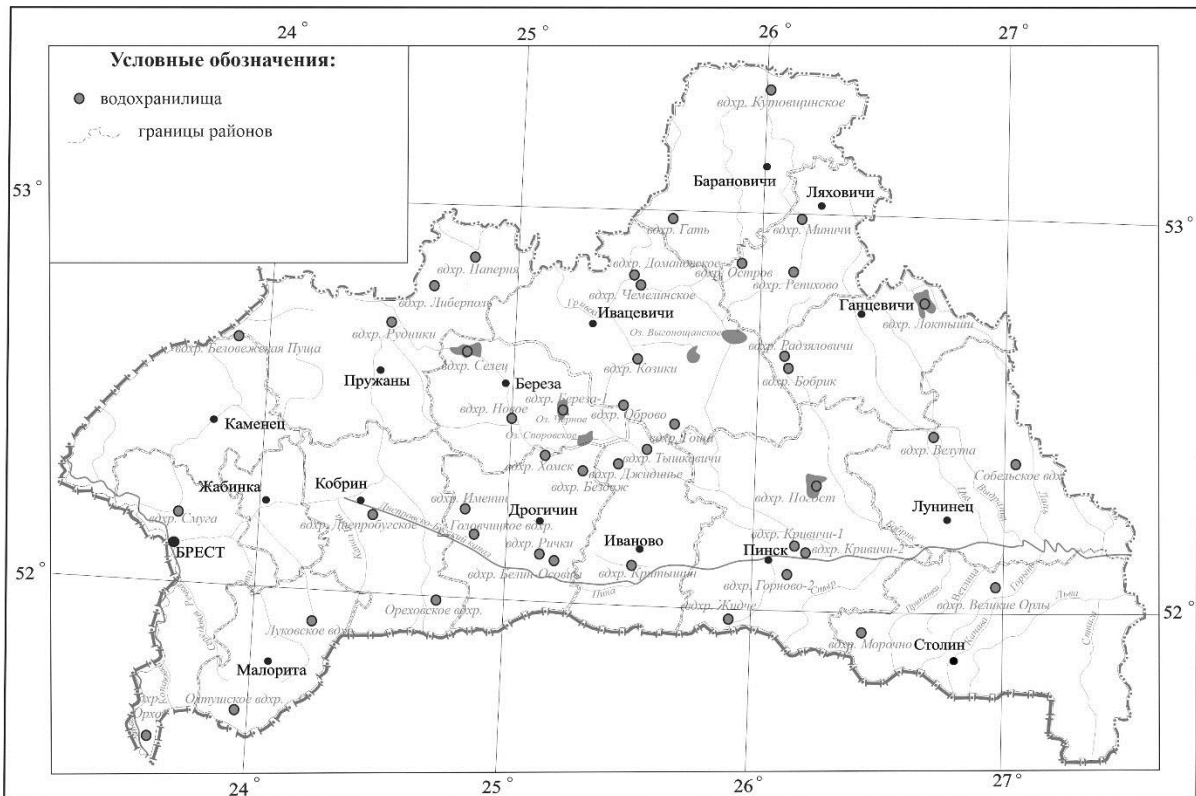


Рисунок – Водохранилища Брестской области

В Брестской области в бассейне Западного Буга расположено 9 водохранилищ, в бассейне Немана – 8, остальные относятся к бассейну Припяти. Особенностью водохранилищ области, как и всей страны, является то, что они расположены не на главных реках (Припять, Западный Буг), а на притоках первого – третьего порядков. Больше всего их приурочено к бассейну Ясельды.

Водохранилища различаются гидроморфологическими особенностями, характером образованной чаши и конфигурацией.

Главными параметрами водохранилищ являются объем и площадь водного зеркала, которые определяют их воздействие на окружающую среду. Из-за равнинного рельефа на Полесье отсутствуют возможности для создания больших регулирующих

емкостей. По морфометрическим характеристикам преобладают малые водохранилища (объем – менее 10 млн м³, площадь зеркала – менее 3 км²) [2; 3]. Лишь 6 водохранилищ относятся к категории небольших (10–100 млн м³, 3–25 км²). Самым крупным водохранилищем области по площади зеркала является Селец. Затем идут Береза-1, Погост и Локтыши. Суммарная площадь этих водохранилищ превышает площадь всех остальных водохранилищ области. Помимо этих четырех водохранилищ, к категории небольших с учетом вышеотмеченных параметров относятся еще Луковское и Велута. Три водохранилища области имеют полный объем воды более 50 млн км³ (Селец, Погост и Локтыши), большинство же – менее 5 млн км³.

Водохранилища Брестской области относятся к полесскому типу, который характеризуется наибольшими в Беларуси площадями затопления и небольшими глубинами. Средняя глубина их составляет 3 м, причем наименьшая она у русловых водохранилищ. Максимальная же глубина достигает 10 м и более.

По генезису встречаются водохранилища трех основных групп: русловые, наливные и озерные. На русловые водохранилища, которые создаются в долинах при помощи водоподпорных сооружений, в основном путем возведения плотины, приходится наибольшая площадь (более 40 %), при том что количество их невелико (10). По количеству заметно преобладают наливные водохранилища (66 %), наполняемые водой путем перекачки ее насосными станциями из внешних источников, нередко создаваемые для аккумуляции стока с осушительных систем. Однако их суммарная площадь (38,3 км²) составляет лишь 28 % от всей площади водохранилищ. Среди наливных водохранилищ – Велута, Собельское, Джидинье и др. Некоторые наливные водохранилища созданы на базе выработанных торфяников (Жидче, Новое). Меньше всего в области озерных водохранилищ, которые создаются путем увеличения площади и обвалования естественных озер (Береза-1, Погост, Луковское). Наибольшим среди них является водохранилище Береза-1, созданное на базе оз. Черное, наполняемое за счет стока р. Жегулянка и польдеров.

По характеру регулирования стока все водохранилища области являются сезонного регулирования, которое направлено на аккумуляцию в них стока многоводных периодов с целью их последующего использования в маловодные периоды. Большинство водохранилищ имеет хорошо выраженное понижение воды зимой, период весеннего наполнения и летне-осеннюю сработку. Уровень воды в водохранилищах поддерживается искусственным регулированием стока.

Водохранилища области широко используются для различных целей. В настоящее время основные направления использования – место отдыха и любительского рыболовства, увлажнение сельскохозяйственных земель. Некоторые водохранилища используются для целей малой гидроэнергетики (Береза-1, Гать), развития рыбного хозяйства. Промысловый лов рыбы осуществляется на водохранилищах Селец, Погост, Жабер и др. Промысловое значение на водохранилищах имеют такие виды рыб, как лещ, плотва, карась, щука, окунь. Все водохранилища широко используются как для кратковременного, так и для длительного отдыха. Для кратковременного отдыха в основном используются те водохранилища, которые расположены в непосредственной близости от населенных пунктов. На ряде водохранилищ (Гать, Паперня, Погост, Селец и др.) расположены учреждения отдыха. Водохранилище Миничи эксплуатируется ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение». Для нужд Национального парка «Беловежская пушча» используется водохранилище Беловежская пушча, построенное еще в 1964 г., которое расположено у д. Ляцкие на р. Переволока.

Таким образом, водохранилищный фонд Брестской области насчитывает 44 водохранилища с площадью водного зеркала около 137 км². Они расположены не на главных реках, а на притоках первого – третьего порядков. Больше всего их сконцентрировано в бассейне Ясельды. Из-за преобладания равнинного рельефа отсутствуют возможности для создания больших регулирующих емкостей. По морфометрическим характеристикам преобладают малые водохранилища. Суммарная площадь четырех наиболее крупных водохранилищ превышает площадь всех остальных водохранилищ области. Водоохранилища относятся к полесскому типу, который характеризуется наибольшими в Беларуси площадями затопления и небольшими глубинами. По генезису встречаются водохранилища трех основных групп: русловые, наливные и озерные. По занимаемой площади преобладают русловые водохранилища, по количеству – наливные. По характеру регулирования стока все водохранилища области являются сезонного регулирования. На современном этапе основным направлением использования водохранилищ является рекреация.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водоохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой / В. М. Широков [и др.] ; под ред. В. М. Широкова. – Минск : Университетское, 1991. – 204 с.
2. Водоохранилища Беларуси : справочник / под общ. ред. М. Ю. Калинина. – Минск : Полиграфкомбинат им. Я. Коласа, 2005. – 182 с.
3. Блакітны скарб Беларусі / рэдкал.: Г. П. Пашкоў [і інш.]. – Мінск : Беларус. энцыкл., 2007. – 480 с.

УДК 556.18:628.171(476)

О. В. ШЕРШНЁВ

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины
E-mail: gomelgeo@yandex.ru

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В Республике Беларусь исследования по ресурсной тематике посвящены вопросам водного баланса территории, особенностям распределения водных ресурсов и структуре их хозяйственного использования, текущей и перспективной водообеспеченности экономики страны (С. С. Белецкий, Г. В. Богомолов, А. А. Волчек, С. П. Гудак, М. Ю. Калинин, К. А. Курило, А. В. Кудельский, А. П. Лавров, М. Г. Медведева, А. М. Пеньковская, Я. М. Шилинская, В. М. Широков, М. Г. Ясовеев и др.). При оценке водопользования, как правило, используются теоретический и отчетно-статистический методы.

Теоретический метод основывается на составлении баланса водопотребления и водоотведения с учетом особенностей производственных процессов, систем водоснабжения и канализации.

Отчетно-статистический метод опирается на данные государственной статистической отчетности об объемах водопотребления, водоотведения и производстве продукции. При оценке динамики водопотребления наиболее распространенными являются статистические методы анализа временных рядов.

Прогнозные оценки развития водного хозяйства того или иного региона должны опираться на представления о динамике соотношения потребности в водных ресурсах и их наличии в прошлом и настоящем, с учетом направлений и приоритетов водопользования, его технического обеспечения и мероприятий по охране водных ресурсов.

Целью работы является оценка приоритетов и динамики водопотребления и водопользования в Республике Беларусь.

Оценка водопотребления и водопользования в Республике Беларусь базировалась на материалах государственного водного кадастра, включающего обобщенные данные статистических отчетов предприятий и организаций об использовании воды за период 2000–2019 гг. [1; 2].

Применяемые для реализации поставленной цели методы представлены тремя группами: эмпирические (сравнение), экономико-статистические и графические.

Динамика водозабора за период 2000–2019 гг. указывает на наметившуюся еще с 1992 г. тенденцию снижения добычи (изъятия) воды из подземных и поверхностных источников (рисунок 1, составленный нами на основе данных государственного водного кадастра [1; 2]). Ежегодное сокращение добычи (изъятия) воды (цепной показатель), за исключением отдельных лет, изменялось от 1 до 4 %, а за рассматриваемый период составило около 28 % по отношению к 2000 г.

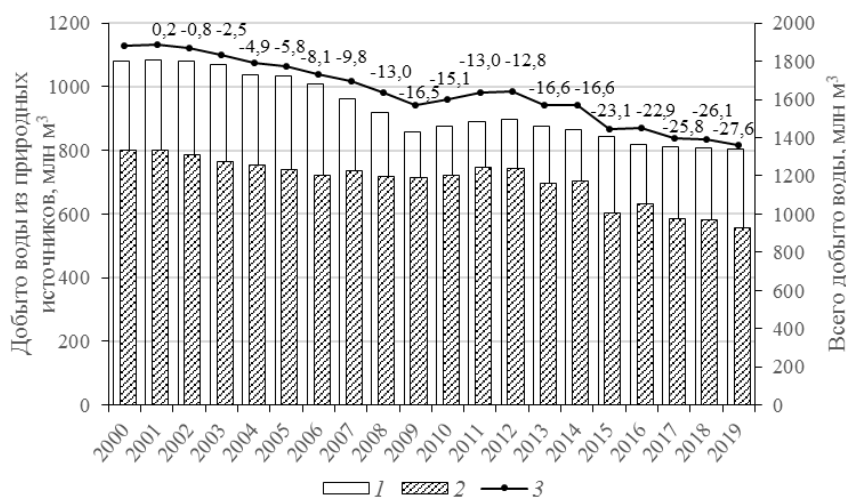


Рисунок 1 – Забор воды из природных источников для использования в Республике Беларусь:

1 – подземные воды; 2 – поверхностные воды; 3 – всего добыто воды (цифры над кривой – темпы прироста к базисному 2000 г.)

С 1985 до 1995 г. в структуре общего водозабора доминировали поверхностные воды (53–60 %), а затем до настоящего времени от 54 до 58 % добычи воды приходилось на подземные воды. Повышение доли добычи подземных вод обусловлено их более высоким качеством по сравнению с поверхностными водами и, как следствие, приоритетным использованием, прежде всего в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Из общего объема воды, используемой для этих целей, 91 % составляют подземные воды. Значительна доля использования подземных вод в сельском хозяйстве (до 98 %) и промышленности (до 30 %), почти на 100 % они востребованы на лечебные нужды, для бутилирования и производства напитков, но по абсолютной величине они существенно уступают хозяйственно-питьевому водоснабжению (рисунок 2, составленный нами на основе данных государственного водного кадастра [2]).

Сокращение водозабора обусловлено уменьшением объемов использования воды.

С 2009 и 2016 гг. в Республике Беларусь изменялись формы статистической отчетности по целям водопользования. Долгое время используемая для отчетности структура водопользования, включавшая четыре показателя – хозяйственно-питьевые, сельскохозяйственные (орошение и водоснабжение), промышленные цели и рыбоводство, – была детализирована и расширена за счет еще пяти показателей: бутилирование пресных и минеральных вод, энергетические нужды, лечебные (курортные, оздоровительные) нужды, для производства алкогольных, безалкогольных, слабоалкогольных напитков и пива (кроме бутилирования пресных и минеральных вод) и др.

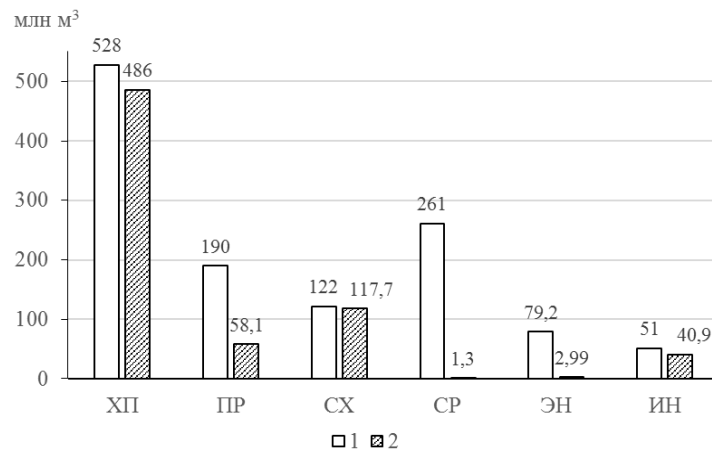


Рисунок 2 – Использование подземных вод в Республике Беларусь в 2019 г.

Цели водопользования: ХП – хозяйственно-питьевые нужды; ПР – нужды промышленности; СХ – нужды сельского хозяйства (кроме рыбоводства); СР – нужды сельского хозяйства (только рыбоводство); ЭН – энергетические нужды; ИН – прочие цели. 1 – всего использовано воды; 2 – использовано подземных вод

За период 2000–2019 гг. для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения и промышленности наблюдается тенденция сокращения использования воды, за исключением колебаний в сторону небольшого возрастания в отдельные годы. Снижение хозяйственно-питьевого водопотребления, включая лечебные цели, произошло на 32 %, а на промышленные нужды (с учетом бутилирования, производства напитков, энергетических и прочих целей) – на 39 %. Снижение потребления воды, преимущественно поверхностной, на промышленные нужды привело к сокращению забора поверхностных вод и увеличению доли подземных вод. При этом хозяйственно-питьевые нужды (включая лечебные) являются приоритетной целью в общей структуре водопользования, на которые расходовалось от 46 % (2000 г.) до 43 % (2019 г.) воды. Нужды промышленности до 2016 г. оставались вторым направлением по объемам потребления воды, доля использования которой не существенно колебалась и составляла 28–31 %. В 2016–2019 гг. с учетом изменения отчетности в структуре водопользования доля использования воды на нужды промышленности снизилась до 15 %.

Значительная часть воды тратилась на нужды рыбоводства, где доля ее использования колебалась, но имела общую тенденцию роста с 13,5 % в 2000 г. до 21 % в 2019 г.

На протяжении рассматриваемого периода на цели сельскохозяйственного орошения и водоснабжения расходовалось меньше всего воды, доля использования которой, как правило, изменялась в пределах 8–9 %.

Таким образом, анализ динамики водозабора в Республике Беларусь за период 2000–2019 гг. выявил тенденцию постоянного сокращения добычи воды, более 50 % которой извлекается из подземных источников. Наибольшее сокращение использования воды произошло для хозяйственно-питьевых и промышленных целей.

Основным водопотребителем является хозяйственно-питьевое водоснабжение, для обеспечения которого на 70–100 % используются подземные воды.

Главным водопользователем выступают рыбные хозяйства, в меньшей степени – энергетика, на долю которой приходится немногим более 6 % от общего объема использованной воды.

Причины сокращения использования воды на том или ином временном этапе могли быть обусловлены следующими факторами:

- в хозяйственно-питьевом водоснабжении: убылью населения, внедрением и расширением приборного учета использования воды в жилом секторе городов и развитием тенденций, направленных на сбережение воды в сфере жилищно-коммунального хозяйства;

- в промышленном водоснабжении: сокращением производственных мощностей водоемких предприятий, снижением доли водоемких производств в промышленности, внедрением водосберегающих технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный водный кадастр. Раздел «Статотчетность водопользователей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://178.172.161.32:8081/watstat/data/>.

2. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество (за 2019 год). – Минск : Минприроды Респ. Беларусь, Минздрав Респ. Беларусь, РУП «ЦНИИКИВР», 2020. – 221 с.

УДК [528.88:504](476)

А. А. ЯНОВСКИЙ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: yalouski@ya.ru

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗАРАСТАНИЯ ПОЙМЫ Р. ЯСЕЛЬДА

На всей территории Беларуси в результате существенного сокращения сенокоса и выпаса скота происходит зарастание лугов и нарушенных болот древесно-кустарниковой растительностью и крупнотравьем. В данной работе исследована динамика за 2015–2020 гг. зарастания тростником и ивняками прибрежной полосы р. Ясельда шириной 100 м на территории биологического заказника «Споровский», от впадения канала Винец до оз. Споровское. Заказник «Споровский» расположен на территории нескольких районов Брестской области, имеет международный статус охраны Рамсарского угодья. Основу заказника составляет комплекс низинных пойменных болот – Споровские болота, расположенные по обе стороны русла Ясельды и являющиеся одним из крупнейших на Полесье массивом малонарушенных низинных болот. Ширина прибрежной полосы выбрана равной минимальной ширине водоохранной зоны р. Ясельда.

Работа выполнена по снимкам спутников серии *Sentinel-2*, которая представлена двумя околополярными находящимися на одной орбите спутниками-близнецами. Все

использованные снимки являются безоблачными на территории исследования и попадают в интервал 20 дней августа с датами съемки: 2015-08-08, 2016-08-25, 2017-08-12, 2018-08-10, 2019-08-25 и 2020-08-14. В работе использованы каналы с пространственным разрешением 10 и 20 м, последние приведены к разрешению 10 м согласно [1]. Атмосферную коррекцию выполнили с помощью программы обработки *Sen2Cor* [2]. Из дальнейших расчетов исключили пиксели с искаженными или вышедшими на насыщение значениями.

Для коррекции субпиксельного смещения геопривязки снимков выполнили последовательную корегистрацию каждого снимка *Sentinel-2* на снимок предыдущего года съемки, т. е. снимок за 2016 г. корегистрировали на снимок за 2015 г., за 2017 – на снимок за 2016 г. и т. д. Коррекцию смещения выполнили только в тех случаях, когда это приводило к увеличению сходства снимков в пределах окна их сравнения.

Подспутниковые исследования выполнили 29.07.2015 г. на участке расположенного в пойме р. Ясельда торфяного месторождения Песчанка. Растительность исследуемого участка месторождения представлена осоковыми, осоково-гипновыми и тростниковыми фитоценозами. Площадь участка составила 68 га. Результаты наземного обследования далее уточняли и экстраполировали по спутниковым снимкам сверхвысокого пространственного разрешения на всю картографируемую пойму р. Ясельда. Наиболее эффективное разделение и компактную локализацию тростниковых и осоковых фитоценозов на диаграмме рассеяния обеспечила комбинация Трансформированный разностный индекс растительности (*TDVI*) [3] – канал 5 мультиспектрального прибора *Sentinel-2*, которую и использовали при создании итоговой обучающей выборки для указанных тематических классов.

Полученную обучающую выборку дополнили участками с открытыми почвами и антропогенными объектами, открытой водной поверхностью, сомкнутой древесной растительностью, полигоны с которыми создали непосредственно по спутниковым снимкам разного пространственного разрешения. Также к тростниковым фитоценозам добавили древесно-кустарниковую форму ивняков. Таким образом, обучающая выборка представляла пять тематических классов: 1) тростник и древесно-кустарниковая форма ивняков (19,1 га); 2) осоковые фитоценозы (96,2 га); 3) сомкнутая древесная растительность (139,2 га); 4) открытые почвы и антропогенные объекты (76,1 га); 5) открытая водная поверхность (126,6 га).

Итоговая обучающая выборка содержала 45 724 пикселя, центры которых попали внутрь 36 полигонов. В свою очередь каждый пиксель содержал 10 значений, используемых в работе спектральных каналов.

Тематическое картографирование прибрежной полосы р. Ясельда выполнили с помощью метода опорных векторов. Для определения оптимальных значений параметров C и γ радиальной базисной функции при оценке точности классификации использовали коэффициент Каппа (κ) [4]. Оценка точности основывалась на 10-кратной перекрестной проверке на достоверность результатов классификации обучающей выборки.

Для применения результатов обучения метода опорных векторов по снимку *Sentinel-2* за 2015 г. к снимкам *Sentinel-2* за остальные годы выполнили их радиометрическую нормализацию к снимку за 2015 г. путем расчета линейных зависимостей между каналами снимков на основе псевдоинвариантных пикселей. Выделение псевдоинвариантных пикселей провели на парах соответствующих каналов фрагментов снимков, содержащих территорию исследования, с использованием метода главных компонент согласно [5]. Оптимальная ширина буферной зоны определялась путем итерационного ее изменения с расчетом значения коэффициента линейной корреляции для попавших в буферную зону пикселей. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов псевдоинвариантных пикселей

Дата съемки	Число псевдоинвариантных пикселей	Доля псевдоинвариантных пикселей, %
2015-08-08	–	–
2016-08-25	56558	3,89
2017-08-12	63508	4,36
2018-08-10	61019	4,19
2019-08-25	97429	6,69
2020-08-14	82558	5,67

Общая точность классификации составила 99,9956 %, а значение коэффициента Каппа оказалось равным 0,999942. Поскольку в обучающую выборку по всем тематическим классам отбирались преимущественно типичные их представители, полученные оценки точности классификации относятся преимущественно к разделению данных типичных представителей тематических классов.

По результатам классификации снимков за 2015–2020 гг. рассчитали площади и их доли от суммарной площади для каждого тематического класса поверхности прибрежной полосы р. Ясельда (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика поверхности прибрежной полосы р. Ясельда за 2015–2020 гг.

Фитоценоз \ Год		2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Площадь, га	319,24	337,64	332,61	333,58	319,31	315,91
	Доля, %	57,04	60,32	59,42	59,6	57,05	56,44
2	Площадь, га	196,37	185,74	191,06	187,1	187,72	189,7
	Доля, %	35,09	33,18	34,13	33,43	33,54	33,89
3	Площадь, га	37,65	26,21	25,88	28,04	41,92	43,96
	Доля, %	6,73	4,68	4,62	5,01	7,49	7,85
4	Площадь, га	6,39	10,15	10,19	11,02	10,79	10,17
	Доля, %	1,14	1,81	1,82	1,97	1,93	1,82

Примечание – 1 – тростник и древесно-кустарниковая форма ивняков; 2 – осоковые фитоценозы; 3 – сомкнутая древесная растительность; 4 – открытые почвы и антропогенные объекты.

В настоящее время уровень грунтовых вод на Споровских болотах зависит от использования воды расположенными выше по течению р. Ясельда водохранилищем «Селец» и рыбхозом. В годы с недостатком воды на заполнение прудов и водохранилища из р. Ясельда забирается ее большее количество, что приводит к еще большему снижению уровня воды на территории заказника. В годы с избытком воды ситуация обратная. В результате пойма р. Ясельда на территории заказника зарастает устойчивыми к колебанию уровня грунтовых вод тростником и ивняками.

Начальный год исследования характеризовался аномальной засухой, что, предположительно, вызвало интенсификацию зарастания поймы Ясельды устойчивыми к понижению уровня грунтовых вод ивняками. В таблице 2 видно существенное увеличение их площади между 2015 и 2016 гг., при этом площади осоковых фитоценозов и сомкнутой древесной растительности уменьшились. В дальнейшем происходило постепенное уменьшение площади класса «тростник и древесно-кустарниковая форма ивняков», предположительно, вследствие перехода части древесно-кустарниковой формы ивняков в класс «сомкнутая древесная растительность», площадь которого увеличивалась.

Данные выводы являются предварительными, высокая мозаичность поверхностного покрова требует увеличения пространственного разрешения спутниковых снимков. При этом степень фрагментации поверхностного покрова, вероятно, заметно увеличилась после аномальной засухи 2015 г. Кроме того, в течение 2015–2017 гг. в пойме р. Ясельда проводилась регулярная промышленная заготовка фитомассы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brodu, N. Super-Resolving Multiresolution Images With Band-Independent Geometry of Multispectral Pixels / N. Brodu // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. – 2017. – Vol. 55, № 8. – P. 4610–4617.
2. Sen2Cor 2.8 [Electronic resource]. – 2020. – Mode of access: <http://step.esa.int/main/third-party-plugins-2/sen2cor/>. – Date of access: 21.10.2020.
3. Bannari, A. Transformed difference vegetation index (TDVI) for vegetation cover mapping / A. Bannari, H. Asalhi, P. M. Teillet // *IEEE International geoscience and remote sensing symposium*. – 2002. – Vol. 5. – P. 3053–3055.
4. Cohen, J. A coefficient of agreement for nominal scales / J. Cohen // *Educational and Psychological Measurement*. – 1960. – Vol. 20, № 1. – P. 37–46.
5. Du, Y. Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection / Y. Du, P. M. Teillet, J. Cihlar // *Remote Sens. Environ.* – 2002. – Vol. 82. – P. 123–134.

СЕКЦИЯ 4 ЭКОЛОГИЯ И БИОРЕСУРСЫ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 595.324:591.5

П. А. АНДРЕЕВ

Россия, Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет
E-mail: pashka_belkin@ro.ru

ОЦЕНКА ПЛАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ *DAPHNIA MAGNA* В УСЛОВИЯХ НАЛИЧИЯ ИЛИ ОТСУТСТВИЯ ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Освещение является одним из важнейших факторов, регулирующих деятельность водных экосистем. Продолжительность светового дня определяет жизненные циклы гидробионтов: вертикальные миграции, процессы размножения, пищевые взаимоотношения. Для изучения влияния освещенности применяют технологию компьютерного зрения, но в данный момент приборы не всех фирм позволяют проводить наблюдения одновременно, как в условиях присутствия света, так и его отсутствия. В России единственной системой является «TrackTox», разработанная на кафедре прикладной экологии Института экологии и природопользования КФУ, реализующая алгоритмы компьютерного зрения. Однако в текущей модификации она не позволяет проводить наблюдения в ночное время, в связи с чем целью данной работы было оценить плавательную активность *Daphnia magna* в условиях наличия или отсутствия освещения при помощи технологии компьютерного зрения.

При проведении работы были поставлены следующие задачи:

1. Модифицировать анализатор «TrackTox» для работы в условиях низкой освещенности.
2. Охарактеризовать параметры плавательной активности *D. magna* в условиях наличия освещения при помощи технологии компьютерного зрения.
3. Охарактеризовать параметры плавательной активности *D. magna* в условиях отсутствия освещения при помощи технологии компьютерного зрения.

Объектом исследования является *D. magna Straus* – вид планктонных ракообразных из надотряда ветвистоусых (Cladocera). Предмет исследования – плавательное поведение дафний в условиях отсутствия и наличия освещенности.

Материалы и методы. В рамках основной задачи была выполнена модернизация «TrackTox»: установлена подсветка 5 ИК-светодиодов (850 нм) и видеокамера, т. к. стандартная модификация текущей подсветки не позволяла проводить наблюдения в ночное время. Была поставлена USB-камера повышенной светочувствительности (рисунок 1).

Также дополнительно подбирали освещение, которое было бы оптимально для отсутствия бликов, наблюдаемых на кювете. Анализировалось расположение подсветки сбоку, сверху и снизу. В результате мы выяснили экспериментально, что наилучшее изображение достигается при расположении подсветки снизу (рисунок 2).

Плавательную активность изучали по схеме, представленной на рисунке 3. В качестве основных характеристик плавательной активности использовались данные по скорости плавания дафний и проплываемое ими расстояние.



Рисунок 1 – Внешний вид анализатора TrackTox и его компонентов

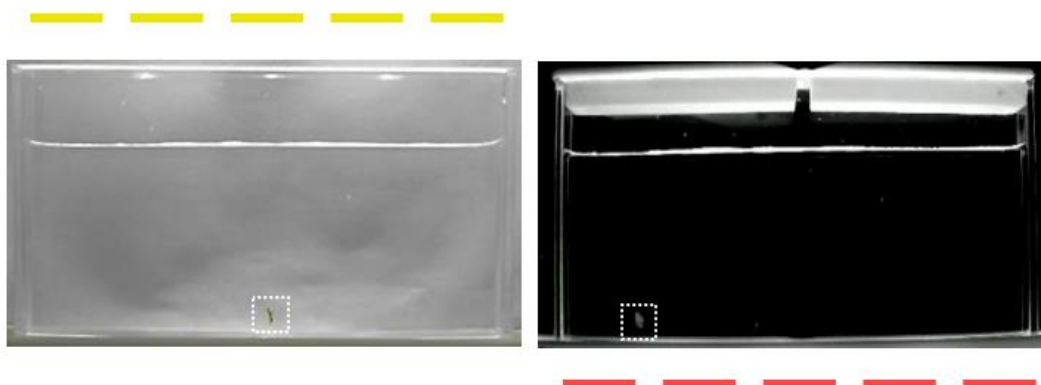


Рисунок 2 – Съемка дафний в условиях наличия и отсутствия освещения (1500 лк – White-LED / 0 лк – IR-LED)

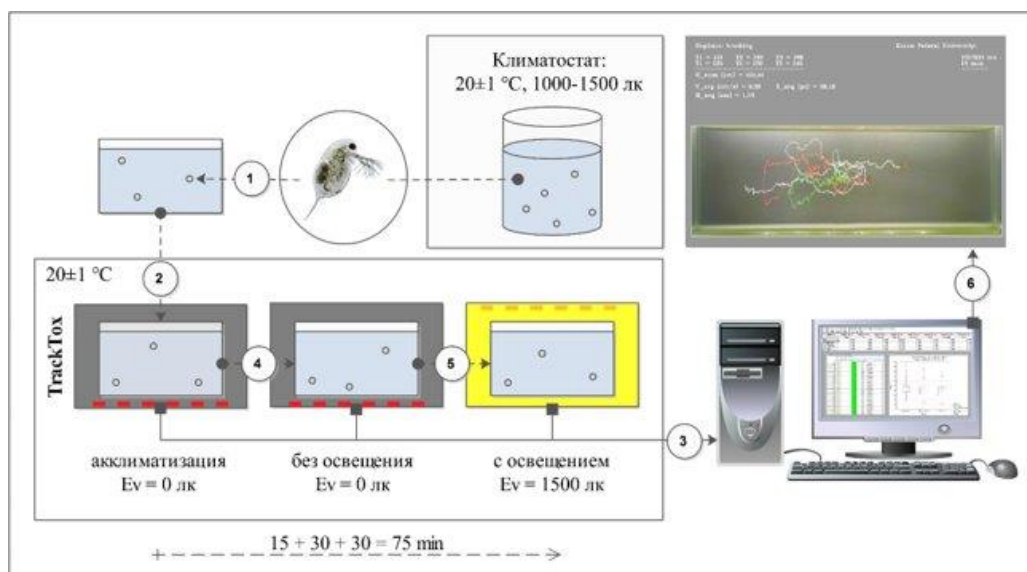


Рисунок 3 – Схема проводимого эксперимента в условиях освещенности и ее отсутствия

Результаты. В ночных условиях дафния плавает медленнее и находится в придонных слоях камеры, в то время как в условиях освещенности дафния плавала быстрее. Полученные данные в скоростях отражаются в пройденном расстоянии дафниями. На рисунке 4 видно, что в темноте дафния проплывала 17–23 см в минуту (5,17 м), в то время как при наличии освещения – 34–42 см в минуту (10,32 м). При отсутствии освещенности скорость дафний менялась от 0,19 до 0,41 см/с, в среднем 0,29 см/с, при этом характер плавания отличался высокой однородностью.

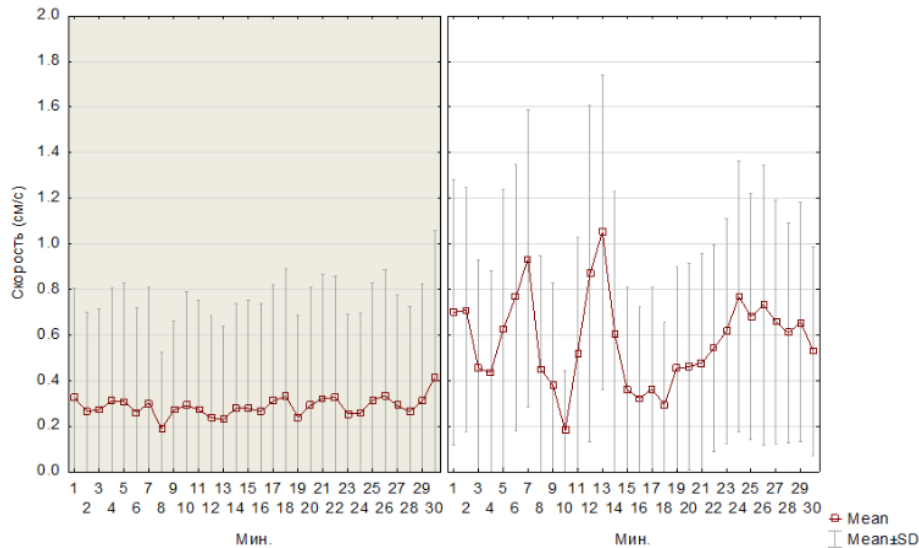


Рисунок 4 – Скорость плавания дафний (см/с) в условиях отсутствия и наличия освещения

В условиях с освещением среднее расстояние, которое проплыла дафния, составило 34,9 см (высокий разброс значений – от 18 см до 64 см). При отсутствии освещения, как мы видим на рисунке 5 слева, показатели проплываемого расстояния дафниями держатся на средних значениях, при этом отсутствует резкий разброс значений.

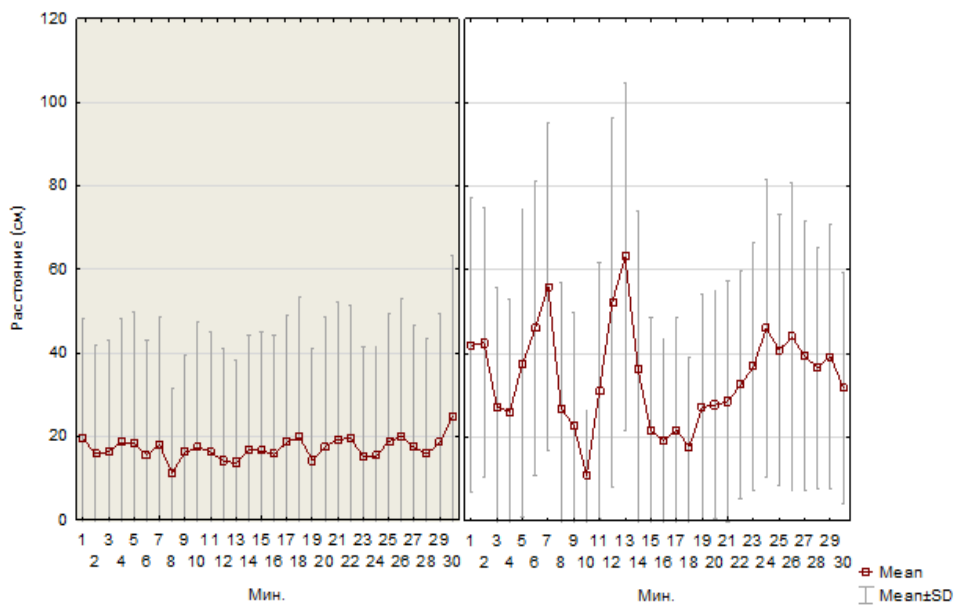


Рисунок 5 – Проплываемое расстояние дафниями (см за мин.) в условиях отсутствия и наличия освещения

Выводы. 1. Модернизированный анализатор «TrackTox» позволяет осуществлять наблюдение двигательной активности дафний в условиях наличия и отсутствия освещения (0 лк).

2. Характер плавания отличался высокой однородностью. Так, скорость плавания увеличивалась почти в два раза, в среднем составляя 0,57 см/с.

3. В темноте дафния проплывала 23 см/мин (5,17 м), в то время как при наличии освещения – 42 см/мин. (10,32 м).

УДК 661.1832.66.081.32

А. М. АРДУАНОВА

Россия, Пермь, ПНИПУ

E-mail: anna95mix@yandex.ru

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЛИГНИНСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

К одной из ведущих отраслей лесного комплекса относится целлюлозно-бумажная промышленность. Самым распространенным методом получения целлюлозы является сульфитная варка.

Процесс варки целлюлозы сульфитным и бисульфитным способом из древесной щепы сопровождается образованием отработанного раствора сульфитного щелока, содержащего лигносульфонаты (около 60 % масс) и их производные, продукты гидролиза и дальнейших химических превращений гемицеллюлоз, водорастворимых, экстрактивных и других соединений, в том числе серосодержащих и меркаптанов [1].

Технический лигносульфонат в российской промышленности был получен впервые в 1937 г., а изучение химии лигнина началось около ста лет назад. Всего выделяют три основных этапа изучения этого соединения. На начальном этапе (1838–1899) происходило накопление знаний о свойствах природного лигнина, о его происхождении и способе получения. На втором этапе (1900–1989) интенсивно исследовалось химическое строение и химические свойства лигнина. На третьем этапе (1990–2015, настоящее время) началось применение лигнина в качестве сырья химической и биотехнологической промышленности, в качестве основы для создания новых функциональных материалов. Вначале изучалось применение как чистого вещества, затем началось изучение применения в качестве составной части композиционных материалов, вещества для создания пластиков [2].

Сам технический лигносульфонат был получен в результате производства целлюлозы сульфитным методом.

Сульфированный лигнин имеет фенольную природу и является токсичным продуктом, поэтому сброс сульфитных щелоков в водоемы и складирование их на территории предприятий или на полигонах твердых бытовых отходов запрещены. Так как это не соответствует современным требованиям экологической безопасности, приводит к безвозвратному изъятию земельных ресурсов, объекты складирования являются потенциальным источником загрязнения поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, а также пожароопасны.

Анализ научно-технической информации показал, что в настоящее время одним из перспективных путей реального использования лигнинсодержащих отходов является получение активных углей для очистки сточных вод от органических примесей. Известно, что во всех способах получения сорбентов из лигнина в качестве сырья используют гидролизный лигнин – побочный продукт жесткого кислотного гидролиза растительного сырья, содержащий остатки минеральных кислот и комплекс смолистых и лигноуглинистых веществ [3].

Целью настоящей работы являлась разработка способа получения углеродных сорбентов методом термохимического пиролиза в присутствии гидроксида калия для очистки сточных вод из лигнинсодержащих отходов целлюлозно-бумажного производства.

В качестве объекта исследования были использованы упаренные щелока, образующиеся при получении целлюлозы высокого выхода из щепы березы на предприятии ЦБП. Упаренные щелока получают при бисульфитной варке целлюлозы.

Результаты анализа исследуемых образцов лигносульфонатов по основным техническим показателям представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства исследуемого образца упаренного щелока

Наименование показателей	Лигносульфонаты технические жидкие	Лигносульфонаты технические порошкообразные
Внешний вид, цвет	Вязкая, карамельного цвета	Порошок коричневого цвета
Массовая доля сухих веществ, %	50,30	90,70
Массовая доля золы к массе сухих веществ, %	20,1	24,06
Концентрация ионов водорода раствора лигносульфонатов, рН	6,1	6,1
Плотность, кг/м ³ (Т – 20° С)	1277	–

Получение углеродных сорбентов из лигносульфоната (УСЛ) в присутствии гидроксида калия осуществляли следующим образом. Жидкий лигносульфонат смешивали в определенном соотношении с порошкообразным гидроксидом калия и подвергали гранулированию методом экструзии, затем подсушенные гранулы пиролизовали в лабораторной печи муфельного типа (скорость нагрева – 10 °С/мин) при Т = 600 °С и 800 °С в течение 30–60 мин. Полученные образцы сорбентов промывались 1 М раствором соляной кислоты, а затем дистиллированной водой до нейтральной рН промывной воды, далее образцы были высушены при Т = 105 °С до постоянной массы. Исследовалось влияние температуры и дозы реагента на сорбционные свойства полученных образцов углеродных сорбентов [4].

Технические и сорбционные характеристики получаемых углеродных адсорбентов определяли по следующим параметрам: адсорбционная активность по йоду (ГОСТ 6217-74 «Уголь активный древесный дробленый») и красителю метиленовому голубому (ГОСТ 4453-74 «Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный»).

В работе проведены исследования возможности переработки упаренных лигносульфонатов с получением углеродных сорбентов методом термохимического пиролиза в присутствии гидроксида калия (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние температуры процесса и дозы КОН на сорбционную активность образцов углеродных сорбентов из лигносульфоната

Образец УСЛ	Соотношение ЖЛГ : КОН	Сорбционная активность по метиленовому голубому, мг/г	Сорбционная активность по йоду, мг/г	рН водной вытяжки	Степень обраба, %	Выход УСЛ, %
T = 600 °C						
УСЛ-1	20 : 1	12,5	381	11,20	76	24
УСЛ-2	10 : 1	32,5	508	10,90	69	31
УСЛ-3	5 : 1	70,0	508	11,40	68	32
T = 800 °C						
УСЛ-4	0	80	520	11,20	79	21
УСЛ-5	20 : 1	120	630	11,10	60	41
УСЛ-6	10 : 1	255	1079,5	10,80	71	29

Проведенные исследования позволили разработать способ получения гранулированного углеродного сорбента термохимическим пиролизом жидких лигносульфонатов по техническим характеристикам, не уступающим промышленным образцам АУ, предназначенным для очистки сточных вод.

Особенностью углеродных сорбентов из лигносульфонатов является их высокая анионообменная способность, что позволяет использовать их в качестве сорбента для очистки воды от органических соединений.

Установлено, что добавление активатора гидроксида калия повышает значение площади удельной поверхности, объем микропор, поверхность микропор.

Таким образом, разработаны условия получения композиционных материалов на основе жидких лигносульфонатов: в присутствии активатора гидроксида калия в соотношении ЖЛГ : КОН = 10 : 1, температура пиролиза – 800 °С, время пиролиза – 60 мин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолов, Б. Д. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков : учебник / Б. Д. Богомолов, С. А. Сапотницкий. – М., 1989. – 354 с.
2. Рыженков, А. В. Химическая технология лигнина и перспективные материалы на его основе / А. В. Рыженков // Науковедение : интернет-журнал. – 2015. – № 6 – С. 1–20.
3. Сорбент для сбора нефти и нефтепродуктов, способ получения сорбента и способ сбора нефти и нефтепродуктов : пат. 2 277 437 РФ, МПК В01J 20/24, В01J 20/30, С02F 1/28 / Г. Р. Успенский ; патентообладатель ЗАО «САЙНТЕК». – Опубл. 04.10.2006.
4. Давлетова, С. Ф. Утилизация лигнинсодержащих отходов целлюлозно-бумажной промышленности получением сорбционных материалов / С. Ф. Давлетова, И. С. Глушанкова, А. М. Михайлова // Химия. Экология. Урбанистика : материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов и школьников (с междунар. участием). – Пермь, 2018. – С. 81–85.

УДК 631.459.2

А. О. АЧАСОВА¹, А. Б. АЧАСОВ²

¹Украина, Харьков, ННЦ «ИПА имени А. Н. Соколовского»

²Украина, Харьков, ХНУ имени В. Н. Каразина

E-mail: achasova@ukr.net; achasov.ab@gmail.com

МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССОВ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ КАК ОСНОВА ПОЧВООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Водная эрозия почв – один из самых распространенных деградационных процессов в мире. По данным ФАО, водной эрозии подвержено до 40 % территории Азии, 30 % земель в Африке, 25 % в Европе и 35 % в Америке. Для Украины проблема водной эрозии также является одной из острейших. Причем это не только экологическая, но и экономическая проблема, поскольку только ежегодный недобор сельскохозяйственной продукции в результате эрозии в Украине оценивается в 1 млрд долларов. Общая площадь сельскохозяйственных угодий, подвергшихся влиянию водной эрозии, составляет 13,3 млн га (32 %), в том числе эродировано 10,6 млн га пахотных земель. Площадь средне- и сильноэродированных почв в Украине составляет 4,5 млн га, в том числе полностью утратили гумусовый горизонт почвы на 68 тыс. га.

Деградация почв не только приводит к потерям сельскохозяйственной продукции и повышению ее себестоимости, но и снижает общее качество жизни населения в результате снижения способности почв выполнять свои экологические функции, что приводит к общему ухудшению экологической ситуации.

Процессы деградации почв чаще всего развиваются в комплексе. Как правило, на одной территории диагностируется одновременно несколько различных деградационных процессов, из которых один является первичным (причиной), а остальные – вторичными (следствием). В большинстве случаев водная эрозия выступает именно первичным процессом, вызывающим, кроме непосредственного негативного воздействия на почву, еще и дополнительное развитие сопутствующих (вторичных) видов деградации. Такими вторичными по отношению к эрозии почв видами деградации являются следующие:

- дегумификация, вызванная механическим удалением верхнего, наиболее гумусированного слоя почвы;
- физическая деградация, проявляющаяся в неблагоприятных изменениях структурного состояния почв (глыбистости, распыления, коркообразования, снижения водостойчивости агрегатов) и переуплотнении пахотного слоя;
- уменьшение фильтрационной способности почвы как следствие вышеописанных процессов физической деградации;
- снижение биологической активности почв в результате дегумификации и ухудшения водного и воздушного режимов;
- подтопление низинных земель;
- вторичная аридизация склоновых ландшафтов за счет увеличения доли поверхностного стока и непродуктивных потерь влаги.

Очевидно, что борьба с последствиями эрозии, если не преодолена их причина, будет бессмысленным расточительством. Таким образом, предупреждение водной (равно как и ветровой) эрозии – это один из основных и необходимых направлений борьбы с деградацией почв и сохранения их плодородия в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования земель.

Мониторинг риска эрозии рассматривается нами как отслеживание пространственно-временных изменений определенного набора «маркеров», характеризующих степень эрозионной опасности для конкретной территории. Если в ходе мониторинговых наблюдений выявлен значительный риск развития эрозии и особенно если отмечается увеличение риска со временем, это свидетельствует о необходимости срочной коррекции текущего характера использования земель с разработкой и внедрением индивидуализированной для каждого конкретного случая системы противоэрозионных мероприятий.

Следует отметить, что мониторинг эрозионных процессов и мониторинг риска эрозии – это принципиально различные вещи. В первом случае отслеживают результаты процессов эрозии, которые имели место за определенный промежуток времени, например рост овражной сети, увеличение площади смытых почв или степени их эродированности, которое диагностируется на основании нарастающего снижения содержания органического углерода (гумуса) в почве. Для таких мониторинговых наблюдений наиболее перспективным является использование данных дистанционного зондирования. Невзирая на имеющиеся сложности, велик соблазн автоматизировать процесс дешифрирования проявлений линейной и плоскостной эрозии и, соответственно, ее количественную пространственную оценку. Поэтому исследования в этом направлении повсеместно ведутся, хотя заметных успехов удалось добиться только при выявлении сильно смытых почв и грубой оценке овражно-балочной сети.

Во втором случае (мониторинг риска) оценивают потенциальную возможность развития эрозии почв. Поэтому в данном случае задача мониторинга не в отслеживании последствий эрозии, а в своевременном выявлении критических изменений показателей, определяющих развитие эрозии.

Следовательно, важно не только определиться с перечнем показателей для мониторинга, но и установить интервальные шкалы, по которым будет оцениваться степень опасности выявляемых изменений относительно потенциальной возможности развития эрозии почв. Набор мониторинговых показателей должен удовлетворять следующим требованиям: простота и скорость определения; адекватность оценки; чувствительность и лабильность. Выбираются показатели, которые быстро реагируют на изменение эрозионной опасности, и эта реакция должна адекватно отражаться в оценке риска эрозии, например путем изменения весовых коэффициентов.

По нашему мнению, факторы, обуславливающие риск эрозии, можно разделить на III группы с различным режимом мониторинга и мониторинговыми маркерами:

I группа – консервативные факторы, не изменяющиеся или слабо меняющиеся во времени. Это в первую очередь рельеф местности (учитывается однократно путем построения ЦМР, уточнение которой целесообразно делать лишь раз в 10–15 лет и в случае образования явных линейных размывов) и климатические параметры (при прогнозных оценках методом математического моделирования необходимо корректировать используемые в моделях климатические параметры, с учетом результатов метеорологических наблюдений и доказанных трендов изменения среднесезонных значений интенсивности и длительности ливней различной обеспеченности, температурных показателей, объема стока).

Маркер – образование и рост линейных размывов, которые заравниваются при обработке почвы, изменения среднесезонных значений климатических показателей.

II группа – лабильные факторы, параметры которых изменяются постепенно и закономерно. Это в первую очередь свойства почв, такие как содержание органического вещества и показатели структуры, и (для природных ландшафтов и многолетних насаждений) плотность проективного покрытия растительности. Именно эта группа факторов может быть объектом почвенного мониторинга.

Маркеры – 1) содержание органического вещества (Сорг) в пахотном слое почвы; 2) коэффициент структурности; 3) содержание водоустойчивых агрегатов в пахотном слое почвы; 4) проективное покрытие растительности.

III группа (антропогенные факторы) – параметры, изменение которых происходит независимо от течения природных процессов, в результате хозяйственной деятельности человека. Эта группа делится на подгруппы:

III а – факторы годовой и многолетней динамики агроландшафтов (севообороты, годовая динамика осуществления сельскохозяйственных операций) – нивелируется при оценке многолетней динамики риска эрозии путем проведения моделирования для условий чистого пара либо учета усредненных показателей эрозионной устойчивости культур севооборота.

Маркер – структура севооборотов (уменьшение среднего коэффициента почвозащитной эффективности севооборота).

III б – факторы перестройки агроландшафта путем изменения пространственной структуры земель и/или характера их использования, изменения либо создания новых объектов полевой инфраструктуры, гидротехнических сооружений, агролесомелиоративных насаждений и т. п. – учитывается в случае необходимости путем создания обновленной картографической основы для моделирования, и, соответственно, пространственной модели водной эрозии.

Маркер – изменение пространственной структуры агроландшафта (в том числе изменения площадей и контуров полей, разрушение или создание гидротехнических сооружений, линейных объектов, агролесомелиоративных насаждений).

Оценка риска эрозии сельскохозяйственных почв может осуществляться на трех уровнях:

– локально-водосборном (подробная пространственная количественная оценка риска эрозии с целью проектирования противоэрозионных мероприятий). Риск эрозии определяется анализом почвенно-орографических условий и структуры землепользования конкретного хозяйства;

– административно-территориальном (для принятия решений на региональном и общегосударственном уровне, распределения бюджетных средств, законодательных инициатив и т. д.). Мониторинговые критерии в этом случае избираются обобщающие, преимущественно расчетные;

– глобально-континентальном – на уровне отдельных континентов и мира в целом путем обобщения оценок, сделанных на уровне отдельных государств и регионов. Примером такого подхода может служить, например, общеевропейская оценка риска эрозии, проведенная в 2000–2003 гг. (проект PESERA).

УДК 574.24+57.044

А. В. БАШИЛОВ, А. Г. ШУТОВА, Е. А. ВОЙЦЕХОВСКАЯ
Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси
E-mail: anton.v.bashilov@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АБОРИГЕННЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ БЕЛАРУСИ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ

При интенсивном загрязнении населенных пунктов и транспортных магистралей значительно возрастает роль растений как неотъемлемого элемента озеленения территорий, так как они не только выполняют эстетическую функцию, но и играют огром-

ную санитарно-гигиеническую роль. Значение растительного покрова велико и разнообразно. Зеленые насаждения выполняют такие функции, как пыле- и газопоглощение, химическая и биологическая очистка воздуха, смягчение микроклимата, снижение уровня шума и т. п. Они являются также активным градоформирующим фактором, поскольку играют важную роль в создании архитектурно-художественного облика населенных пунктов и прилегающих магистралей.

В течение ряда лет во всем мире наблюдается тенденция к максимально активному привлечению видов аборигенных флор в процессы озеленения. Причем наиболее активно используются многолетние виды, которые на протяжении трех и более лет могут сохранять высокую декоративность в посадках, а значит позволяют значительно сократить расходы на закупку и работы по уходу. Кроме этого, использование многолетних видов декоративных красивоцветущих растений позволяет сократить частоту кошения до 1–2 раз в год, что может быть использовано для решения задач, поставленных президентом перед озеленителями [4].

Однако при отборе растений для озеленения в условиях антропогенной нагрузки ключевым фактором будет являться устойчивость к засолению и загрязнению почв тяжелыми металлами. Загрязнение почв, прилегающих к транспортным магистралям, связано в значительной степени с применением в зимнее время противогололедных реагентов в целях быстрого освобождения дорожных покрытий от снега. Большинство реагентов, которые широко используются в течение многих лет, содержат токсичный для растений ион хлора и обладают существенной фитотоксичностью. Техническая соль, песчано-солевые смеси, галитовые отходы, почти на 97 % состоящие из хлористого натрия, остаются основным средством борьбы с обледенением дорог в зимний период. Ежегодно на автомагистралях Беларуси для борьбы с наледями используется до 100 тыс. т противогололедных материалов, вследствие длительного применения которых происходит постепенное засоление почв, наблюдается резкое ухудшение состояния зеленых насаждений вдоль автотранспортных магистралей [7].

Засоление – один из самых неблагоприятных факторов для антропогенных экосистем. Реакцией растений на солевой стресс, так же как стрессы иной природы, является подавление ростовых функций, уменьшение длины корней, что связано, по мнению ряда авторов, со снижением интенсивности фотосинтеза [1; 2; 10].

Пигментный комплекс растительного организма относится к числу систем, отличающихся чувствительностью к изменяющимся условиям среды. При воздействии на растительный организм хлорид-ионов, в том числе в составе противогололедных материалов, происходит снижение концентрации пигментов, за исключением каротина и хлорофилла b. При действии остаточных количеств противогололедных материалов происходит усиление распада белков, что объясняется изменением проницаемости биомембран, в частности тонопласта, при этом цитозольные белки становятся более доступными для вакуолярных ферментов. Для синтеза белков создается пул аминокислот, являющийся более пригодным для метаболизма в условиях техногенного воздействия, что играет существенную роль в адаптации растений к экстремальным условиям среды [10].

Развитие сети автомобильных дорог и рост числа автотранспорта привели к тому, что транспорт стал одной из главных причин, определяющих загрязнение городской среды тяжелыми металлами, особенно свинцом и кадмием [5; 10]. Для городов источниками загрязнения почв являются также промышленные производства, сжигание топлива (стационарными объектами и передвижными средствами) и коммунально-бытовая деятельность. У растений под воздействием свинца и кадмия наблюдаются признаки угнетения (хлороз листьев, уменьшение листовой поверхности, торможение

роста). Содержание тяжелых металлов в растениях уменьшается с удалением от основных дорог [11].

Одним из наиболее сильных загрязнителей окружающей среды, связанных с выбросами автотранспорта, является свинец и его соединения. Исследования придорожных экосистем показывают, что повышенная свинцовая нагрузка на растения, вызванная в основном поверхностными осадениями, может превышать фоновые уровни в условно чистых (незагрязненных) сельскохозяйственных культурах в 5–20 раз, в травах – в 20–200 раз, в деревьях – в 100–200 раз [6].

Кадмий в биогеоценозы придорожных полос поступает в основном при разрушении автомобильных покрышек. Он представляет собой безбарьерный токсикант кумулятивного действия с выраженными канцерогенными свойствами. Проведенные исследования свидетельствуют о сложности экологического состояния земель придорожных полос автомагистралей [5; 6].

Высокая степень действия этих факторов на почвы приводит к изменению состава и состояния растительных сообществ. Отмечено, что на обследованных придорожных участках трассы Москва – Минск наблюдается уменьшение количества видов растений более чем в два раза и сокращение численности каждого вида в 4–5 раз по мере приближения к полотну дороги [9]. Данные свидетельствуют о том, что флора обочин, как правило, представлена небольшим видовым составом. Наиболее часто встречаются в придорожных геосистемах виды из семейств *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Poaceae* [8]. Постоянные доминанты в придорожных полосах отсутствуют, но в одних и тех же типах урочищ у давно эксплуатируемых дорог на открытых участках сохраняется относительная стабильность видового состава [10].

Отбор растений, устойчивых к засолению почвы и, более того, успешно развивающихся в стрессовых условиях, является предметом исследований последних лет [1–3]. Однако существует ряд факторов, затрудняющих прогресс в этой области. Это связано с тем, что растения проявляют различную степень устойчивости к засолению и загрязнению поллютантами в зависимости от видовой принадлежности и на различных стадиях онтогенеза. Дополняющими традиционные способы получения форм растений, способных успешно расти в неблагоприятных условиях среды при воздействии одного или нескольких стрессовых факторов, являются биотехнологические методы размножения микроклонов на селективных средах. Клеточная селекция – это экологически безопасная технология создания адаптивных форм растений, использующая природные резервы их изменчивости. Технологии клеточной селекции хорошо зарекомендовали себя при получении растений, толерантных к засухе, засолению, высоким концентрациям тяжелых металлов. У ряда видов отобраны солеустойчивые клоны [2; 3]. Регенеранты, полученные от них, также, в основном, толерантны к засолению, однако после регенерации солеустойчивость сохраняется не всегда [1; 3]. В большинстве случаев в клеточной селекции на солеустойчивость используют хлорид натрия, однако могут быть применимы и другие агенты. Использование хлорида натрия как селективного агента имеет ряд преимуществ, поскольку дает возможность отбирать солеустойчивые клеточные линии независимо от механизма, обеспечивающего адаптацию.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (грант № Б20РА-018).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгих, Ю. И. Оценка эффективности использования клеточной селекции при создании газонов, растущих в условиях повышенного содержания меди в окружающей

среде / Ю. И. Долгих, О. Н. Гладкова, Л. С. Глушецкая // Изв. Моск. гос. техн. ун-та МАМИ. – 2014. – Т. 4 (22), № 3. – С. 15–19.

2. Гладков, Е. А. Отбор солеустойчивых газонных трав с помощью методов биотехнологии / Е. А. Гладков, Ю. И. Долгих, В. В. Бирюков // Биотехнология. – 2003. – Т. 5. – С. 11–15.

3. Повышение устойчивости *Brachycome iberidifolia* и *Festuca rubra* к загрязнению почв ионами меди / И. И. Литвинова [и др.] // Изв. Сам. НЦ РАН. – 2016. – Т. 18, № 5. – С. 160–162.

4. Лукашенко: на каждом пяточке в Минске и областях должны быть высажены деревья [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Минск, 2019. – Режим доступа: <https://www.belta.by/president/view/lukashenko-na-kazhdom-pjatchke-v-minske-i-oblastjah-dolzheny-byt-vysazheny-derevjja-342369-2019>. – Дата доступа: 08.10.2019.

5. Воздействие выбросов автотранспорта на природную среду / под ред. О. Л. Качаловой. – Рига, 1989.

6. Рудь, А. В. Загрязнение тяжелыми металлами почв и растительности придорожных полос автодорог Минской области / А. В. Рудь // Весн. Беларус. дзярж. ун-та. Сер. 2, Хімія. Біялогія. Геаграфія. – 2007. – № 1. – С. 111–115.

7. Яковлев, А. П. Влияние остаточных количеств противогололедных материалов на физиолого-биохимические показатели древесно-кустарниковых растений / А. П. Яковлев // Материалы III Международной научной конференции, Минск, 22–24 окт. 2008 г. – С. 172–174.

8. Жесткова, Д. Б. Эколого-ценотическая характеристика травянистого покрова в условиях произрастания вдоль автомагистралей Нижнего Новгорода / Д. Б. Жесткова, И. П. Уромова // Поволж. экол. журн. – 2015. – № 2. – С. 167–172.

9. Лабутин, Д. С. Материалы к флоре обочин автодороги Саранск Рузаевка / Д. С. Лабутин, Т. Б. Силаева, М. В. Пузырькина // Фиторазнообразии Вост. Европы. – 2010. – № 8. – С. 75–82.

10. Жесткова, Д. Б. Состав и структура травянистого покрова придорожных территорий автомагистралей крупного промышленного города : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Д. Б. Жесткова. – Н. Новгород, 2016.

11. Onete, M. Aspects of synanthropic flora from central parks of Bucharest, Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii si comunicari / M. Onete, M. Manu // Stiintele Naturii. – 2013. – Vol. 29, № 2. – P. 260–267.

УДК 581.55

А. Р. БИКБУЛАТОВА

Россия, Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет
E-mail: albinadolphin29@gmail.com

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОЮЗА
CIRSIO-BRACHYPODION PINNATI НА ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

Полусухие (ксеромезофитные) луга – ценные природные экосистемы, богатые редкими, находящимися под угрозой исчезновения видами. Однако высокий уровень антропогенной нагрузки стал причиной прогрессивной деградации данных местооби-

таний, что приводит к их исчезновению. Для эффективной охраны требуется не только инвентаризация типов сообществ, но и оценка состояния их сохранности, а также анализ направлений сукцессии. Данные о присутствии степных сообществ, в том числе союза *Cirsio-Brachypodium pinnati*, на территории Республики Татарстан и Южного Предуралья структурированы лишь частично, что не позволяет установить достоверную границу ареала союза.

Цель работы – определить места потенциальных местообитаний сообществ союза *Cirsio-Brachypodium pinnati* на территории Республики Татарстан и Южного Предуралья. Задачи:

- выполнить геоботанические описания;
- ввести данные геоботанических описаний (данные о регистрации сообществ союза), проведенных в исследуемом районе, в БД ФЛОРА;
- из всего массива данных ФЛОРА при помощи экспертных систем отобрать геоботанические описания, характеризующие сообщества союза *Cirsio-Brachypodium pinnati*;
- на основе готового набора предикторов построить модель потенциального распространения союза *Cirsio-Brachypodium pinnati* на территории Республики Татарстан и Южного Предуралья методом максимальной энтропии (алгоритм программы MaxEnt).

Объекты исследования – степные сообщества союза *Cirsio-Brachypodium pinnati*.

Район исследования – Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Самарская область, Оренбургская область, Ульяновская область.

Материалы и методы исследования. В рамках исследования было использовано 12 000 геоботанических описаний. Из всего массива данных с помощью экспертных систем были отобраны те описания, которые относятся к союзу *Cirsio-Brachypodium pinnati*. Для построения модели использовалась информация о параметрах среды в известных местонахождениях моделируемого союза (19 слоев, источниками которых являются WorldClim, ALOS World 3D, SoilGrids, TERRA NORTE 3/0). По принятой шкале AUC построенная модель имеет оценку «отлично» (AUC (training) = 0,948, AUC (test) = 0,935) (рисунок 1).

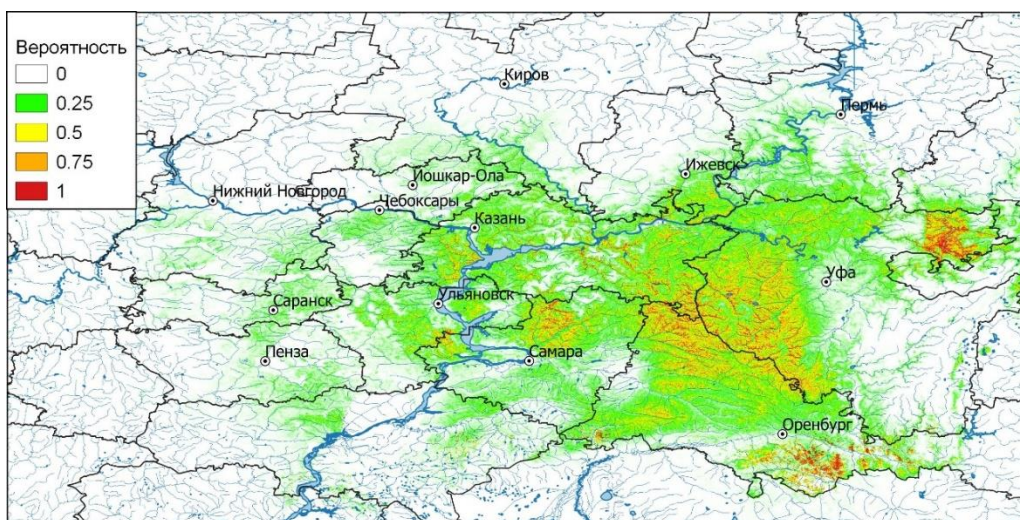


Рисунок 1 – Модель потенциального распространения союза *Cirsio-Brachypodium pinnati* на территории Республики Татарстан и Южного Предуралья

Результаты исследования – факторы, оказывающие наибольшее влияние на пространственное распределение союза *Cirsio-Brachypodium pinnati*:

Wc_tmax07 – наибольшая температура июля (процент вклада фактора среды – 15,5; важность фактора среды при пермутации – 24) (рисунок 2). Наибольшая вероятность нахождения сообщества в диапазоне температуры $> 28^{\circ}\text{C}$. В диапазоне 22–28 $^{\circ}\text{C}$ вероятность нахождения данного типа сообщества более 90 %.

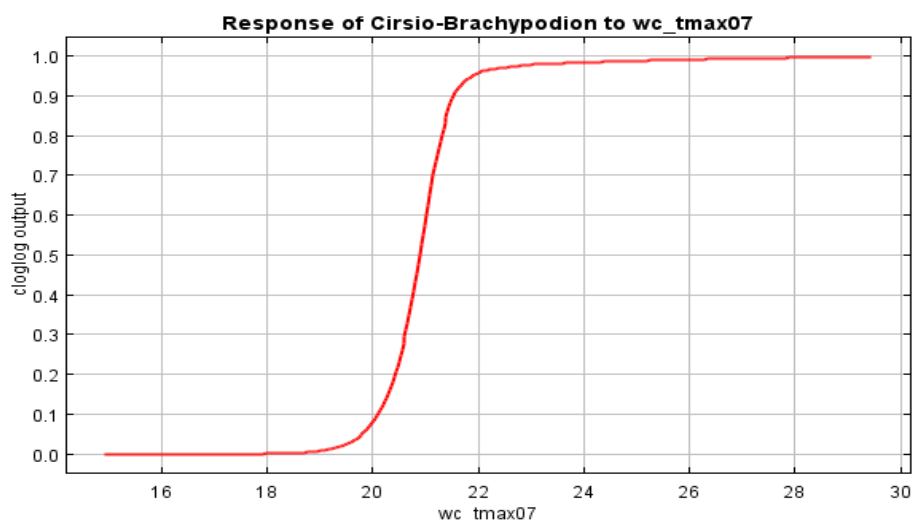


Рисунок 2 – Кривая зависимости модели вероятностного распространения союза *Cirsio-Brachypodium pinnati* от биоклиматического параметра – наибольшая температура июля

Wc_bio06 – минимальная температура самого холодного месяца (процент вклада фактора среды – 6,7; важность факторы среды при пермутации – 19,1). Вероятность нахождения данного типа сообщества больше при больших отрицательных значениях переменной (от -17 до $-20,5^{\circ}\text{C}$) (рисунок 3).

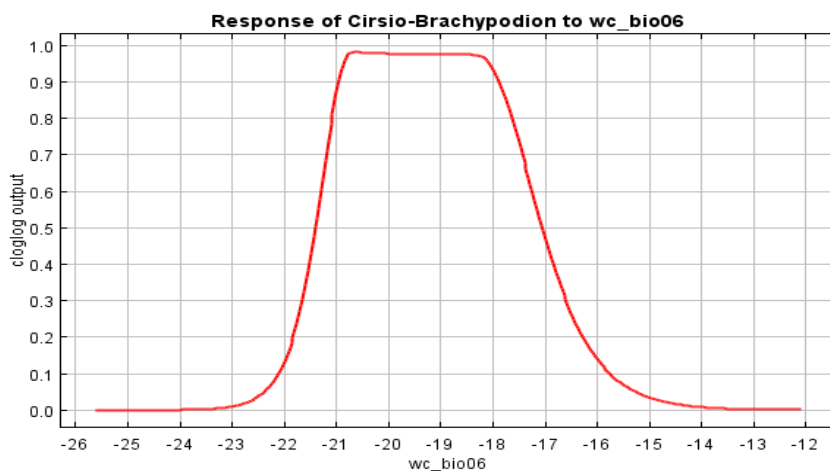


Рисунок 3 – Кривая зависимости модели вероятностного распространения союза *Cirsio-Brachypodium pinnati* от биоклиматического параметра – минимальная температура самого холодного месяца

Еще одним результатом исследования является дополнение данных о присутствии сообществ союза *Cirsio-Brachypodium pinnati*, что не было описано в статье W. Willner et al. Formalized classification of semi-dry grasslands in central and eastern Europe (рисунок 4).

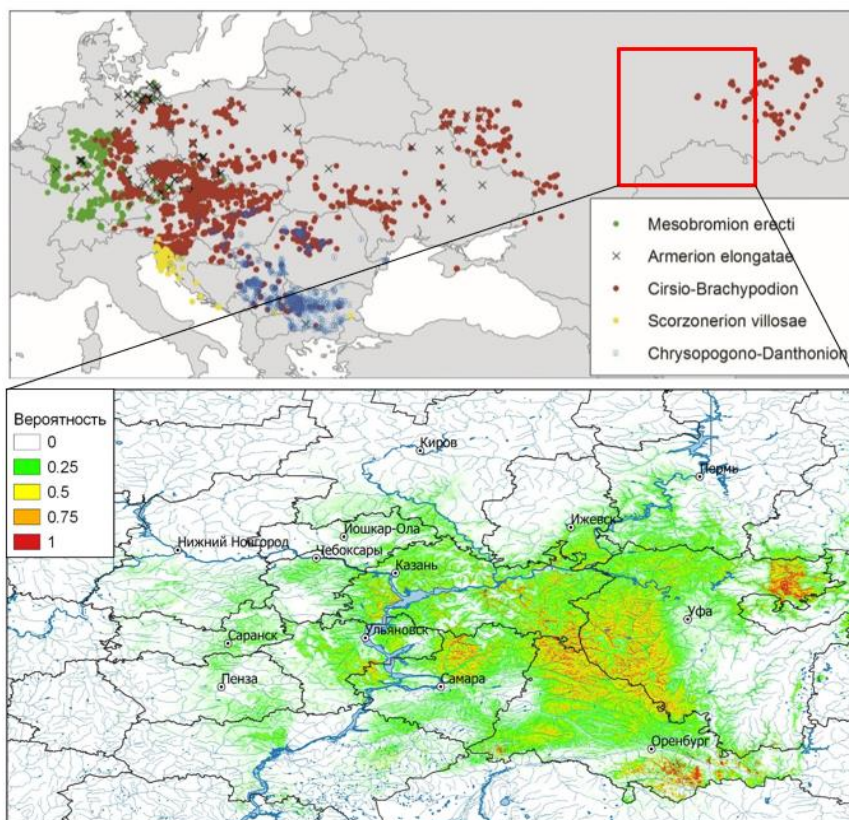


Рисунок 4 – Карта присутствия союза *Cirsio-Brachypodium pinnati* (1) – отмечены красным (Willner, W. et al. Formalized classification of semi-dry grasslands in central and eastern Europe. – Preslia 2019 91: 25–49) и Модель потенциального распространения союза *Cirsio-Brachypodium pinnati* на территории Республики Татарстан и Южного Предуралья (2)

Районами с наибольшей вероятностью встречи союза являются часть Уфимского плато на северо-западной границе Республики Башкортостан, Бугульминско-Белебеевская возвышенность, северная часть Самарской области, южная часть Оренбургской области.

Вывод. Данное исследование показало, что на территории Республики Татарстан и Южного Предуралья могут присутствовать сообщества союза *Cirsio-Brachypodium pinnati*. Это доказывает работа экспертных систем и алгоритм MaxEnt.

Полученная модель позволила выявить четыре основных района распространения сообществ союза:

- 1) часть Уфимского плато на северо-западной границе Республики Башкортостан;
- 2) Бугульминско-Белебеевская возвышенность;
- 3) северная часть Самарской области;
- 4) южная часть Оренбургской области.

УДК 631.416.8:631.445.24:631.862

Е. Н. БОГАТЫРЕВА, Т. М. СЕРАЯ, И. И. КАСЬЯНЕНКО

Беларусь, Минск, Институт почвоведения и агрохимии

E-mail: elena_trokai68@mail.ru

ОЦЕНКА МИГРАЦИИ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Во всем мире отходы предприятий животноводства используют в качестве органических удобрений. Поступление в почву тяжелых металлов с рекомендуемыми дозами жидких отходов животноводства заметно не меняет природных уровней их содержания в почвах и не представляет опасности с точки зрения загрязнения. Более напряженный баланс складывается при интенсивном внесении этих удобрений [1; 2]. Большая часть тяжелых металлов, поступивших в почву, закрепляется в верхнем, наиболее гумусированном слое. Включаясь в существующие миграционные циклы, они связываются гумусовыми веществами с образованием как нерастворимых органоминеральных соединений, так и подвижных, которые, мигрируя по профилю почв, могут создавать техногенные геохимические аномалии. В последние годы в республике исследования по установлению миграции тяжелых металлов по профилю почв, прилегающих к животноводческим комплексам, не проводилось.

Цель исследований – изучить влияние регулярных дозовых нагрузок жидкого навоза КРС и стоков свиней на миграцию тяжелых металлов по профилю дерново-подзолистых почв.

Для установления миграции подвижных форм тяжелых металлов по профилю почв были заложены разрезы на пахотных землях в зоне влияния свиного комплекса в Столбцовском районе на супесчаной почве и комплекса по откорму КРС в Браславском районе на суглинистой почве. Для отбора почвенных образцов без нагрузки жидкого навоза КРС и свиных стоков и при их внесении выбирали участки, расположенные, по возможности, недалеко друг от друга, в сходных условиях рельефа и в пределах того же типа почв. Образцы почв отбирали по генетическим горизонтам в пяти точках по стенке разреза. Для экстракции подвижных форм тяжелых металлов из почв использовали ацетатно-аммонийный буфер (ААБ, рН 4,8).

Установлено, что при наличии общих тенденций в распределении подвижных форм тяжелых металлов по генетическим горизонтам с почвами без нагрузок длительная утилизации жидких побочных продуктов животноводства на почвы способствовала появлению более ярко выраженных максимумов их накопления и элювиально-иллювиальной дифференциации почвенных профилей. Под воздействием свиных навозных стоков в дозе 500–600 т/га в течение 26 лет аккумуляция подвижных форм Cu в горизонте $A_{\text{пах}}$ супесчаной почвы достигла 0,36 мг/кг, Zn – 3,05 мг/кг, Mn – 16,41 мг/кг, что превышало аналогичные показатели, где удобрение не вносили, на 100, 199 и 60 % соответственно (рисунок 1).

При дозовой нагрузке жидкого навоза КРС 900–1000 т/га на суглинистую почву уровень содержания подвижных соединений Cu через 26 лет был на 200 % выше, чем в почве без нагрузок; Zn – на 351 %, Mn – на 162 % (рисунок 2).

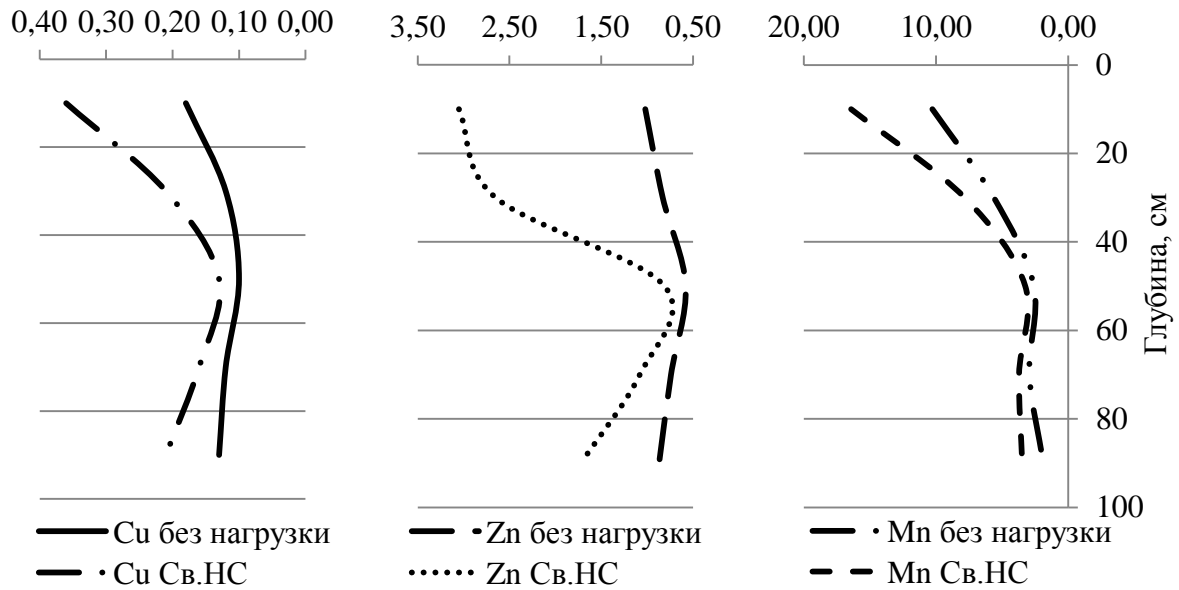


Рисунок 1 – Распределение подвижных форм Cu, Zn и Mn по профилю супесчаной почвы при дозовой нагрузке свиных стоков 500–600 т/га, мг/кг почвы

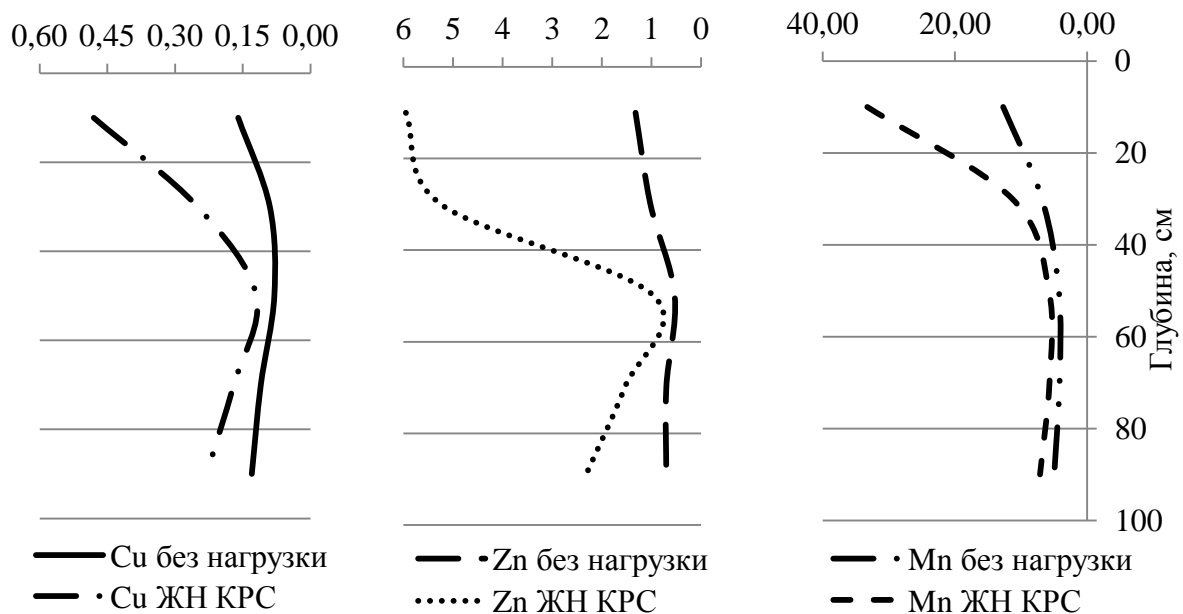


Рисунок 2 – Распределение подвижных форм Cu, Zn и Mn по профилю суглинистой почвы при дозовой нагрузке жидкого навоза КРС 900–1000 т/га, мг/кг почвы

Довольно значительное накопление этих элементов отмечено также для горизонта A_1 : в супесчаной почве прирост по Cu составил 75 %, Zn – 219 %, Mn – 39 %; в суглинистой – 178, 414 и 66 % соответственно. В элювиальном горизонте исследуемых почв отмечено весьма резкое снижение аккумуляции изучаемых элементов, однако уровень их содержания был выше относительно почв без нагрузок (Cu – на 30–50 %, Zn – на 40–79 %, Mn – на 25–35 %). Начиная с глубины около 60 см в исследуемых почвах, точно также как и в почвах без нагрузок, наблюдался постепенно возрастающий характер накопления Cu, Zn и Mn в нижележащих горизонтах.

В супесчаной почве при дозе свиных стоков 500–600 т/га второй максимум содержания подвижных форм Cu и Zn наиболее выражен в горизонте В₂ (Cu – 0,21 мг/кг, Zn – 1,72 мг/кг против 0,13 и 0,87 мг/кг в почве без нагрузок); для Mn более высокий показатель (3,72 мг/кг) получен в горизонте В₁. В относительном выражении в горизонте В₂ супесчаной почвы прибавка в содержании подвижных форм Cu составила 62 %, Zn – 98 %, Mn – 85 %. В горизонте В_{2g} суглинистой почвы, подвергающейся воздействию жидкого навоза КРС в дозе 900–1000 т/га, аккумуляция подвижных соединений меди на 77 % превышала уровень их содержания в почве, где это удобрение не вносили. По Zn и Mn данные показатели составили 237 и 43 % соответственно.

Таким образом, при длительной утилизации жидких побочных продуктов животноводства на супесчаную и суглинистую почвы содержание подвижных форм Zn, Cu и Mn увеличилось по всему профилю при биогенно-аккумулятивном характере распределения, сохраняя основные тенденции, установленные для почв без нагрузок. Наибольшее увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов в исследуемых почвах наблюдалось в горизонтах А_{пах} и А₁: Cu – на 75–200 %, Zn – на 199–414 %, Mn – на 39–162 %. Минимум в приросте отмечен в элювиальном горизонте супесчаной и суглинистой почв (Cu – 30–50 %, Zn – 40–79 %, Mn – 25–35 %); глубже 60 см прибавка по Cu составила 33–77 %, Zn – 46–237 %, Mn – 27–85 %. Под воздействием интенсивных нагрузок жидкого навоза КРС и свиных стоков наибольшая миграционная способность по профилю дерново-подзолистых почв характерна для подвижных форм Zn. По интенсивности миграции изучаемые тяжелые металлы располагаются в следующий нисходящий ряд: Zn > Cu > Mn.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дабахова, Е. В. Оценка воздействия длительной утилизации отходов промышленного свиноводства в агроэкосистеме на примере свиного комплекса ОАО «Ильиногорское» / Е. В. Дабахова, В. И. Титова // Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. / РАСХН, ВНИИПТИОУ ; редкол.: А. И. Еськов, С. М. Лукин, С. И. Тарасов. – Владимир, 2006. – С. 125–134.
2. Демидов, А. Л. Воздействие навозосодержащих отходов животноводческих объектов Республики Беларусь на почвенный покров / А. Л. Демидов, В. В. Мажинская, И. В. Жигунова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : сб. докл. III Междунар. науч. экол. конф., Краснодар, 20–21 марта 2013 г. / Кубанский ГАУ. – Краснодар, 2013. – С. 20–25.

УДК 521.844

В. И. БОЙКО, П. Ю. ШЕВЦОВА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: boikobio@yandex.by

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ПАСЛЕНОВЫЕ

Комплексное использование растительных ресурсов должно быть основано на знании не только полезности сырья, но и его структуры, обуславливающей технологию переработки, а также сферу применения. Покрытосеменные растения широко исполь-

зуются как витаминоносные растения, для получения лекарственных препаратов и в целях озеленения парков, приусадебных участков.

Изучение анатомического строения однолетнего стебля древесных и кустарниковых растений имеет большое значение в целях диагностики и уточнения границ таксонов, для решения вопросов филогении, а также для проведения научной и криминалистической экспертиз.

Семейство Пасленовые – это крупное семейство, состоящее из 90 родов и более 2900 видов. Чаще всего это травянистые растения, но встречаются также кустарники и полукустарники, очень редко – деревья. Виды данного семейства распространены в тропических и субтропических областях.

Из однолетних стеблей готовили микрообразцы, которые использовали для получения срезов. Толщина срезов составила 10–30 мм. Изготавливали их вручную, с помощью лезвия «Спутник». Срезы выполнялись в трех направлениях: поперечном, радиальном и тангентальном. Затем они окрашивались регрессивным способом, помещая в сафранин и нильский синий, после окраски срезы проводили через растворы спиртов разных концентраций (50-, 70-, 90 %-ный и абсолютный спирт). На следующем этапе они обрабатывались карбол-ксилолом и ксилолом, после чего помещались в канадский бальзам. Препараты анализировали при помощи окуляра – микрометра МОВ-1-15.

Физалис декоративный имеет следующую топографию тканей на поперечном срезе однолетнего стебля: снаружи орган покрыт эпидермой, которая граничит с колленхимой, внутрь от последней располагается первичная кора, а ближе к центру находится кольцо механических элементов. Самое внутреннее расположение в коре занимает вторичная флоэма, граничащая со вторичной ксилемой. Проводящие ткани разделены камбием. В центре стебля располагается сердцевина.

Эпидерма представлена овальными клетками, образующими трихомы. Ткань граничит с колленхимой, имеющей равномерное утолщение клеток. Ткань можно отнести к типичной округлой.

Первичная кора гетерогенная, так как помимо типичных клеток встречаются еще и брахисклереиды.

Кольцо механических элементов на поперечном срезе представлено 1–2 слоями волокон. Оно прерывистое, так как сложено группами.

Вторичная флоэма состоит из проводящих и запасующих элементов. Ситовидные трубки в поперечнике имеют форму пяти-, шестиугольников. Их радиальный размер составляет 8–10 мкм, а тангентальный – 10–12 мкм. Длина члеников ситовидных трубок составляет 75–105 мкм. Лучи однорядные, их ширина колеблется от 13 до 17 мкм, слойность составляет 16–26 клеток. Вертикальная паренхима образована тяжами из 2–4 клеток.

Древесина рассеяно-сосудистая, ткань состоит из сосудов, волокнистых трахеид и запасующей паренхимы (горизонтальной и вертикальной).

Сосуды в поперечнике имеют овальную форму. Их радиальный размер составляет 40–70 мкм, а тангентальный – 35–55 мкм. Длина члеников сосудов достигает 90–150 мкм. Диаметр трахеид составляет 15–19 мкм. Форма их поперечников пяти-, шестиугольная, длина достигает 150–210 мкм. Лучи однорядные, их ширина колеблется от 12 до 15 мкм, а слойность составляет 12–22 клеток.

Сердцевина гетерогенная, представлена клетками, которые в поперечнике имеют шестиугольную форму. Наружные клетки образуют перимедулярную зону. У отдельных клеток оболочка одревесневает. Такие клетки образуют типичные брахисклереиды.

Перец овощной. Стебель снаружи покрыт эпидермой. Участками по периферии стебля располагается колленхима.

Эпидерма однослойная, представлена клетками овальной формы. Тангентальный размер этих клеток составляет от 20 до 35 мкм, а радиальный колеблется в пределах от 15 до 18 мкм. Наружные тангентальные стенки слегка выгнуты к периферии стебля и покрыты слоем кутикулы, которая достигает 2 мкм.

Редко встречаются многоклеточные трихомы, состоящие из трех клеток, и их диаметр может достигать 60 мкм.

Участки колленхимы обычно состоят из 2–3 слоев клеток, и ширина этой ткани на поперечном срезе имеет размеры до 80 мкм. Тангентальный размер составляет от 20 до 30 мкм. Клетки равномерно утолщены, придавая протопластам овальные очертания.

Под колленхимой располагается первичная кора. Ткань является гомогенной. Клетки тонкостенные и имеют форму пяти-, шестигранников. Диаметр клеток колеблется в пределах от 18 до 35 мкм.

Кольцо механических элементов представлено группой волокон, которые в поперечном сечении четырёх-, пятиугольной формы. Радиальный размер волокон составляет 15–18 мкм, а тангентальный достигает 30 мкм. Толщина клеточной стенки составляет 3–4 мкм, а длина волокон – 190–260 мкм. Клетки заострены на концах.

Вторичная флоэма имеет ширину от 50 до 70 мкм и представлена проводящими и запасными элементами. Членики ситовидных трубок на поперечном срезе четырёх-, пятиугольной формы, их радиальный размер достигает 17 мкм, а тангентальный колеблется в пределах от 18 до 22 мкм. Длина члеников составляет 60–70 мкм. На поперечном срезе членики ситовидных трубок образуют слабовыраженные радиальные ряды. Лучи однорядные, их ширина достигает до 20 мкм. Слоистость колеблется в пределах от 18 до 20 клеток. Высота лучей на продольном срезе составляет 270–350 мкм.

Клетки вертикальной паренхимы имеют овальную форму. Тангентальный размер клеток составляет около 20 мкм, а радиальный – 10 мкм.

Вторичная ксилема на поперечном срезе имеет ширину около 1000 мкм. Ткань является рассеяно-сосудистой и представлена запасными, проводящими и механическими элементами. Радиальный размер поперечного сечения сосудов находится в пределах 20–40 мкм, а тангентальный – 20–35 мкм.

Волокнистые трахеиды уложены радиальными рядами. В поперечном сечении они имеют форму четырёх- или пятиугольников. Тангентальный размер составляет не более 10–15 мкм, а радиальный – 19–22 мкм. Лучи однорядные и имеют ширину до 20 мкм, слоистость составляет от 17 до 23 клеток.

Сердцевина имеет диаметр от 1500 до 2000 мкм, форма клеток шестиугольная. Их диаметр составляет от 30 до 60 мкм. По периферии сердцевинки клетки образуют перимедуллярную зону, среди клеток которой по периферии встречаются отдельные сосуды первичной ксилемы диаметром до 25 мкм. Сердцевина является гомогенной тканью, и в ней располагаются слизевые вместилища. Стебель образован на основе прокамбиальных пучков.

Томат (сорт сливка московская). Снаружи однолетний стебель покрыт эпидермой, которая защищена слоем кутикулы толщиной 3–4 мкм. Клетки эпидермы округлой и овальной формы. Наиболее утолщена наружная тангентальная стенка, которая слегка вытянута к периферии органа. Радиальный размер клеток составляет от 25 до 40 мкм, а тангентальный – от 25 до 50 мкм. В ткани обнаружены многоклеточные трихомы игловидной формы.

Под эпидермой располагается коровая паренхима, ширина которой на поперечном срезе составляет примерно 140 мкм. Ткань сложена клетками, которые подобно мезофиллу листа образуют столбчатую и губчатую ткань. Клетки субэпидермального

слоя располагаются перпендикулярно к эпидерме, их радиальный размер около 38–40 мкм, а тангентальный – 18–24.

Под этим слоем располагаются паренхимные клетки округлой формы диаметром 16–22 мкм, их оболочки волнистые. По-видимому, это колленхима, так как клетки имеют утолщения по всему периметру.

Первичная кора гетерогенная, изредка встречаются брахисклереиды. Брахисклереиды овальной формы, тангентальный размер их составляет 25–30 мкм, а радиальный – 15–20 мкм. Толщина стенки достигает 5 мкм.

Внутри от первичной коры располагается кольцо механических элементов. Ширина ткани на поперечном срезе составляет 30–40 мкм. Кольцо практически сплошное, но иногда прерывается паренхимными клетками. Волокна на поперечном срезе имеют форму от шестиугольной до округлой. Их тангентальный размер составляет от 18 до 22 мкм, а радиальный – 17–25 мкм. Длина волокон достигает 230 мкм.

Вторичная флоэма состоит только из запасующих и проводящих элементов. Ширина ткани на поперечном срезе составляет 40 мкм. Членики ситовидных трубок в поперечнике имеют четырех-, пятиугольную форму. Их радиальный размер составляет 10–12 мкм, а тангентальный – от 13 до 15 мкм. Длина члеников ситовидных трубок колеблется в пределах 70–80 мкм. Сердцевинные лучи имеют размер от 25 до 35 мкм. Они чаще однорядные, их высота колеблется от 150 до 280 мкм, а слойность составляет 15–20 клеток. В паренхимных клетках флоэмы также изредка встречаются призматические кристаллы оксалата кальция.

Вторичная ксилема является рассеяно-сосудистой тканью. Ширина на поперечном срезе достигает 160–180 мкм. Тангентальный размер сосудов – около 30–35 мкм, а радиальный достигает 30–40 мкм. Высота члеников сосудов равна 90–120 мкм. Имеются волокнистые трахеиды, тангентальный размер которых – от 18 до 20 мкм, а радиальный – 20–22 мкм. Высота трахеид составляет 120 мкм. Лучи однорядные, реже бывают двурядными. Их ширина достигает от 18 до 30 мкм, слойность – от 18 до 20 клеток, а высота колеблется в пределах от 180 до 250 мкм.

В центре стебля находится гомогенная сердцевина. Ее клетки округло-овальной формы, диаметр которых составляет от 60 до 80 мкм. Редко встречаются друзы оксалата кальция. Стебель сложен на основе прокамбиальных пучков.

УДК 551.3(477.82)

Г. И. БРОВКО, И. И. ЗАЛЕССКИЙ, К. А. НЕГЛЯДЮК

Украина, Ровно, Национальный университет водного хозяйства
и природопользования

E-mail: h.i.brovko@nuwm.edu.ua

АКТИВИЗАЦИЯ ОБРАЖНОЙ ЭРОЗИИ НА МИЗОЧСКОМ КРЯЖЕ

Мизочский кряж – своеобразная морфологическая скульптура в Ровенской области Украины, которая протягивается вдоль южного обрамления Волынской лессовой возвышенности с востока на запад южнее пгт Мизоч вдоль речки Свитенька в пределах Дубенского, Здолбуновского и Острожского административных районов.

Рельеф кряжа имеет ассиметричное строение: на относительно выровненных северных склонах абсолютные отметки достигают 260–280 м, а высокие и крутые склоны

южной и западной частей с отметками высот более 300 м (самая высокая – 352 м) в районе с. Гирники создают выразительный облик на фоне равнины Малого Полесья. Длина кряжа – 50 км, ширина – от 6 до 13 км. Отмечается общий уклон рельефа с северо-запада на юго-восток, где наблюдается интенсивное проявление овражной эрозии.

В геологическом строении кряжа принимают участие морские осадки верхнего мела, известняки сарматского яруса неогена, которые повсеместно перекрываются лесовидными суглинками неоплейстоцена, которые легко размываются атмосферными осадками, что способствует образованию оврагов (рисунок) [1].

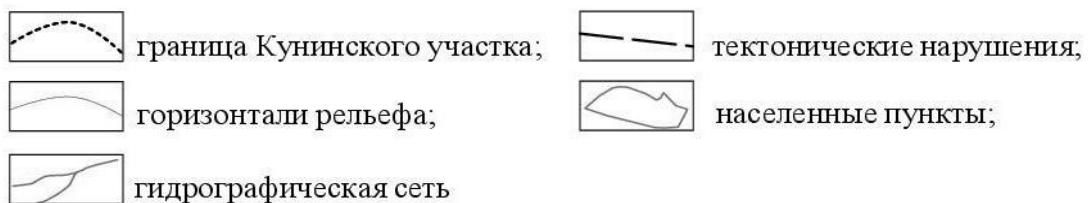
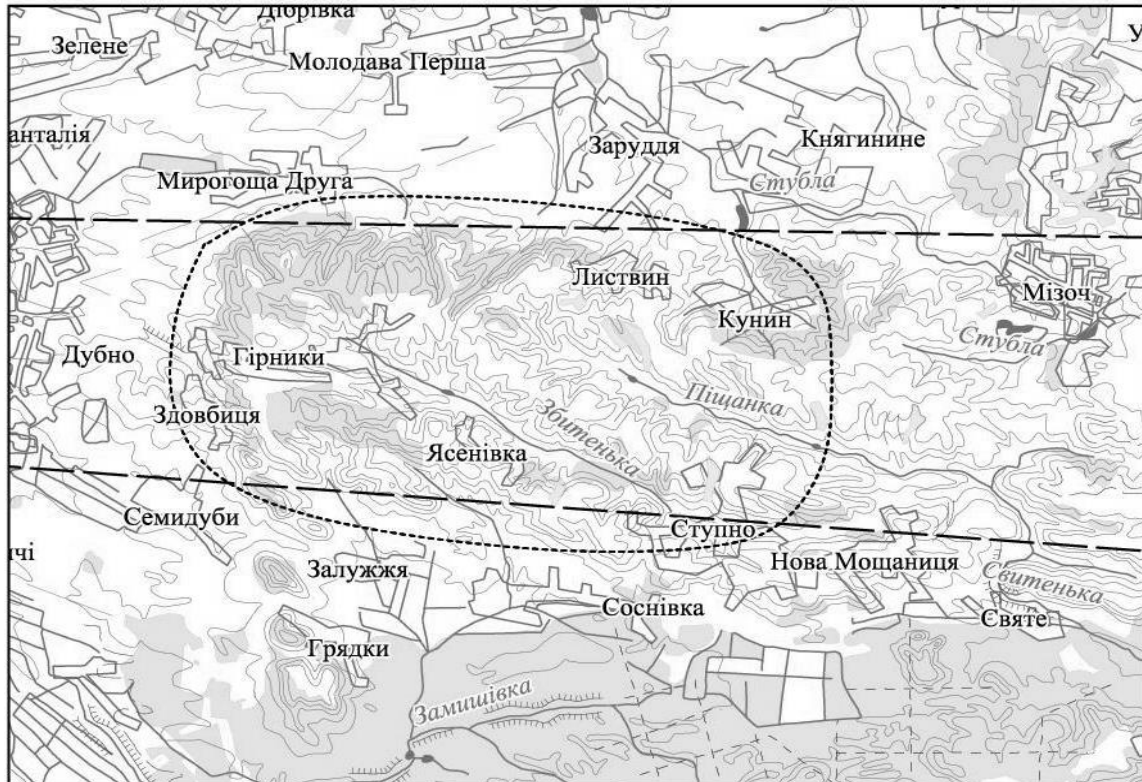


Рисунок – Геоморфологическая схема Мизочского кряжа

В пределах Острожского гослесхоза в 1983 г. организован геологический заказник «Мизочский кряж», где на площади 317 га под охраной находятся останцы неогеновых выходов.

Важнейшими показателями активизации овражной эрозии в пределах Мизочского кряжа являются морфотектонический режим, степень заовраженности территории, размеры оврагов, скорость их роста, характер взаимодействия эрозионного и склоновых процессов.

Известно, что при незначительных, но длительных атмосферных осадках на склонах рельефа образуются струйки воды, которые формируют площадной смыв почвенного горизонта. Ежегодно за счет дождевой эрозии почвы Украины теряют 19 млн т гумуса.

Выделение Мизочского кряжа в отдельную морфоскульптуру обусловлено дифференцированными блоковыми неотектоническими движениями, что подтверждается перепадами гипсометрического положения поверхности сарматских отложений, которые совпадают с протяженными линеаментами [2]. Планомерное и системное изучение проявления овражной эрозии на Мизочском кряже авторами началось в 1986 г. созданием у его западной части, на которой находится значительное количество оврагов, участка «Кунин». Овраги классифицируются по определенным типам: стареющие, стабилизированные с донной эрозией (интенсивной, средней, слабой), без донной эрозии, с линейной эрозией и овраги в активной стадии развития. По временному принципу исследования проводились в четыре периода: 1986–1990; 1991–1995; 1996–2000; 2001–2006. Количество исследованных оврагов возрастало от 146–148–150–154 соответственно.

В количественном отношении три вида оврагов разной степени активности достигли близкого равновесия. Стареющие – 28,7 %, овраги с эрозионными процессами – 32,8 %, овраги активной стадии развития – 28,3 %.

В результате активизации овражной эрозии отмечается линейный рост по отдельным отвершкам, проявляется активизация донной эрозии разной интенсивности: а) слабая – глубина промоин по тальвегу – до 0,5 м; б) средняя – 0,5–1,0 м; в) интенсивная – глубина промоин – более 1,0 м. Зафиксировано образование промоин выше вершины оврага; формирование суффозионных колодцев; уничтожение защитного обвалования [3]. Средний линейный рост оврагов в первом и втором периодах составляет 3,1 м при максимуме 15 м и 3,3 м при максимуме 20 м. Также прослеживается прямая зависимость роста количества оврагов, которые активизировались, от увеличения среднего годового количества осадков за теплый период.

Разрушение защитного обвалования произошло на трех активных оврагах.

В результате анализа наблюдений с начального периода проведения исследований можно сделать выводы о том, что для каждого пятилетнего периода установлен свой пик, при котором происходила интенсивная активизация овражной эрозии по всем видам.

В первом периоде (1988–1989 гг.) самая большая активизация оврагов с донной эрозией наблюдалась в 1988 г. Значительное количество оврагов с линейной эрозией активизировалось в 1989 г. За эти два года уничтожено защитное обвалование на шести оврагах.

Во втором периоде (1993–1994 гг.) пик активизации овражной эрозии отмечается в 1994 г. В этот период активность проявили стареющие овраги, в пределах которых возросло количество суффозионных колодцев. Разрушение защитных инженерных сооружений произошло на трех оврагах.

В третьем периоде (1997–1998 гг.) активизации овражной эрозии и ее зависимости от атмосферных осадков можно проследить на примере оврага № 198, исследования на котором проводились в июле и сентябре 1998 г. При летнем обследовании эрозия отмечена на вершине оврага. Активный участок был шириной 10 м и глубиной 15 м. При осеннем обследовании длина эрозионного участка составила 20 м, ширина – 16 м, глубина – 8 м. Конус выноса пролювиального материала вытянулся к пойме реки. За этот период выпало 284 мм дождя, а 23 июля отмечен ливень в течение 12 мин. с интенсивностью 31,9 мм, что и обусловило активизацию.

Авторам удалось установить прямую зависимость скоростей роста оврагов от количества осадков за теплый период года. Например, по данным метеостанции

г. Дубно, максимальное количество осадков в теплый период 2001 г. способствовало максимальной скорости роста оврагов на участке «Кунин». Этот теплый период разделен на две части: 3,8 месяца со средней интенсивностью осадков 71,7 мм и 3,2 месяца – 79,8 мм, что способствовало приросту площади оврага на 9,0 м² и 11,5 м².

Динамике роста оврагов соответствует и его скорость. Самая высокая скорость роста оврага за тот же период 2001 г. составила 5,5 м²/месяц. Линейный рост оврагов этого года на различных створах составил 0,45 м, 0,57 м и 1,31 м. Собственно в этот период выпало 528 мм дождя.

Таким образом, динамика линейного роста оврагов в общем плане соответствует динамике площадного прироста и зависит от количества осадков за теплый период года и техногенного влияния инженерных сооружений на оврагах [4].

Анализ динамики роста оврагов за весь период исследований свидетельствует о том, что среднегодовая скорость в песчаных отложениях сарматского яруса составляет 18 м²/год, а линейный рост оврагов – 1,2 м.

Динамика процесса овражной эрозии зависит не столько от геологического разреза и геоморфологических условий территории, сколько от определяющей роли метеофакторов.

Необходимо отметить, что на интенсивность роста длины и объема оврага влияют различие длины склонов. Средние скорости линейного роста за весь цикл оврагообразования на длинных склонах больше, чем на коротких. Скорость роста объема на всех этапах выше на более крутом склоне, однако в ходе развития оврага это состояние изменяется.

При многолетнем изучении оврагообразования на участке «Кунин» Мизочского кряжа наблюдается следующая закономерность: при одинаковой средней крутизне скорость роста на выпуклом склоне на коротком первом этапе в 2–3 раза выше, а в течение всего последующего длительного времени примерно вдвое ниже, чем на прямом склоне.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коротун, І. М. Географія Рівненської області / І. М. Коротун, Л. К. Коротун. – Рівне : Прінт Хауз, 1996. – 274 с.
2. Новак, Т. А. Рельєф Волинської височини: проблеми просторової диференціації : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Т. А. Новак. – Київ, 2020. – 20 с.
3. Бровко, Г. І. Вивчення сучасних ексгенних геологічних процесів на території Рівненської області / Г. І. Бровко. – Рівне : Фонди Рівненської ГЕ, 2006. – 232 с.
4. Маккавеев, Н. И. Эрозионные процессы / Н. И. Маккавеев. – М. : Мысль, 1984. – 253 с.

УДК 550.4

Е. В. ВОВК, Е. С. ЗЛОБИНА

Украина, Киев, ИГМР НАН Украины

E-mail: vovkkaterina90@gmail.com

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ МАЛЫХ ГОРОДОВ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Полесье – наименее трансформированный техногенной деятельностью регион, занимающий пятую часть Украины. В то же время эта территория наиболее уязвима к загрязнению и воздействию неблагоприятных факторов. Определение критериев пре-

вышения эколого-геохимической устойчивости ландшафтов Полесья особенно актуально для фоновых и селитебных территорий.

Территория Украинского Полесья широко исследована с биологических, зоологических, геологических позиций. Однако почвы преимущественно изучались с точки зрения ведения сельского хозяйства, а не как основная депонирующая среда, которая противостоит антропогенному воздействию. Отсюда вытекает ряд современных задач, не нашедших комплексного решения: способность почв к накоплению или рассеиванию элементов; геохимическая барьерность почв (особенно на техногенно загрязненных территориях); механизмы миграции микроэлементов и др. Это обусловило актуальность проведенных исследований.

Целью данной работы было установление основных особенностей распределения микроэлементов на техногенно загрязненных (урбанизированных) и условно чистых территориях Украинского Полесья (объекты природно-заповедного фонда).

Полевые исследования проводились в 2019–2020 гг.; включали в себя отбор проб почв, растительности и природных вод на полесских условно чистых территориях и территориях умеренной антропогенной нагрузки (малые города). Для определения особенностей латерального распределения микроэлементов пробы отобраны из поверхностных почвенных отложений (0–5, 5–10 см) методом конверта. Отбор проб почвы проведен в соответствии с требованиями ДСТУ 4287:2004. В зонах потенциального влияния промышленных предприятий интервал отбора проб сгущался. Для определения содержания микроэлементов в почвах, растительности и природных водах использовались следующие методы: эмиссионный спектральный анализ, атомно-абсорбционный метод, высокочувствительный метод ICP-MS.

Волинское Полесье имеет наибольшую площадь торфяных болот и, соответственно, наибольшую заболоченность (до 11 %) среди всех полесских территорий. В пределах г. Ковеля распространены дерново-подзолистые и дерново-подзолистые оглеенные почвы, характеризующиеся малой мощностью гумусового горизонта (до 18 см) с содержанием гумуса до 1,3 %. Природные почвы г. Луцка относятся к оподзоленным черноземам. Результаты предыдущих исследований [1; 2] показали, что почвы городов, даже таких условно чистых, как Ковель и Луцк, испытывают техногенное влияние, которое проявляется в увеличении содержания в них тяжелых металлов по сравнению с условно чистыми территориями.

Для исследования форм нахождения были отобраны пробы луцких почв как наиболее загрязненных тяжелыми металлами среди других волинских городов, а также почвы Шацкого национального природного парка (с преобладанием торфяников и торфяно-болотных почв). Для исследований форм нахождения использовалась методика А. И. Самчука [3]. Установлено уменьшение фиксированных форм миграции в почвах, находящихся под антропогенными нагрузками [1]. Это соответствует представлениям о природных геохимических барьерах в ландшафтно-геохимических условиях Украинского Полесья.

В пределах Новгород-Северского Полесья впервые исследовался лесной заказник местного значения «Богдановский». Почвы заказника дерновые, слабо- и средне-подзолистые. Экспериментально установлены гранулометрический состав почв, физико-химические свойства, химический состав и содержание микроэлементов. Низкое содержание органического вещества (1,61 %) и гумуса соответственно, незначительное количество коллоидов в составе почв заказника (12 %) вызывают его низкую сорбционную емкость (11,5 мг•экв / 100 г). Выявлен комплексный геохимический барьер для всех исследуемых элементов на глубине 15–25 см, вызванный, скорее всего, сорбцией

органическим веществом. Мы считаем, что полученные характеристики латерального и радиального распределения тяжелых металлов в почвах заказника можно использовать в дальнейшем в качестве фоновых для сравнения с подобными ландшафтами малых городов Новгород-Северского Полесья.

Г. Шостка в советские времена был важным химическим промышленным центром по выпуску кино- и фотопленки, авиационных реагентов, следы деятельности которого фиксируются до сих пор. Максимальные концентрации металлов приурочены к промышленным районам города и распространены согласно розе ветров. Суммарный показатель загрязнения (Z_c) поверхностного слоя почвы (0–10 см) металлами (Cr, Cu, Ag, Pb, Zn, Co, V, Zn и Ni) колеблется в пределах от 4 до 77, средний показатель – 26. Это соответствует, по классификации Ю. Ю. Саета, умеренно опасному уровню загрязнения.

Обобщенная геохимическая ассоциация для г. Шостка представлена в таблице. Спецификой города являются значительные геохимические аномалии никеля и серебра, что связано, прежде всего, с прежней деятельностью ОАО «Акционерная компания «Свема»».

Таблица – Среднее содержание тяжелых металлов (мг/кг) и показатель суммарного загрязнения объектов Украинского Полесья

Территории	Ni	Co	Cr	Cu	Pb	V	Zn	Z_c	Геохимические ассоциации
Объекты природно-заповедного фонда									
Богдановский заказник	19	3	10	21	11	20	40	2,1	Ni ₄
Шацкие озера	5	1	7	20	19	17	10	3,1	–
Малые города Полесья									
г. Шостка	36	5	51	148	42	35	177	26	Ni ₁₂ > Ag _{5,6} > Cu _{4,9} > Pb _{4,7} > Cr = Co _{3,5}
г. Бровары	37	5	57	120	45	51	106	24	Cu ₁₄ > Pb ₄ > Ni = V ₃ > Zn _{2,5}
г. Нежин	23	4	46	42	58	37	79	9,5	Pb ₄ > Cu _{3,6}
г. Луцк	32	5	30	60	55	37	50	18,8	Cu _{5,4} > Pb ₅ > Zn _{4,5} > V _{3,3} > Ni _{2,9} > Cr _{2,7}
г. Ковель	7	2	7	39	21	25	10	5,7	Cu _{3,5}

Также исследовалось влияние антропогенной деятельности на состояние компонентов ландшафтов (почвы и природные воды) типичного для Черниговского Полесья населенного пункта г. Нежин. В черте города и его окрестностей преобладают черноземы и болотные почвы. На территории центральной части города это черноземы оподзоленные, в восточной части – лугово-черноземные, а в западной – лугово-болотные и болотные.

Почвы г. Нежина характеризуются низкой степенью загрязнения тяжелыми металлами (Z_c 1,1–11,4). Содержание микроэлементов в центральной и лесопарковых зонах города почти соответствует фоновым значениям. Незначительное повышение содержания микроэлементов зафиксировано в пределах промышленной части города (среднее Z_c – 6,06, что также соответствует допустимому загрязнению). Для почв промышленной зоны характерно накопление Cu (Кк – 4–10), Pb (Кк – 3–7) и V (Кк – 2–4). Итак, Нежин имеет наименьшие показатели геохимической трансформации урболанд-

шафтов среди ландшафтов Черниговского Полесья. В целом, несмотря на развитие строительной и легкой отраслей производства и автотранспорта, компоненты окружающей среды г. Нежина выдерживают антропогенное давление.

Бровары – крупнейший город Киевской агломерации после Киева, территориально находится на южной границе Черниговского Полесья. С 70-х гг. в городе начинают интенсивно работать предприятия химической, деревообрабатывающей, пищевой промышленности, машиностроения. Природный почвенный покров представлен малогумусными дерновыми слабо- и среднеподзолистыми оглееными супесчаными и суглинистыми почвами.

Для многих микроэлементов (Co, V, Cr, Nb, Pb, Zn, Sn, Ga, Ba, Li) содержание в верхнем слое почвенного покрова соответствует или меньше среднего значения по городам. Для некоторых элементов превышает средние значения – Ni, Cu, Sc, Y. На территории г. Бровары зафиксирован ряд локальных повышений содержания химических элементов в компонентах окружающей среды, что связано с большим промышленным развитием города, значительными автотранспортными нагрузками. Учитывая интенсивную трансформацию бывших промышленных зон г. Бровары в селитебные зоны, в дальнейшем следует провести более детальный почвенно-геохимический мониторинг.

В целом микроэлементный состав исследованных почв Волынского, Киевского, Черниговского и Новгород-Северского Полесья соответствует естественному региональному фону.

Определено, что исследуемые малые города Украинского Полесья характеризуются в среднем умеренно опасным уровнем загрязнения. Содержание тяжелых металлов в почвах возрастает при наличии в структуре города предприятий химической промышленности (г. Бровары, г. Шостка).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войтюк, Ю. Ю. Тяжелые металлы в почвах Украинского Полесья / Ю. Ю. Войтюк, Е. С. Злобина, Т. В. Огарь // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф., Минск, 14–17 сент. 2016 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2016. – С. 222–226.
2. Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу / А. І. Самчук [та ін.]. – Київ : Наук. думка, 2006. – 108 с.
3. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах / А. И. Самчук [и др.] // Минерал. журн. – 1998. – № 2. – С. 48–59.

УДК 553.97

О. М. ГАЙДУКЕВИЧ, Б. В. КУРЗО, М. В. ВОРОНА, И. В. КЛЯУЗЗЕ
Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: kurs2014@tut.by

ОЦЕНКА СОСТАВА САПРОПЕЛЯ ОЗЕРНО-БОЛОТНОГО КОМПЛЕКСА «КОЛДЫЧЕВСКОЕ-КОРЫТИНО» ДЛЯ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В пределах месторождения сапропелевая залежь отличается значительной вариабельностью влаги, зольности, органического вещества (ОВ), минеральных веществ и других показателей состава. Актуальной проблемой является оптимизация выбора

участка озера или торфяного месторождения для селективной разработки сапропелевого сырья под выпуск конкретной продукции, что показано нами на примере репрезентативного месторождения сапропеля в оз. Колдычевское на торфяном месторождении Коририно Барановичского района Брестской области, которые сформированы одновременно и образуют единый озерно-болотный комплекс (рисунок 1). Изученное месторождение является типичным для разработки сапропеля, так как представляет собой мелководный, сильно заиленный древний водоем, требующий восстановительных мероприятий по углублению.

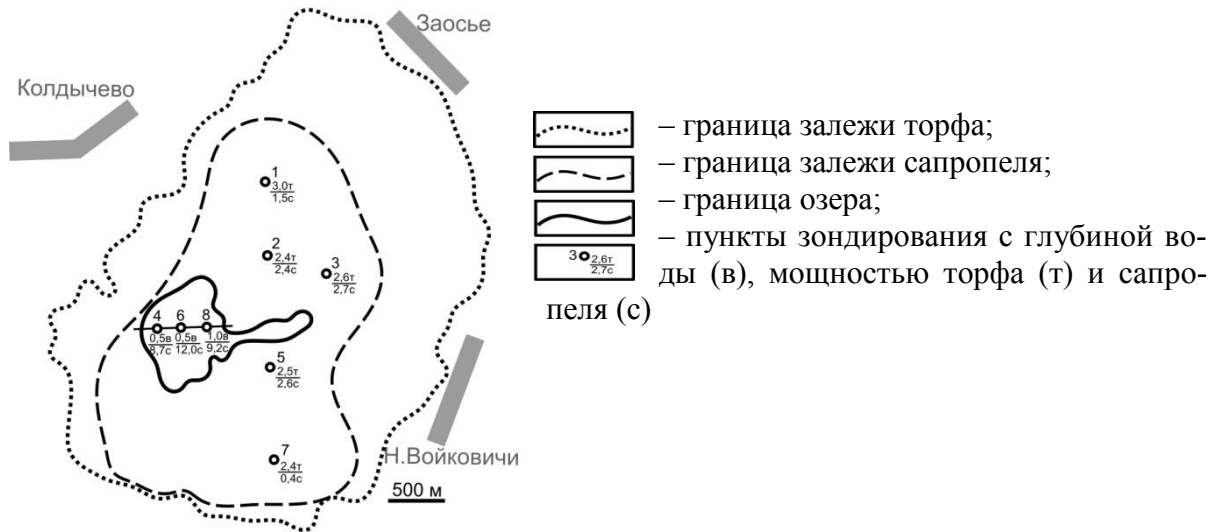


Рисунок 1 – Озерно-болотный комплекс «Колдычевское-Коририно»

Месторождение озерного сапропеля Колдычевское расположено в центре торфяного месторождения Коририно площадью 1205 га, из которых 675 га подстилаются сапропелем. Сапропель под торфом представлен только карбонатным типом, его средняя мощность составляет 1,83 м, а объем запасов – 12 352,5 тыс. м³. По данным детальной разведки 1989 г., площадь озерного месторождения составляет 58 га, средняя глубина воды – 0,64 м, сапропеля – 7,37 м, при максимальной 12,20 м. Объем сапропелевой залежи равен 4275 тыс. м³, что в 12 раз больше, чем объем воды. Запасы сапропеля условной влажностью 60 % составляют 2735 тыс. т. Они представлены карбонатным (2624 тыс. т) и силикатными типами.

По данным определения относительного возраста озерные отложения начали накапливаться в точках с максимальными глубинами водоема $12,3 \pm 0,5$ тыс. лет назад [1], под торфом на окраинах залежи – на 2–3 тыс. лет позже. Торф на месторождении существенно выработан ОАО «Торфопредприятие «Колпеница»», что открывает доступ к ресурсам сапропеля.

В исследовании использованы данные изысканий на торф и сапропель разных лет. Для анализа пространственного распределения состава сапропеля по разрезам залежи применяли программное обеспечение ArcView GIS с аналитическим модулем Spatial Analyst, с помощью которого построены изолинии влажности, зольности, ОВ и элементов валового состава сапропеля по всему озеру. В качестве примера приводится разрез центральной части озера с запада на восток через пункты зондирования 4, 6 и 8 с выделенными слоями сапропеля для различного использования (рисунок 2).

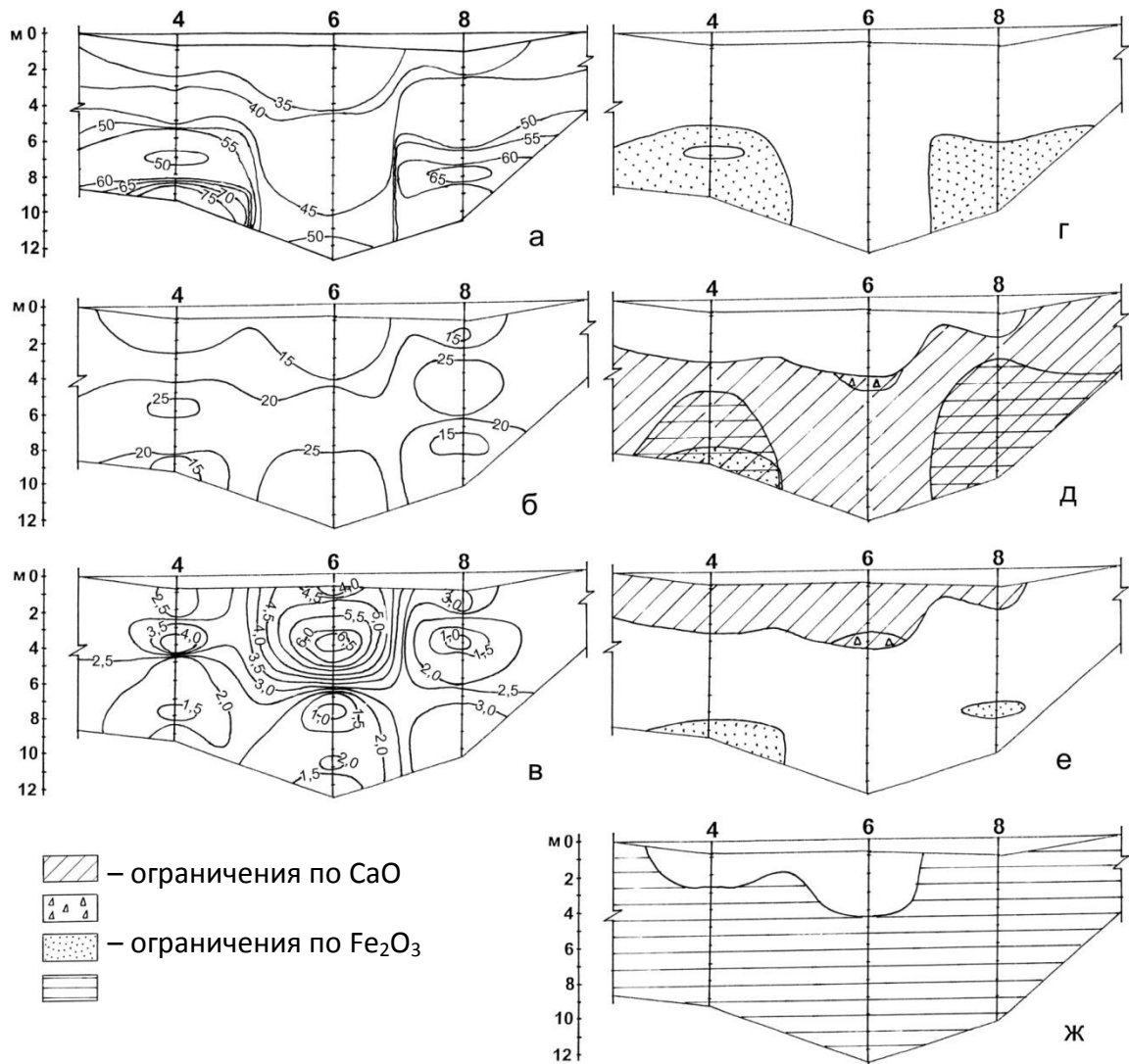


Рисунок 2 – Разрез залежи сапропеля озера Колдычевское с изолиниями зольности (а), оксидов кальция (б) и железа (в) и выделением слоев, пригодных для добычи сырья для кормового сапропеля (г), удобрений органо-кремнеземистого (д) и органо-известковистого (е) вида, лечебных грязей (ж)

В озере зольность сапропеля увеличивается от верхних горизонтов залежи, где она составляет 22–40 % на сухое вещество (СВ), до 75–83 % в придонных горизонтах (рисунок 2, а). В местах впадения притоков поверхностный слой сапропеля имеет зольность 49–51 %, в центре месторождения – 36–37 %, а в южной части, где происходит сток воды, зольность минимальна – 22 %. На начальных этапах формирования залежи в условиях глубокого и слабо заболоченного водоема шло формирование высокозольных кремнеземистых сапропелей, зольность которых особенно высока на прибрежных участках и обуславливается как привнесом песчаных частиц с водосбора, так и хемогенным накоплением карбонатов кальция. Снижение зольности в средних частях разрезов связано с заболачиванием прибрежных участков водосбора и снижением поступления обломочного материала. На современном этапе развития, когда озеро полностью окружено сплавиной, терригенный фактор осадконакопления сведен до минимума, однако накопление органического сапропеля происходит слабо по причине заметного

проявления хемогенных процессов, приводящих к осаждению карбонатов кальция и формированию смешанного типа сапропеля.

Наибольшими содержаниями ОВ и железа отличается сапропель в центре озера (рисунок 2, *а-в*). Содержание ОВ в верхних слоях залежи составляет порядка 55 %, в нижних снижается до 15 %. В прибрежной части залежи содержание ОВ и железа уменьшается. Обратная зависимость наблюдается для содержания в донных отложениях кальция – наибольшими значениями характеризуются южная часть озера, где на глубине 2–6 м выявлена аномалия СаО с содержанием 30–34 % на СВ. В центральном пункте выделяется аномалия в содержании железа, где его количество на глубине 3–5 м доходит до 10 % и в среднем составляет 6 %. В разрезах выделяются области с достаточно однородным содержанием влажности, зольности, ОВ, СаО и Fe₂O₃. Так, довольно постоянны по глубине отложений значения влажности и ОВ в пунктах, которые сосредоточены в центральной части озера, значения зольности на севере и в центре, значения СаО – на юге озера.

Широкий спектр применения сапропеля определяет различные требования к сырьевой базе. Для оценки пригодности сапропеля озерно-болотного комплекса «Колдычевское-Корытино» для практического использования из всего многообразия областей его применения выбраны наиболее распространенные – в качестве кормовой добавки, сапропелевых удобрений (органических, органо-кремнеземистых и органо-известковистых), а также лечебных грязей в соответствии с ТУ РБ 03535026.287-97, ТУ РБ 100217946.001-2000, ТУ 10.02.000284493.345-93.

С учетом требований нормативных документов по содержанию элементов выделены слои сапропелевой залежи, пригодные для добычи сырья по производству кормового сапропеля, сапропелевых удобрений (СУ) органо-кремнеземистого и органо-известковистого вида, лечебных грязей (рисунок 2, *г-ж*). В качестве ограничивающих параметров принято содержание ОВ, оксидов кальция, железа и общая зольность. Содержание остальных макроэлементов не выходит за пределы норм и стандартов на сырье. Значения тяжелых металлов в сапропеле озерно-болотного комплекса, определенные атомно-абсорбционным методом, в образцах из озера и под торфом находятся в норме и в среднем составляют для никеля 1,91 мг/кг СВ, меди – 2,9, цинка – 16,5, хрома – 17,9, мышьяка – 1,27 мг/кг. Содержание ртути, кадмия, свинца и кобальта незначительно (ниже чувствительности прибора). Удельная активность цезия 137 составляет менее 10 Бк/кг.

Таким образом, пространственный анализ качественного состава сапропеля позволяет выделить наиболее рациональные направления его использования. Показано, что залежь в оз. Колдычевское целесообразнее всего разрабатывать на кормовые добавки (верхняя и средняя части) и удобрения органо-известкового вида (средняя и нижняя части залежи). Добыча лечебных грязей и удобрений органо-кремнеземистого вида возможна из верхних слоев в ограниченном объеме. Сапропель, залегающий под слоем торфа, наиболее целесообразно использовать как сырье для производства органо-известковистых видов удобрений и кормовых добавок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богдель, И. И. Палеогеография озера Колдычевского по данным спорово-пыльцевого и диатомового анализов / И. И. Богдель, Б. П. Власов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. – 1983. – № 2. – С. 53–56.

УДК 504.75:624.131(476.5)

П. А. ГАЛКИН¹, И. А. КРАСОВСКАЯ², А. Н. ГАЛКИН²

¹Беларусь, Витебск, ВГМУ

²Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ТЕРРИТОРИИ ВИТЕБСКА

История развития территории Витебска неизбежно связана с техногенными изменениями структуры и компонентов окружающей природной среды и, в первую очередь, с изменениями литогенной основы или геологической среды, формирующей совокупность экологических функций, которые определяют и отражают роль и значение этой геосистемы, включая ее состав, объем, динамику функционирования, геохимические и геофизические поля, в жизнеобеспечении человека и других организмов [1].

Проведенная нами оценка изменений в состоянии геосистемы города или степени ее нарушенности позволила выявить три категории земель (рисунок). Неизмененных или ненарушенных земель на территории Витебска нет. **Слабоизмененные** (слабонарушенные) участки характеризуются наследованием состава, структуры и специфики проявления экологических функций геологической среды, близким ее естественному состоянию. Зона техногенных воздействий по сравнению с другими районами города здесь маломощна и прерывиста. Площадь распространения этих участков незначительна, они выделены лишь на отдельных территориях. Данные участки расположены во всех функционально-территориальных зонах Витебска и приурочены главным образом к лесопаркам, паркам, лесным и заболоченным массивам и другим экосистемам, частично к жилым усадебным и дачным типам застройки [2]. Для них характерна высокая и средняя степень устойчивости геосистемы города, способствующая весьма слабому проявлению поверхностного и подземного загрязнения компонентов геологической среды.

На слабонарушенных территориях получили распространение преимущественно естественные геологические процессы: плоскостной смыв, овражная и речная эрозия, крип, оползни, суффозия, подтопление и заболачивание. Из существующих экологических функций геосистемы трансформации здесь отчасти может подвергаться геохимическая функция, выраженная формированием геохимических зон со слабым уровнем загрязнения почв и грунтов зоны аэрации. На отдельных участках речных долин в паводковый период существует определенная опасность возникновения биологического загрязнения.

Среднеизмененные (или средненарушенные) территории в городе характеризуются чуть большим, по сравнению со слабоизмененными участками, площадным распространением. Характер преобразования геологической среды здесь в значительной степени зависит от вида хозяйственного освоения территорий. При этом если слабонарушенные участки, как правило, не меняют своей устойчивости к техногенным воздействиям, то средней степени нарушения иногда сопровождаются ее снижением.

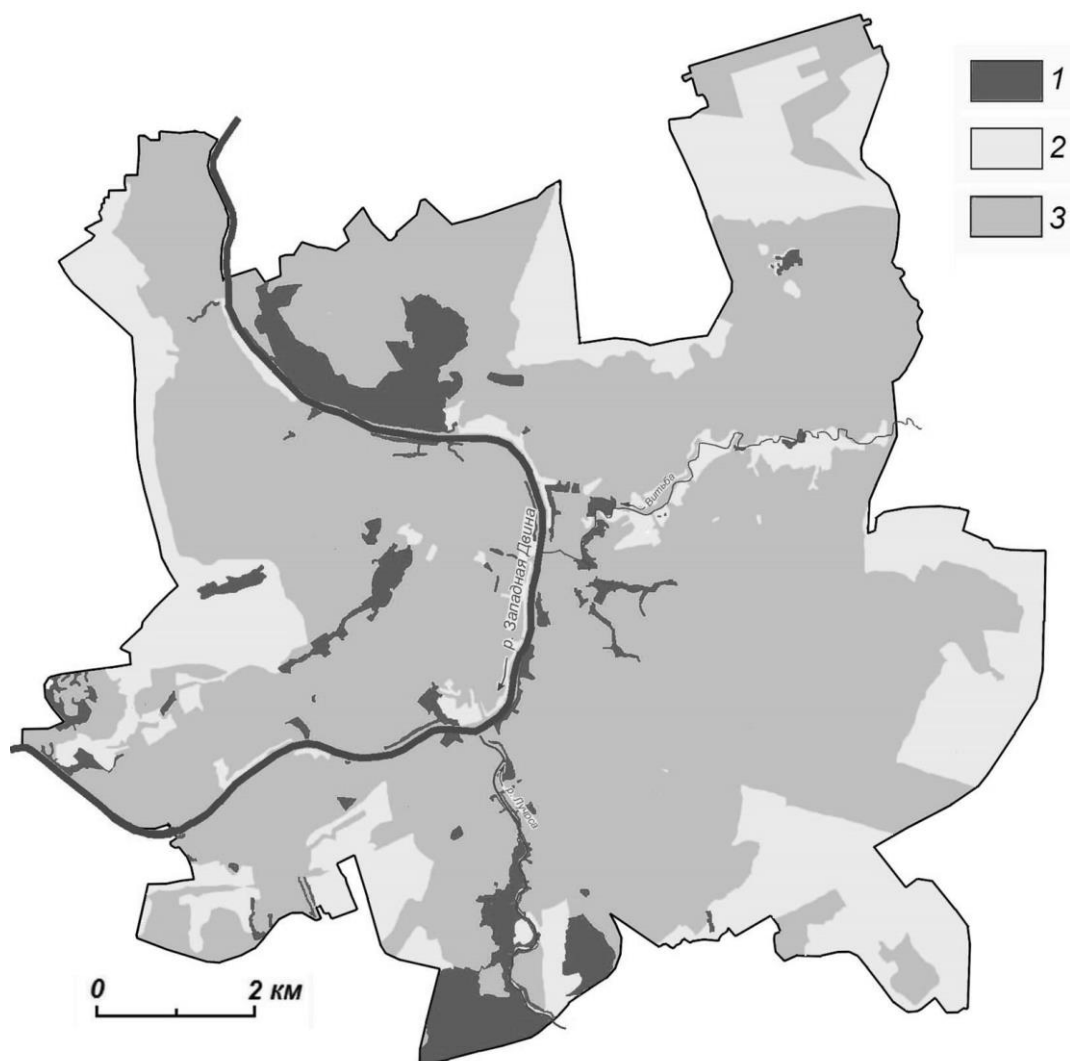


Рисунок – Схематическая карта измененности геологической среды Витебска под влиянием техногенных воздействий. Территории: 1 – слабоизмененные; 2 – среднеизмененные; 3 – сильноизмененные

Средненарушенные геосистемы присутствуют во всех типах строения геологической среды и функционально-территориальных зонах Витебска [2; 3]. В пределах данных территорий расположены участки преимущественно с жилым усадебным и дачным типами застройки, в отдельных случаях (главным образом на конечноморенной возвышенности) гаражные постройки. Рельеф здесь подвержен незначительной планировке. Несмотря на это, устойчивость средненарушенных земель к техногенному загрязнению может изменяться от низкой до высокой степени при преобладании среднего ее уровня. На отдельных участках возможно возникновение химического загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, что является выражением трансформации геохимической функции геосистемы. Кроме того, из-за наличия приусадебных хозяйств в пределах указанных типов застройки существует также опасность возникновения биологического загрязнения компонентов геологической среды. Среди современных экзогенных процессов, выражающих геодинамическую экологическую функцию геосреды, здесь также получили развитие (локально, на небольших площадях)

преимущественно естественные геологические процессы: плоскостной смыв, эрозия овражная и речная, крип, оползни, суффозия и подтопление.

Особого внимания заслуживают *сильноизмененные* (или сильнонарушенные) территории, занимающие порядка 70 % площади города. Зона техногенных воздействий здесь достигает значительной мощности и характеризуется относительным постоянством. Как и предыдущие категории земель, эти территории присутствуют во всех типах строения геологической среды и функционально-территориальных зонах Витебска [2; 3]. В их пределах расположены участки всех типов застройки. Это практически вся многоквартирная жилая и общественная застройка в различных своих сочетаниях, все промышленные и коммунально-складские объекты, транспортные магистрали, большая часть жилой усадебной и дачной застройки. Рельеф на этих территориях большей частью спланирован. Устойчивость геосистемы здесь низкая и средняя, что нередко приводит к существенной трансформации ее экологических функций. Здесь зафиксированы значительные по площади участки шумового воздействия, теплового, химического и биологического загрязнения, достигающих среднего и умеренно опасного уровней. Загрязненными часто оказываются почвы, поверхностные и подземные воды. Сильной нарушенности земель здесь также способствует активное проявление экзогенных геологических и особенно инженерно-геологических процессов, среди которых выделяются овражная эрозия, суффозия, подтопление, заболачивание и торфонакопление.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует, что слабоизмененными или слабонарушенными в пределах города остаются лишь небольшие участки, наследовавшие состав, структуру и особенности проявления экологических функций природной геологической среды, близкой ее естественному состоянию. Основная же часть геосистемы города испытывает существенные изменения. Инженерно-хозяйственная деятельность приводит к значительной трансформации и снижению качества экологических функций геосистемы, способствуя тем самым возникновению физического, химического и биологического загрязнений компонентов геологической среды.

Полученные результаты могут быть использованы при комплексной оценке геоэкологического состояния территории Витебска, а карта измененности использована в качестве основы при создании картографической модели геоэкологической обстановки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов, В. Т. Экологические функции абиотических сфер Земли: содержание и значение для становления нового теоретического базиса геоэкологии / В. Т. Трофимов, В. В. Куриленко // Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. 4, Геология. – 2015. – № 3. – С. 93–102.
2. Галкин, П. А. Функционально-планировочная организация Витебска и ее роль в оценке геоэкологической обстановки города / П. А. Галкин, И. А. Красовская, А. Н. Галкин // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2020. – № 2. – С. 60–68.
3. Инженерно-геологическое районирование и типы геологической среды территории Витебска / П. А. Галкин [и др.] // Літасфера. – 2020. – № 2 (53). – С. 129–140.

УДК 911.5+504.064

А. П. ГУСЕВ

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: gusev@gsu.by

МЕТОДИКА ФИТОИНДИКАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ В ГЕОСИСТЕМАХ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ

В целях экологической оценки и прогнозирования динамики геосистем нами было предложено понятие ландшафтно-экологической тенденции, под которой понимается направленность пространственно-временных изменений экологического состояния геосистем.

Следует различать долговременные и современные тенденции. Долговременная тенденция – это изменения ландшафтов во временном масштабе от нескольких десятилетий до первых столетий. Современная тенденция – от нескольких лет до первых десятилетий. Долговременные и современные тенденции проявляются на разных уровнях иерархии геосистем – от локального до глобального.

Ландшафтно-экологическая тенденция зависит от соотношения процессов деградации и восстановления геосистем более низкого уровня иерархии. Увеличение глубины и пространственного охвата деградационных процессов сопровождается снижением способности геосистем выполнять средо- и ресурсовоспроизводящие функции, сохранять экологическое равновесие, поддерживать биопродуктивность и биоразнообразие.

Отбор показателей для индикации ландшафтно-экологических тенденций осуществляется на основе следующих требований: простота измерения; известная реакция на конкретные воздействия; низкая вариабельность реакции на воздействие; должны показывать достаточно точные и воспроизводимые результаты; интегративность – полный набор индикаторов, должен охватывать реакции разных компонентов геосистемы; прогнозность – индикаторы должны быть способны прогнозировать изменения; не должны зависеть от типа растительности.

Для оценки антропогенного воздействия служат площадные характеристики неблагоприятных экологических процессов: загрязнения, пожары, эрозии, засоления и т. д. Как правило, учитывают процессы, ареалы которых сопоставимы с масштабом оцениваемых геосистем. В совокупности сумма ареалов всего спектра этих процессов служит показателем дигрессивной динамики геосистем в пределах какой-либо территории. Для оценки восстановительных процессов предложено использовать удельные площади территорий, на которых сукцессия задерживается на той или иной стадии, и территорий, на которых восстановительные сукцессии протекают в нормальном режиме.

Коэффициент экологической стабильности рассчитывался по формуле $K_c = \sum s_i \times k_i \times g$, где s_i – удельная площадь вида землепользования; k_i – экологическая значимость этого вида землепользования (частный коэффициент стабильности); g – коэффициент геолого-геоморфологической устойчивости рельефа (1 – стабильный рельеф; 0,7 – нестабильный рельеф: склоны, оползни, движущиеся пески и т. д.).

Особую группу формируют динамические индикаторы (индикаторы тренда), представляющие собой показатели, определяемые на разных временных срезах. Одно из главных требований, предъявляемых к этим индикаторам, – данные о них должны быть сопоставимы на всем изучаемом временном отрезке. Нами предложено использо-

вать наиболее универсальные показатели, определяемые на основе дистанционных методов: изменения лесистости (удельной площади лесного покрова, в %) и изменения вегетационных индексов.

В качестве индикатора современной дигрессивной динамики нами предложен относительный показатель:

$$DD_F = (S_{LF} / S_F) \times 100,$$

где S_{LF} – площадь вырубленных, застроенных, сгоревших и т. д. лесов за предыдущие 10 лет; S_F – площадь лесов в год оценки.

Это показатель рассчитывается на основе данных проекта Global Forest Change [3], который показывает изменения лесного покрова планеты за период 2000–2019 гг.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) рассматривается как количественный показатель фотосинтетически активной биомассы [1; 2]. В различных исследованиях установлена корреляция между NDVI и первичной продукцией – чистой и валовой [2].

Индикатор тренда биопродуктивности ландшафта – динамика NDVI (dNDVI), который рассчитывается за определенный период времени по данным MODIS (продукт MOD13Q1):

$$dNDVI = NDVI_1 - NDVI_2,$$

где $NDVI_1$ и $NDVI_2$ – значение вегетационного индекса для оцениваемой геосистемы, соответственно, в моменты времени 1 и 2.

Существенным преимуществом указанных показателей является то, что они основаны на открытых базах данных космических съемок, которые охватывают практически всю планету и постоянно обновляются. Недостаток – продолжительность рядов наблюдения до 20 лет.

Поскольку привести к единой системе измерения все используемые индикаторы невозможно, то используется балльная оценка. Предлагается выделять четыре оценочные категории тенденций: «нормальная», «удовлетворительная», «критическая» и «кризисная» (таблица).

Таблица – Критерии оценки ландшафтно-экологической тенденции на локальном уровне

Показатель	Напряженность ландшафтно-экологической тенденции			
	Нормальная	Удовлетворительная	Критическая	Кризисная
	1 балл	2 балла	3 балл	4 балла
Коэффициент экологической стабильности	>0,67	0,51–0,66	0,34–0,50	<0,33
Средняя площадь лесного массива, км ²	>10	5–10	1–5	<1
Площадь территорий с дигрессивной динамикой, %	<5	5–25	25–50	>50
Площадь территорий, на которых сукцессия задерживается на абиотической и пионерной стадиях, %	<1	1–5	5–25	>25

Продолжение таблицы

Площадь территорий, на которых сукцессия задерживается на нелесных стадиях, %	<5	5–25	25–50	>50
Индикатор тренда деградации лесного покрова (DD_F), %	<2,5	2,5–5	5–10	>10
Индикатор тренда биопродуктивности (dNDVI)	Увеличение NDVI	Изменения в пределах статистической погрешности	Снижение NDVI (<5 %)	Значительное снижение NDVI (>5 %)
$N_{лэт}$	<1,50	1,51–2,50	2,51–3,50	>3,51

При нормальной тенденции процессы самовосстановления растительности компенсируют антропогенные воздействия как в настоящем, так и в будущем (даже при условии роста нынешнего уровня антропогенной нагрузки).

Удовлетворительная тенденция соответствует «зоне риска», в которой процессы самовосстановления и деградации находятся в состоянии относительного равновесия, и рост антропогенной нагрузки (в том числе появления новых антропогенных факторов) может вызвать ухудшение экологического состояния ландшафтов.

Критическая тенденция – антропогенное воздействие не компенсируется восстановительными процессами, снижается способность растительности выполнять почвозащитные, водорегулирующие, ресурсовоспроизводящие и другие функции, имеет место «ползучая» деградация растительного покрова, которая в будущем будет только возрастать.

Кризисная тенденция – потенциал самовосстановления растительности значительно нарушен, растительный покров не способен выполнять почвозащитные, водорегулирующие, ресурсовоспроизводящие и другие функции, в будущем можно прогнозировать резкое ухудшение экологического состояния территории.

Для интегральной оценки предложено использовать показатель $N_{лэт}$, определяемый как средняя балльная оценка по группе индикаторов:

$$N_{лэт} = \sum N_i / n,$$

где N_i – оценка i -го индикатора, балл; n – число используемых индикаторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Box, E. O. Accuracy of the AVHRR Vegetation Index as a predictor of biomass, primary productivity and net CO₂ flux / E. O. Box, B. N. Holben, V. Kalb // *Vegetatio*. – 1989. – Vol. 80. – P. 71–89.
2. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change / M. C. Hansen [et al.] // *Science*. – 2013. – Vol. 342 (6160). – P. 850–853.
3. The use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: a review of the current status, future trends, and practical considerations / G. T. Yengoh [et al.]. – Lund University Centre for Sustainability Studies – LUCSUS, 2014. – 80 p.

УДК 550.4

Е. С. ЗЛОБИНА, И. В. КУРАЕВА, Т. А. КОШЛЯКОВА, А. Т. АЗИМОВ

Украина, Киев, ИГМР НАН Украины, ЦАКИЗ ИГН НАН Украины

E-mail: zlobina@nas.gov.ua

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ Г. КИЕВА)

В крупных городах Украины чрезвычайно остро стоит проблема утилизации твердых бытовых отходов. В Киеве лишь небольшое их количество отправляется на переработку или сжигание. Большая часть складывается на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО). Полигон ТБО № 5, расположенный в южных окрестностях столицы, несколько десятков лет принимает мусор г. Киева. В теле полигона образуется органически загрязненный фильтрат.

Целью наших исследований являлось изучение влияния полигона ТБО № 5 на содержание тяжелых металлов в объектах окружающей среды зоны его влияния. Для этого начиная с 2018 г. учеными НАН Украины (Институт геохимии, минералогии и рудообразования, Центр аэрокосмических исследований Земли, Институт географии) проводился ряд совместных эколого-геохимических исследований, результаты которых представлены в работах [1; 2].

Целью исследований являлось изучение особенностей распределения форм миграции тяжелых металлов в почвах зоны влияния полигона ТБО № 5.

Нами исследовались пробы почв, отобранные в 2020 г. в натуральных условиях вдоль поперечного-продольного профиля на пяти основных площадках исследования, приуроченных к различным ландшафтно-геохимическим условиям. Отбор проб осуществлялся по требованиям ДСТУ ISO 10381-2:2004. Для анализа проб почв использовались атомно-абсорбционный метод (спектрография «Сатурн-3»), метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS анализ). Формы нахождения тяжелых металлов в почвах изучались по методике [3] с дополнениями А. Самчука [4].

На рекогносцировочном этапе [1] было установлено, что на территории исследований фоновыми почвами являются темно-серые почвы преимущественно на лессовых породах, а также черноземы оподзоленные на лесах. Для этих типов почв характерны значительная гумусность, сравнительно высокая насыщенность кальцием, структурность и реликты деятельности степной фауны.

Обменные катионы исследуемых почв представлены на рисунке. Коэффициент буферности рассчитывался по методике [4]. Установлено, что в среднем $C_{орг}^{\%}$ темно-серых почв составляет 3,2, коэффициент буферности – 9,3; для черноземов оподзоленных $C_{орг}^{\%}$ – 5,18, коэффициент буферности – 30,2. В загрязненных антропогенно измененных почвах полигона ТБО № 5 (150 проб) резко уменьшается количество $C_{орг}^{\%}$ до 0,72, коэффициент буферности составляет 4,3.



Рисунок – Содержание обменных катионов в почвах, мг-экв/100 г.

Было установлено, что максимальная сорбционная емкость природно-поглощающего комплекса характерна для черноземов оподзоленных на лессах. Следует отметить, что почвы на участках техногенного загрязнения имеют наиболее низкую сорбционную емкость по сравнению с аналогичными почвами природных ландшафтов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что, чем выше содержание органических кислот и содержание обменных катионов в почве, тем выше сорбционная емкость природно-поглощающего комплекса и коэффициент буферности, что соответствует нашим представлениям о геохимической барьерности ландшафтов. Из рисунка видно, что черноземы оподзоленные на лессах и темно-серые оподзоленные имеют лучшие буферные свойства, чем загрязненные почвы в пределах полигона ТБО № 5. Это обуславливает лучшие защитные свойства первых по отношению к воздействию техногенных металлов. Защитные свойства почв проявляются в ограничении образования мобильных форм токсичных элементов, как следствие, ограничивают их миграцию в грунтовые воды и препятствует поглощению растениями.

Также была установлена зависимость содержания подвижных форм тяжелых металлов Cu, Zn, Co и Ni от физико-химических свойств исследуемых почв с использованием метода регрессионного анализа, результаты которого представлены в таблице.

Таблица – Результаты регрессионного анализа зависимости содержания подвижных форм Cu, Zn, Co, Ni от физико-химических свойств загрязненных почв

Содержание элемента в почве, мг/кг (диапазон значений)		Уравнение регрессии
Подвижные формы	Валовое содержание	
Загрязненные почвы в пределах полигона ТБО № 5		
10,8–24,8	150–700	$Zn_{\text{подв}} = 0,19 \text{ гл.} + 0,78 \text{ гм.} (R = 0,85)$
11,2–19,8	100–150	$Co_{\text{подв}} = 6,07 + 0,03 Co_{\text{вал}} + 0,84 \text{ рН} + 0,23 \text{ гм.} (R = 0,92)$
4,2–8,3	40–100	$Ni_{\text{подв}} = 2,88 + 4,24 \text{ рН} + 0,04 Ni_{\text{вал}} + 0,75 \text{ гл.} (R = 0,90)$
6,7–21,2	100–600	$Cu_{\text{подв}} = 0,02 Cu_{\text{вал}} + 1,42 \text{ рН} - 0,28 \text{ гл.} + 0,67 \text{ гм.} (R=0,92)$

Примечание – содержание глинистой фракции обозначено гл., гумуса – гм, R – коэффициент множественной регрессии.

Используя метод постадийных вытяжек [3; 4], выявили, что в почвах на территории полигона отмечается высокая концентрация тяжелых металлов, связанных с фракцией легкообменных ионов, а также повышенное содержание водорастворимых форм. В фоновых почвах исследуемой территории содержание подвижных форм тяжелых металлов уменьшается.

Было выяснено, что содержание подвижных форм Zn в темно-серых оподзоленных почвах (так же как и в загрязненных почвах в пределах полигона ТБО № 5) зависит, главным образом, от содержания глинистой составляющей и гумуса, при этом влияние его валового содержания и pH почвенного раствора несущественно. Глинистая составляющая не оказывает влияния на содержание подвижных форм Co и Ni. Поскольку низкая концентрация фульвокислот усиливает адсорбцию Ni при pH 5,5–6,0, а высокая – уменьшает ее за счет комплексообразования в растворах, мы считаем, что в органогенных горизонтах основной вклад в распределение Ni принадлежит комплексным соединениям, которые связаны с органическим веществом.

Используя метод математического моделирования и специализированный программный комплекс MINTEQA 2, установили миграционные формы макро- и микроэлементов с органическими и минеральными компонентами почвенных растворов [5]. Расчет осуществлен с использованием информации о термодинамических данных комплексных соединений металлов с органическим веществом. Установлено, что повышение концентрации металлов в почвенных растворах существенно влияет на распределение их миграционных форм. Проведенные расчеты показали, что при увеличении концентрации металлов содержание фульватных и гуматных комплексов металлов значительно уменьшается, при этом повышается содержание их свободных гидратированных катионов.

Таким образом, почвенные отложения территории исследуемого полигона характеризуются значительным изменением физико-химических свойств, увеличением содержания подвижных форм тяжелых металлов и, соответственно, увеличением миграционной способности в сопредельные среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оцінка розподілу важких металів у ґрунтах районів захоронення твердих побутових відходів / О. Т. Азімов [та ін.] // Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія. – 2019. – Вип. 4 (87). – С. 76–80.
2. Моніторингова оцінка якості поверхневих вод у районах захоронення твердих побутових відходів / О. Азімов [та ін.] // Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія. – 2020. – Вип. 4 (91). – С. 56–60.
3. Кузнецов, В. А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях / В. А. Кузнецов, Г. А. Шимко. – Минск : Наука и техника, 1990. – 65 с.
4. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах / А. И. Самчук [и др.] // Минерал. журн. – 1998. – № 2. – С. 48–59.
5. Allison, I. D. MINTEQA 2 PRODEFA 2. A Geochemical Assessment Model for Environmental Systems: Version Z.O. User's Manual VS Environmental Protection Agency / I. D. Allison, D. S. Brown, K. I. Novo-Gradac. – 1990. – P. 278.

УДК 550.4:551.4(476)

О. А. КЛИМОВИЧ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: olga_mazec@mail.ru

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ПОЙМЫ Р. МУХАВЕЦ В ЧЕРТЕ Г. БРЕСТА

Пойма – это достаточно сложный природный комплекс, компоненты которого взаимосвязаны и имеют высокую степень зависимости друг от друга. Для нее характерна определенная геолого-геоморфологическая структура, которая в свою очередь детерминирует особенности почвенного и растительного покрова.

Городские территории на современном этапе испытывают высокую антропогенную нагрузку, в результате чего отмечается загрязнение всех компонентов природного комплекса – почвы, водных объектов, биоты. Основными загрязнителями являются промышленные предприятия, автотранспорт, тепловые электростанции, свалки, добыча полезных ископаемых. Следует учесть, что происходит не только загрязнение, но и нарушение структуры и целостности почвенного покрова, биоты. Одними из основных загрязняющих веществ являются тяжелые металлы (ТМ) и нефтепродукты.

Брест не является крупным промышленным центром, причем практически все промышленные мощности сконцентрированы в пригородной зоне либо на окраине города. Основное влияние на пойменную территорию р. Мухавец оказывают жилая застройка и транспорт. Следует отметить, что в непосредственной близости к самому руслу, параллельно ему, расположены две автомобильные дороги, которые круглосуточно имеют высокие нагрузки. Это связано с транзитным и приграничным положением. Также в пределах исследуемой территории расположены одна железнодорожная ветка и пересекающий русло железнодорожный мост.

Определение содержания органического вещества, а также показателей влажности, зольности, кислотности проводилось в 50 образцах почвенных проб, отобранных в выделенных фациях поймы р. Мухавец в черте г. Бреста (рисунок 1).

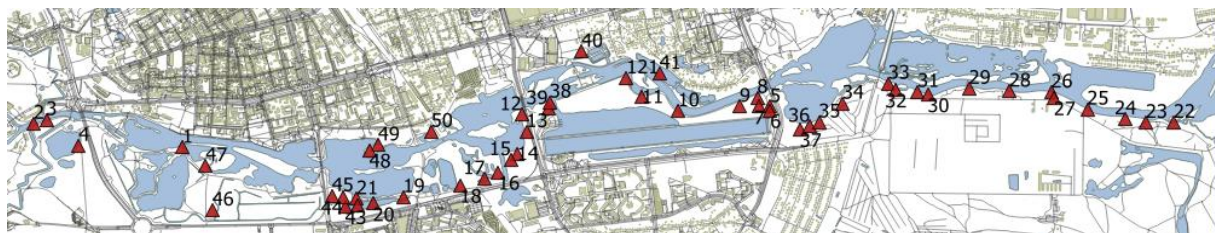


Рисунок 1 – Схема отбора почвенных образцов в пойме р. Мухавец г. Бреста

Данные химико-аналитических исследований образцов показывают варьирование pH_{KCl} почв от 3,59 до 7,77, т. е. от сильно кислых до слабощелочных. Показатель кислотности – слабощелочной (pH_{KCl} – 7,1–8,0), у 15 отобранных почвенных образцов (30 %) средний показатель кислотности – 6,09 (нейтральный). Согласно [4; 9], для нарушенных почв Беларуси фоновый показатель реакции почвенной среды составляет 4,21–5,8. Величина кислотности корнеобитаемого слоя городских почв колеблется в широких пределах, но преобладают почвы с нейтральной и слабощелочной средой [2–5].

В большинстве случаев реакция среды антропогенных почв выше, чем природных [1; 2; 6]. Высокую щелочность почв большинство авторов [4; 5; 7] связывают с попаданием в почву через поверхностный сток и дренажные воды хлоридов кальция и натрия, а также других солей, которыми посыпают тротуары и дороги зимой. Другой причиной является высвобождение кальция из различных обломков, строительного мусора, цемента, кирпича и пр., имеющих щелочную реакцию, а также поступление в почвы взвешенных частиц из воздуха (пыли).

Содержание органического вещества в городских почвах варьирует в широком диапазоне и зависит от содержания органических остатков в почве, а также от способа их эксплуатации и ухода за ними [7]. Изменение количества органического вещества в почве происходит с глубиной и может быть как постепенное, так и скачкообразное.

Интервал колебаний содержания органического вещества в верхних слоях городских почв – от 1 % до 8 % и более [2]. Согласно проведенным исследованиям почвенных образцов из пойменных ландшафтов г. Бреста, процентное содержание органического вещества в почвах варьирует от 0,33 % до 19,6 %, среднее значение – 4,39 %. Минимальное значение содержания органического вещества наблюдается в образцах по гранулометрическому составу песчаных и супесчаных (вблизи ж/д и а/д насыпей, возвышения и песчаные насыпи и др.), максимальное – у почвенных образцов, отобранных на заболоченных территориях или на территориях с луговой растительностью, а также на участках с древесно-кустарниковой растительностью лиственных пород.

Определение валовой концентрации тяжелых металлов и массовой доли нефтепродуктов производилось в 18 почвенных образцах, отобранных в пойме (рисунок 2). Выбор участков исследования был обусловлен их размещением относительно источников воздействия. Для пойменной территории Бреста это близость линейных инженерных сооружений (железнодорожные мосты и дороги, автомобильные мосты и дороги), жилая застройка (многоквартирная и усадебная) и места массового отдыха. Количество крупных промышленных предприятий в пределах поймы незначительно. В первую очередь это «Брестская ТЭЦ», а также речной порт г. Бреста и ОАО «Цветотрон» (производство электроники; реорганизация и частичное закрытие предприятия). Также был произведен отбор в местах массового отдыха населения. В качестве контрольной точки был выбран участок на территории биологического заказника местного значения «Брестский» (точки № 13, 14).

Анализ полученных данных показывает, что концентрация кадмия в исследованных образцах не превышает санитарно-гигиенический норматив [38] и находится в пределах фоновых значений. В 28 % образцов (участки отбора № 5, 6, 8, 14, 15) концентрации кадмия превышают фон в 1,5–2,7 раза. При этом в 5 из 18 отобранных образцов содержание металла ниже чувствительности метода.

Из 18 образцов у трех (№ 6, 7, 18) наблюдается превышение, по сравнению с ПДК, концентрации свинца, в 1,4, в 7,3 и в 4 раза соответственно, что свидетельствует о низкой степени загрязнения почв на данных участках. Загрязнение почв в образце № 18 (128,8 мг/кг) объясняется его расположением на территории ОАО «Цветотрон» (выпуск электроники). Превышение концентрации в образце № 7 (232,65 мг/кг) объясняется близостью железнодорожного полотна и особенностями рельефа (точка отбора расположена на пониженном участке, относительно железнодорожного полотна). В образце № 6 (44,54 мг/кг) превышение незначительное и нетипично для данной территории (усадебная застройка, огород). Превышение относительно фона в 1,1–21,4 раза наблюдается в 61 % отобранных проб.

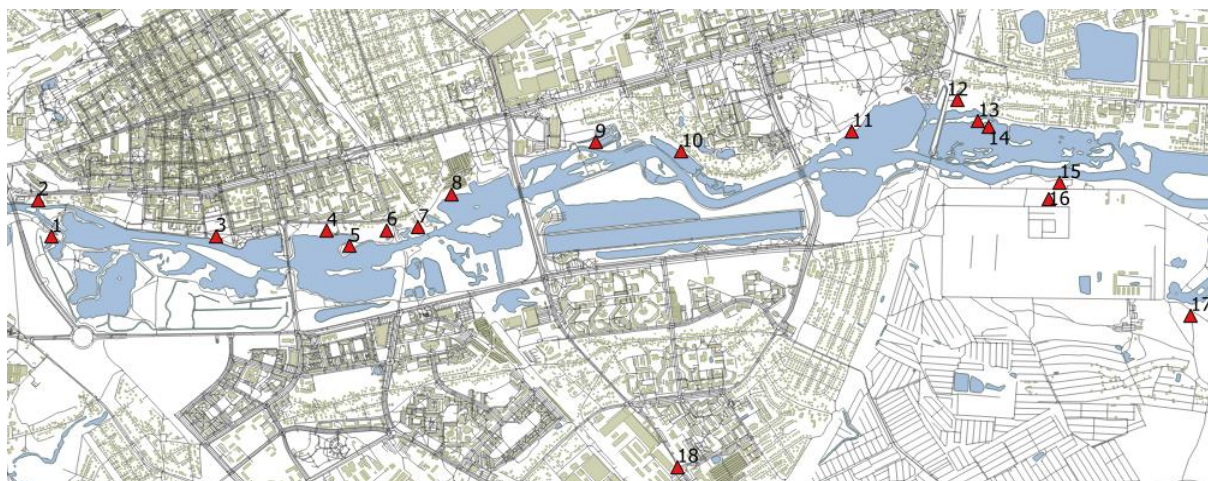


Рисунок 2 – Схема отбора почвенных образцов в пойме р. Мухавец г. Бреста

Цинк является одним из основных загрязняющих веществ почвы поймы р. Мухавец. Оценка полученных данных показала, что превышение концентрации цинка наблюдается в трех образцах из 18 (№ 6, 7, 8) в 1,3 раза, в 1,0 и 1,9 раза соответственно. Эти точки имеют непосредственную близость к старой усадебной застройке или расположены в локальном понижении рельефа относительно окружающей территории с усадебной застройкой. Сравнение содержания цинка в исследованных образцах с показателем фонового значения показывает увеличение его содержания в 66,7 % образцов при превышении фона в 1,2–9,8 раза.

Показатели валового содержания меди практически во всех образцах находятся в пределах гигиенических нормативов, при этом в 66,7 % образцов содержание данного элемента ниже фоновой величины. Исключение составляют почвенные образцы № 6 и № 8, содержание меди в которых превышает ОДК в 1,1 раза и 1,9 раза соответственно, что объясняется близостью к железнодорожному полотну. Превышение фонового показателя в 1,0–11,5 раза отмечено в шести исследованных образцах, источником загрязнения которых является автомобильная дорога, находящаяся на существенном повышении рельефа. Загрязняющие вещества вместе с поверхностным стоком и аэрогенным переносом попадают на нижележащие пойменные территории.

Концентрация никеля относительно показателя ПДК не превышена ни в одном из образцов. По сравнению с фоном, накопление элемента отмечено в образцах № 5 и № 8 из восемнадцати, превышение составило 1,5 раза и 3,2 раза соответственно, при этом в последнем случае превышение объясняется близостью гаражного кооператива большой площади.

Оценка содержания в почвах нефтепродуктов выявила их накопление в 77,8 % отобранных образцов, при этом превышение над фоном составило от 1,1 до 3,2 раза. Загрязнение нефтепродуктами отмечено только в образце № 7, где их концентрация превысила ПДК в 1,1 раза. Это обусловлено тем, что данный образец был отобран на участке поймы вблизи железной дороги.

На трех исследованных участках отмечено полиэлементное загрязнение почв с низкой степенью загрязнения. На участке № 6 вблизи расположения усадебной застройки ассоциация элементов-загрязнителей представлена: Pb1,4 – Zn1,3 – Cu1,1. На участке № 7, попадающем в зону воздействия железнодорожного транспорта, загрязнение почв сформировано следующей ассоциацией загрязняющих веществ:

Pb_{7,3} – Hg_{1,1} – Zn_{1,0}. Участок № 8 характеризуется следующей ассоциацией элементов: Zn_{1,9} – Cu_{1,9}. На участке в зоне воздействия ОАО «Цветотрон» основным элементом – загрязнителем пойменных почв является свинец, концентрация которого достигает 4,0 ПДК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савченко, С. В. Воздействие городов Беларуси на эколого-геохимическое состояние пойменных экосистем / С. В. Савченко // Экологические и метеорологические проблемы больших городов и промышленных зон : материалы междунар. науч. конф. – СПб., 2002. – С. 57–59.
2. Хомич, В. С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В. С. Хомич, С. В. Какарека, Т. И. Кухарчик. – Минск : Минсктиппроект, 2004. – 260 с.
3. Городская среда: геоэкологические аспекты : монография / В. С. Хомич [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 301 с.
4. Гантимуров, И. И. К вопросу о метаморфозе почв городов по данным наблюдений в г. Новосибирске / И. И. Гантимуров // Охрана природы на Урале. – Свердловск, 1966. – Вып. V. – С. 45–52.
5. Лепнева, И. И. Тяжелые металлы в почвах и растениях территории МГУ / И. И. Лепнева, А. И. Обухов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 7, Почвоведение. – 1987. – № 1. – С. 36–42.
6. Смяян, Н. И. Классификация почв / Н. И. Смяян, И. Н. Соловей, Т. А. Романова // Почвы Белорусской ССР. – Минск, 1974. – Гл. 10. – С. 83–86.
7. Почвы и техногенные поверхностные образования в городских ландшафтах : монография / Г. В. Ковалева [и др.]. – Владивосток : Дальнаука, 2012. – 159 с.
8. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoinfo.by/uploads/archive/Book2015/1-soil-25-11.pdf>. – Дата доступа: 22.12.2017.
9. Петухова, Н. Н. Геохимия почв Белорусской ССР / Н. Н. Петухова. – Минск : Наука и техника, 1987. – 231 с.

УДК 550.4:504.5(476)

Ю. Г. КОКОШ, С. В. КАКАРЕКА, М. А. КУДРЕВИЧ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: y-kokosh@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ТРЕНДОВ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. МИНСКА

Необходимость изучения атмосферных осадков и снежного покрова обусловлена рядом факторов. Химический состав осадков является интегральной характеристикой загрязнения приземного слоя атмосферы. Атмосферные осадки составляют основную часть атмосферных выпадений (нагрузок), определяя состояние почвенного покрова, экосистем и, во многом, поверхностных вод; через эти компоненты они оказывают влияние на здоровье человека. Атмосферные осадки являются эффективным индикатором загрязнения атмосферного воздуха, позволяющим существенно повысить простран-

ственную плотность информации о состоянии воздушной среды, полученную с помощью отбора проб воздуха на стационарных постах.

В зимний период атмосферные осадки выпадают в твердом виде. Снежный покров обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения вод и почв. Отбор проб снежного покрова прост и не требует сложного оборудования по сравнению с отбором проб воздуха [1].

Объекты и методы. В 1999 г. Институтом природопользования НАН Беларуси организована площадка наблюдения за химическим составом атмосферных осадков и снежного покрова. Экспериментальная площадка располагается в черте г. Минска на территории института (рисунок).

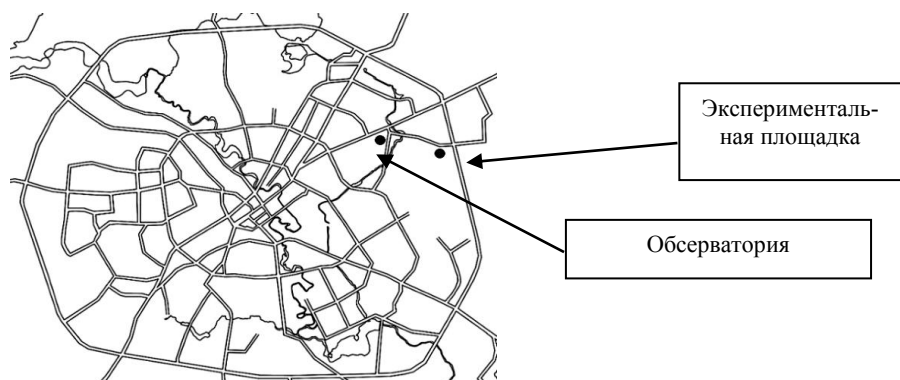


Рисунок – Расположение экспериментальной площадки по изучению атмосферных осадков

Задачи наблюдений – изучение динамики компонентов химического состава атмосферных осадков и снежного покрова во взаимосвязи с метеоусловиями, оценка интенсивности атмосферных выпадений.

При выборе площадки учитывались рекомендации ГСА (Глобальной службы атмосферы) [2] и программы ЕМЕП (Совместной программы мониторинга и оценки дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ в Европе) [3], предъявляемые к размещению станций мониторинга. Участок ровный, покрыт естественной зеленью, на расстоянии от зданий и сооружений для исключения эффектов сквозняка и ветровой тени. Кроме того, учитывалось расстояние от крупных источников выбросов и автодорог, поскольку проба должна характеризовать химический состав осадков на большой территории.

На площадке параллельно проводятся наблюдения за метеоусловиями, количеством выпадающих осадков, изучается динамика мощности снежного покрова, проводится контроль химического состава атмосферных осадков и снеговых вод. Отбираются суммарные и единичные пробы атмосферных осадков. Суммарная проба включает осадки, объединенные за некоторый промежуток времени: месяц, неделю, сутки. Основной период, за который отбираются пробы осадков, в соответствии с рекомендациями программы ЕМЕП – неделя.

Методом отбора единичных проб опробуются отдельные дожди и снегопады. Если осадки выпадали с небольшим перерывом (менее 1 часа) и при неизменной облачности, их отбирали в один сосуд; при перерыве более 1 часа осадки собираются как отдельные пробы.

Опробование атмосферных осадков проводится при помощи осадкомера конструкции NILU. Для исключения значительного влияния испарения в период накопления пробы в теплое время года использовался летний вариант осадкосборника.

Химический состав снежного покрова определяется путем отбора проб в зимний период 1–3 раза в неделю на территории опытной площадки. Пробы снега отбираются послойно и параллельно. Параллельные пробы относятся к одинаковому периоду, каждая проба из группы отобрана в случайно выбранной точке исследуемой площадки. Послойный отбор проб снежного покрова позволяет получить динамику загрязнения за зимний сезон, а проба по всей толщине дает представление о загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы.

Химико-аналитические испытания проб. При проведении химических испытаний проб осадков использованы действующие технические нормативные правовые акты Республики Беларусь (ТНПА) и методики выполнения измерений (МВИ), прошедшие аттестацию и предназначенные для применения в сфере законодательной метрологии, а также средства измерения и испытательное оборудование, прошедшее поверку и калибровку. Контроль качества выполняемых измерений проводился в соответствии с принятой в лаборатории процедурой внутреннего контроля качества и рекомендациями программ ГСА и ЕМЕП (на основе вычисления ионного баланса), а также участвуя в лабораторных сличительных (сравнительных) испытаниях, проводимых Центром обеспечения качества и научной деятельности ГСА [4].

Содержание хлоридов определялось титриметрическим методом с нитратом серебра (СТБ 17.13.05-39-2015), гидрокарбонат-ионов – титриметрически с использованием тетраборнокислого натрия (ГОСТ 31957-2012), сульфатов – турбидиметрически (СТБ 17.13.05-42-2015), натрия и калия – методом пламенной фотометрии (МВИ.МН 2140-2004), кальция и магния – титриметрически (СТБ 17.13.05-46-2016) и методом атомно-абсорбционной спектроскопии, величина рН определялась потенциометрическим методом (СТБ ISO 10523-2009), удельная электропроводность – с использованием кондуктометра.

В некоторых пробах также выполнялось определение тяжелых металлов (методами ICP-MS и AAS), формальдегида (фотометрическим методом с фенолгидразинхлоридом).

Всего за период исследований с 1999 по 2020 г. на экспериментальной площадке во дворе Института природопользования НАН Беларуси отобраны и проанализированы 990 проб атмосферных осадков и 194 пробы снежного покрова (за период с 2005 по 2020 г.).

Обработка данных и результаты. Данные результатов химического анализа проб атмосферных осадков и снежного покрова, а также наблюдений за метеоусловиями и состоянием снежного покрова были сформированы в базу данных. База данных создана в MS-Access 2007 и MS Excel.

На основании результатов химико-аналитических испытаний рассчитаны среднегодовые и среднемесячные концентрации компонентов химического состава атмосферных осадков и выпадения за период исследований, общее изменение содержания компонента и выпадений за указанный период, а также средняя скорость изменения содержания. Рассчитаны также потенциал закисления среды и его изменение. Полученные результаты коррелируют с данными, полученными ближайшей метеостанцией Минск.

Оценена связь содержания компонентов химического состава атмосферных осадков с объемом выпавших осадков. Выявлена обратная зависимость содержания основных ионов от количества осадков; наиболее тесная связь характерна для сульфат-ионов, наименьшая – для ионов аммония.

Охарактеризованы тенденции изменения уровней содержания основных компонентов химического состава атмосферных осадков на территории г. Минска за 20-летний период на основе анализа результатов мониторинга химического состава атмосферных осадков на экспериментальной площадке. В частности, выявлен нисходящий тренд содержания серы и азота, сочетающийся с восходящим трендом кислотности осадков. Сокращение поступления закисляющих соединений ведет к снижению потенциала закисления среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Какарека, С. В. Изучение химического состава атмосферных осадков и снежного покрова на урбанизированных территориях (на примере г. Минска) / С. В. Какарека, О. Е. Белькович, В. Н. Чудук // Вестн. БГУ. Сер. 2. – 2010. – № 1. – С. 90–94.
2. Manual for the GAW precipitation chemistry programme [Electronic resource] // QA/SAC – Americas. – Mode of access: https://s3.us-east-2.amazonaws.com/envirovantage/GAW-PrecipChemManualNo160_Ammended15Oct2015.pdf. – Date of access: 24.05.2021.
3. EMEP manual for sampling and chemical analysys. Norwegian Institute for Air Research, 1996. European Sustainable Cities: Report by the Expert Group on the Urban Environment. – Brussels, 1996. – 306 p.
4. Quality Assurance/Science Activity Centre – Americas [Electronic resource]. – Mode of access: <https://qasac-americas.org/study-results>. – Date of access: 24.05.2021.

УДК502/504.53.062.4

А. П. КОЛБАС¹, Н. Ю. КОЛБАС¹, Е. А. ЧЕТЫРБОК¹, М. А. ПАСТУХОВА²

¹Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

²Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси
E-mail: kolbas@brsu.by

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ-КАНДИДАТОВ И МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ ФИТОРЕМЕДИАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА В УСЛОВИЯХ ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Актуальность. В настоящее время в результате активной антропогенной деятельности происходит загрязнение окружающей среды значительным количеством разнообразных поллютантов. Наиболее опасными по токсичности и степени распространения загрязнения являются тяжелые металлы (ТМ) [1].

Особую роль в очищении почвы от токсикантов играет фиторемедиация, использующая метаболический потенциал растений и микроорганизмов. Применение биологических методов восстановления почвы обеспечивает экологическую безопасность и экономическую выгоду. В связи с этим актуальным является изучение процессов восстановления загрязненных почв с использованием различных растений-фиторемедиантов [2].

Цель исследования – оценить накопительные способности растений при выращивании их на почвах при умеренном загрязнении ТМ из отходов аккумуляторного предприятия. Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ Х19Б-003

«Фиторемедиация почв в условиях полиэлементного загрязнения территории тяжелыми металлами».

Материалы и методы. Для проведения исследования использовали условно чистую почву с приусадебного участка в г. Бресте и свинцовую золу из ООО «Белинвестторг-сплав» г. Белоозерска с заранее определенным содержанием ТМ (таблица) в концентрациях 1–5 %, т. к. при этих значениях в предварительных опытах выживало большинство кандидатов.

В качестве тестовых культур использовали клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L., мутантная линия 1/67-35-190-04), сельфию пронзеннолистную (*Silphium perfoliatum* L.), сорго зерновое (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) и фестулолиум (*Festulolium*). Выбор объектов обусловлен высокой скоростью роста и индикативностью к полиэлементному загрязнению, выявленными в предыдущих исследованиях.

Таблица – Содержание ТМ в почве и свинцовой золе

Проба	Содержание относительно ПДК					
	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn
Свинцовая зола	2465,6	474,4	60,8	51,5	16,2	0,7
Условно чистая почва	0,2	0,0	0,1	0,3	0,1	0,1

Примечание – ПДК – предельно допустимая концентрация.

Растения выращивались в горшочечном эксперименте в климатизированном помещении Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина [3]. Побеги и корни каждого растения были промыты в дистиллированной воде, была измерена масса и длина органов. На приборе SOLAAR MkII M6. DoubleBeam AAS в Государственном научном учреждении «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси» методом атомно-абсорбционной спектроскопии было определено содержание ТМ.

Также был протестирован ряд почвенных мелирантов и их смесей, а также регуляторы роста стероидной и гуминовой природы.

Результаты исследований. Наилучшим образом эффективность фитоэкстракции показывает параметр минераломассы растений (ММ) – произведение массы растений и концентрации ТМ в них. Ввиду крайне малых значений ММ по разным культурам на графике мы не приводим данные по Cd, Ni, Co, Cr. Анализ данного показателя выявил, что лидирующее положение по накоплению как надземными, так и подземными органами принадлежит подсолнечнику, далее следует сельфия (рисунок 1).

Следует отметить значительный вынос подземными органами Fe, а надземными органами – Zn, Mn, Fe – важнейших элементов минерального питания растений. Pb – преобладающий по количеству элемент свинцовой золы – выносится достаточно слабо, что связано с его слабой биофильностью. Отмечается способность подсолнечника и других биомассовых культур перемещать в надземные части значительные количества Zn и Mn.

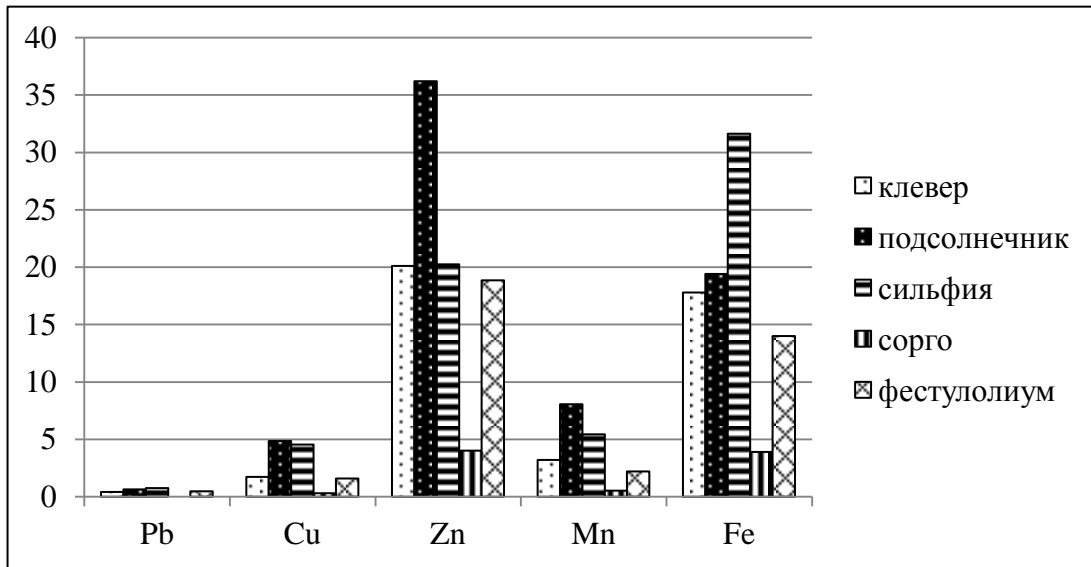


Рисунок 1 – Вынос ТМ (минералломасса) надземными органами (в мкг/раст)

Рейтинг по суммарному выносу металлов (рисунок 2) подтвердил, что лучший показатель имеет подсолнечник. Также подсолнечник имеет тенденцию к большему накоплению элементов в корнях и обладает возможностью переноса их в побеги. Наименьшую способность к выносу ТМ показало сорго.

Было отмечено, что при высоком внешнем уровне ТМ, чувствительные к ТМ растения содержат больше металлов в побегах, чем устойчивые к ТМ растения, что было нами отмечено и ранее [3]. Это позволяет высказать мнение, что чувствительные растения транспортируют больше ионов из корней в побеги, чем толерантные.

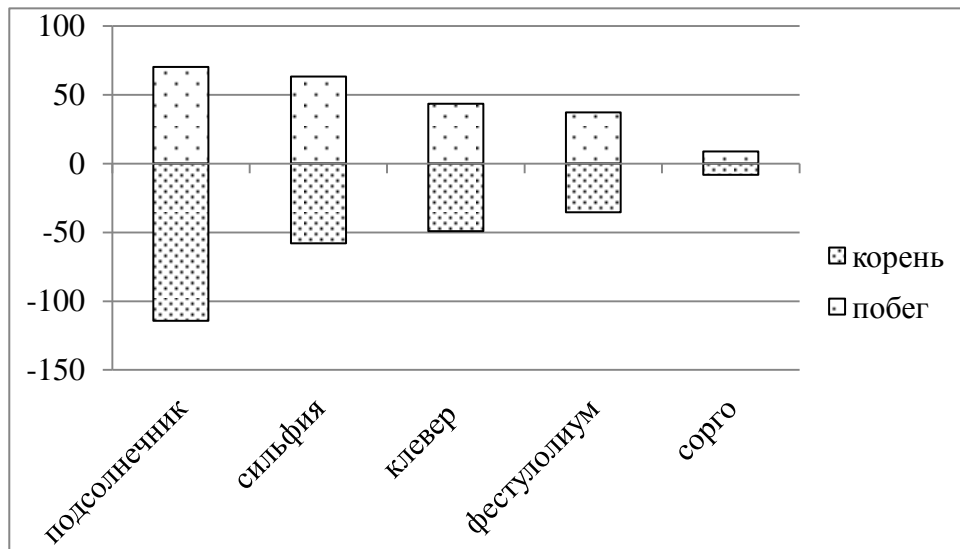


Рисунок 2 – Суммарный вынос металлов (ММ) надземными и подземными органами (мкг/раст)

Этот ограниченный транспорт ТМ в побеги толерантных растений может объяснить их устойчивость.

Относительно применения почвенных добавок при умеренном полиэлементном загрязнении почв прослеживаются тенденции к большей отзывчивости биомассовых

культур к монодобавкам (компост, дефека́т) и в меньшей степени к смесям (компост и доломит). В то же время при среднем уровне загрязнения роль смешанных добавок возрастает у фестулолиума и сорго).

При использовании регуляторов роста для трав, выращиваемых на участках с низким уровнем загрязнения, хорошую эффективность показали большинство стимуляторов, максимальные приросты (более 150 %) зафиксированы для сульфопроизводного эпибрасинолида 960 и гуминовых соединений. При использовании регуляторов на землях со средним уровнем загрязнения большую стрессоустойчивость растениям придавали эпин и его производное 960. Клевер оказался отзывчив ко всем обработкам

Заключение. Была проведена предварительная оценка накопления растениями ТМ при выращивании их на почвах, загрязненных ТМ. Анализ выноса элементов по ММ выявил, что лидирующее положение по накоплению как надземными, так и подземными органами принадлежит подсолнечнику, далее следует сельфия. Данные растения могут быть рекомендованы для фитоэкстракции ТМ при полиэлементном загрязнении почв для их эффективной фиторемедиации. Клевер и фестулолиум могут быть рекомендованы как культуры, пригодные для фитостабилизации. Также выявлены почвенные мелиоранты и регуляторы роста, увеличивающие эффективность фиторемедиации.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта БРФФИ-БРЕСТ Х19Б-003 «Фиторемедиация почв в условиях полиэлементного загрязнения территории тяжелыми металлами» № 20200202.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдова, С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасова. – М. : Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.
2. Прасад, М. Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами / М. Н. Прасад // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, № 5. – С. 764–780.
3. Copper phytoextraction tandem with oilseed production using commercial cultivars and mutant lines of sunflower / A. Kolbas [et al.] // International Journal of Phytoremediation. – 2011. – Nr 13, suppl. 1. – P. 55–76.
4. ISO 2005 Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora // Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants. Part 2. – Geneva, 2005.

УДК 582.998.1:[581.142+581.143.28]

**К. М. КОЛИСНЫК, Н. Б. КРАВЕЦ, Л. Р. ГРИЦАК, И. В. ЧАЙКА,
И. А. БОГАТЮК, Н. М. ДРОБЫК**

Украина, Тернополь, ТНПУ имени Владимира Гнатюка
E-mail: kolisnyk@chem-bio.com.ua

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН
CARLINA ONOPORDIFOLIA BESSER EX SZAFER, KULCZ. ET PAWL,
CARLINA CIRSIOIDES KLOKOV И CARLINA ACAULIS L.
В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

Сохранение флористического разнообразия является одной из наиболее важных проблем современности. Прогрессирующие показатели динамики уничтожения растений сопровождаются элиминацией их популяций и фрагментацией ареалов. Вследствие

этого бесследно исчезает значительное количество ценных видов растений, консортивно связанных с другими компонентами экосистем. Гибель этих видов имеет катастрофические последствия для биосферы. Поэтому поиск и использование системных механизмов сохранения редких видов растений являются ключевым заданием современной науки по охране природы [1].

Особое внимание уделяется редким и исчезающим лекарственным видам растений. Сокращение их природных запасов происходит в связи с прогрессирующим ухудшением экологических условий и разных форм антропогенного воздействия на природные фитоценозы, в том числе и заготовка лекарственного сырья. К таким растениям принадлежат виды рода *Carlina* L., два из которых занесены в Красную книгу Украины (2009) и имеют статус уязвимых, а именно: колючник татарниколистный – *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł и колючник осотоподобный – *Carlina cirsioides* Klokov. Сокращается ареал и регионально редкого вида *Carlina acaulis* L. [2; 3].

В корнях этих видов растений синтезируются ценные с фармакологической точки зрения биологически активные вещества (БАВ), имеющие хорошо выраженные бактерицидные и фунгистатические свойства, препятствующие развитию ряда микроорганизмов [4]. Благодаря этим БАВ препараты на основе колючников используют в медицине для лечения нарушений функций нервной деятельности. Особенность этих препаратов состоит в том, что они не вызывают побочных эффектов, а их воздействие на нервную систему подобно влиянию витамина B₂ [5].

Вследствие сокращения ареалов лекарственных видов рода *Carlina* актуальным является их введение в культуру *in vitro*. Использование биотехнологических методов и подходов позволит сохранить их генофонд и получить альтернативный источник их лекарственного сырья в виде культур тканей.

Целью исследования было разработать биотехнологические методы введения в культуру *in vitro* растений видов рода *Carlina*, а также изучить динамику прорастания их семян на протяжении года. Согласно поставленной цели необходимо было реализовать следующие задания: разработать схему стерилизации семян; изучить динамику прорастания семян на протяжении года; подобрать условия для эффективного их проращивания; получить стерильные растения *C. onopordifolia*, *C. cirsioides* и *C. acaulis*.

Для введения в культуру *in vitro* растений этих видов использовали семена *C. cirsioides* и *C. onopordifolia*, собранные на г. Голица (с. Гутиско, Бережанский район, Тернопольская область, Украина, 295 м н.у.м), и семена *C. acaulis* (с. Лазещина, Раховский район, Закарпатская область, Украина, 714 м н.у.м.). Для получения асептических растений из семян видов *C. acaulis*, *C. onopordifolia* и *C. cirsioides* разработана следующая схема их стерилизации: обработка раствором детергента на протяжении 30 мин.; промывание проточной водой; предпосевное замачивание в растворах, стимулирующих прорастание семян (гиббереллиновой кислоте (ГК₃), концентрация – 100–1000 мг/л, индолилмасляной кислоте (ИМК), концентрация – 1000 мг/л) на протяжении 2–24 часов; промывание проточной водой; предварительная стерилизация 96 %-ным этанолом на протяжении 10 с; 2-кратное промывание дистиллированной водой; замачивание в 15 %-ном растворе H₂O₂ на протяжении 35 мин.; 2-кратное промывание стерильной дистиллированной водой. Простерилизованные семена высаживали в стерильные чашки Петри на агаризованную питательную среду Мурасиге – Скуга (МС) [6] с уменьшенным в два раза содержанием макро- и микросолей (МС/2) без регуляторов роста. Проращивали семена при освещении 2000 лк, температуре +20 – +22 °С, влажности 80 %.

Согласно литературным данным, время года влияет на всхожесть семян. Закономерные изменения физических явлений (освещение, температура, влажность и т.п.) на протяжении года эволюционно закрепляют годовой биологический ритм прорастания семян [7; 8]. Вследствие формирования такой адаптации виды приспособились к прорастанию в наиболее благоприятное время года. При этом отдельные исследователи отмечают, что в природных условиях семена колючников могут прорасти без периода покоя [8]. В лабораторных условиях свежесобранные семена изученных видов не прорастали. Для повышения показателей всхожести семян в условиях *in vitro* их часто обрабатывают ГК₃ [9]. Согласно полученным нами результатам исследований, предпосевная обработка семян исследуемых видов раствором ГК₃ (100–1000 мг/л) не повышает их коэффициенты всхожести и показатели энергии прорастания, по сравнению с контролем. Более положительные результаты получены при использовании раствора ИМК (1000 мг/л). Предпосевное выдерживание семян в растворе ИМК на протяжении 2–4 часов позволяет увеличить уже в октябре коэффициент их всхожести до 87,5 % (у видов *C. cirsioides* и *C. acaulis*) и 91 % (вид *C. onopordifolia*) (рисунок). Несмотря на то что каждый вид характеризуется своими биологическими ритмами прорастания семян на протяжении года, их объединяет общая закономерность – более низкие показатели прорастания семян в зимний период: для *C. cirsioides* – 42,9 %, *C. onopordifolia* – 66,7 %, а для *C. acaulis* – 57,1 %. Кроме того, в этот период увеличивался процент инфицирования семян до 7,8 %, а первые всходы появляются лишь на 12–16-е сутки после высаживания. В весенний и осенний периоды семена всех видов прорастали уже на 7–9-е сутки. Более длительная стерилизация (40 мин.) 15 %-ным раствором H₂O₂ в зимний период уменьшала показатель контаминации семян на 2,1 %, но сопровождалась снижением коэффициента всхожести на 9,2 %.

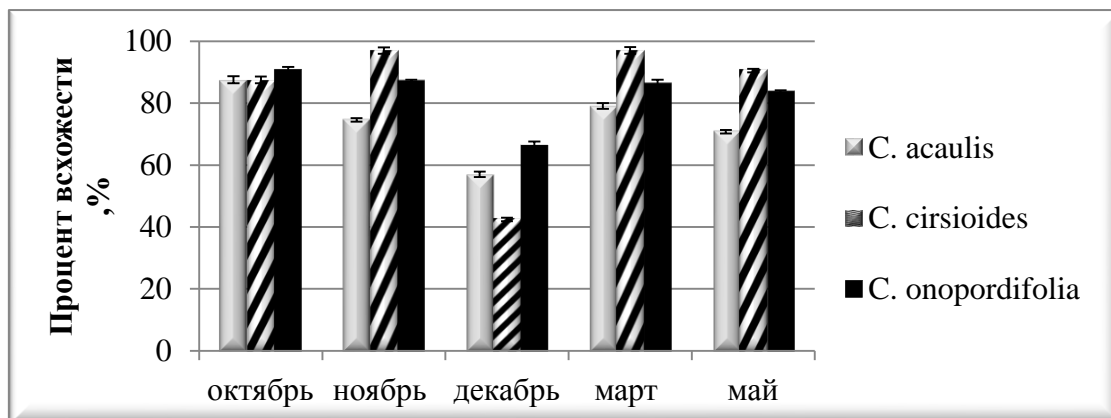


Рисунок – Динамика прорастания семян видов *C. cirsioides*, *C. onopordifolia* и *C. acaulis in vitro*

Результаты наших исследований биологических ритмов прорастания семян видов рода *Carlina* подтверждают данные, полученные другими учеными [7]. Согласно их данным, существуют значительные колебания показателей всхожести семян всех видов *Carlina* на протяжении года. Наиболее высокие коэффициенты отмечают в ранневесенние и осенние месяцы, а наиболее низкие – в летний и зимний периоды.

Таким образом, нами подобраны условия для проращивания семян растений *C. onopordifolia*, *C. acaulis* и *C. cirsioides*. Показано, что оптимальным периодом для прорастания семян всех видов рода *Carlina* являются весенние и осенние месяцы.

Наиболее высокие показатели всхожести семян *C. onopordifolia* и *C. acaulis* были в октябре – 91 % и 87,5 % соответственно, а для растений *C. cirsioides* – в марте (97 %). Выявлено существование общей закономерности для исследованных видов – более низкие показатели прорастания семян в зимний период, не превышающие: для *C. cirsioides* – 42,9 %, *C. onopordifolia* – 66,7 %, а для *C. acaulis* – 57,1 %. В этот период возрастает и количество инфицирования посевного материала до 7,8 %, что в комплексе указывает на нецелесообразность проращивания семян видов рода *Carlina* в это время года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попович, С. Ю. Раритетне дендрорізноманіття: проблематика та охорона / С. Ю. Попович, О. М. Корінько // Рослинний світ у Червоній книзі України: реалізація глобальної стратегії збереження рослин : матеріали Міжнар. наук. конф. – Київ : Альтерпрес, 2010. – С. 41–46.
2. Особливості вкорінення *in vitro* рослин деяких видів роду *Carlina* L. / Н. Б. Кравець [та ін.] // Фактори експериментальної еволюції організмів. – 2017. – Т. 20. – С. 215–220.
3. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. – Київ : Глобалконсалтинг, 2009. – 912 с.
4. Собко, В. Г. Фітораритети України у Світовому Червоному списку / В. Г. Собко. – Київ : Укр. фітосоціол. центр, 2005. – 156 с.
5. Мацку, Я. Атлас лекарственных растений / Я. Мацку, И. Крейча. – Братислава : Веда, 1981. – 418 с.
6. Murashige, T. A Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. A. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant.* – 1962. – Vol. 15, № 13. – P. 473–497.
7. Зеленчук, А. Т. Особенности семенного размножения и возобновления *Carlina onopordifolia* (Asteraceae) в условиях Западной Подолии / А. Т. Зеленчук // Ботан. журн. – 1985. – Т. 70, № 4. – С. 500–507.
8. Зеленчук, Т. К. Насінне розмноження та поновлення *Carlina cirsioides* Клок. на Західному Поділлі / Т. К. Зеленчук, А. Т. Зеленчук // Укр. ботан. журн. – 1987. – Т. 44, № 2. – С. 17–20.
9. Николаева, М. Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М. Г. Николаева, М. В. Разумова, В. Н. Гладкова. – Л. : Наука, 1985. – 347 с.

УДК 911.3(476)

С. В. КОРЖЕНЕВИЧ

Беларусь, Пинск, Пинский колледж БрГУ имени А. С. Пушкина
E-mail: KSV1974@tut.by

АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ В КОНТЕКСТЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Выделение Припятского Полесья как региона опирается на интегральное природно-хозяйственное районирование, в котором за основу принимается физико-географическое районирование и по выделенным таксонам характеризуется хозяйство.

Смысл такого районирования – показать связь производства и населения с природными условиями и размещением природных ресурсов. Анализ динамики социально-демографических процессов в Припятском Полесье за последние десятилетия свидетельствует о том, что причинами трансформационных процессов населения являются не только изменения в социально-экономической системе, но и значительное антропогенное воздействие на регион, которое в той или иной степени оказало влияние на его развитие. В этой связи можно выделить причины как регионального характера (последствия осушительной мелиорации, загрязнение территории радионуклидами), так и локального (функционирование военного полигона в Столинском районе). Относительная независимость данных процессов требует более детального их рассмотрения.

Мелиоративные работы на территории Белорусского Полесья начали проводиться во второй половине XIX в., их осуществляла Западная экспедиция во главе с И. И. Жилинским (1873–1902 гг.) [1, с. 11]. В частности, в границах современного Пинского района мелиоративные работы проводились на Молодельчицкой казенной даче, возле сельских населенных пунктов Поречье и Жолкино. О проведенных мелиоративных мероприятиях на территории нынешнего Столинского района свидетельствует также тот факт, что в р. Ствига впадают несколько старых мелиоративных каналов, которые были построены еще в начале XX в. и находятся на территории Ольманских болот. Крупномасштабная мелиорация, проводимая в 60-х гг. прошлого столетия, не только повлияла на экологическое состояние природных экосистем, но и дала определенный социально-экономический эффект – на мелиорированных землях появились новые совхозы. Это стало причиной ускоренного развития некоторых сельских населенных пунктов, а также и появления новых. На территории Пинского и Столинского районов были созданы совхозы «Парохонский» и «Бережцы» с административными центрами в одноименных сельских населенных пунктах соответственно, на территории Лунинецкого района – «Совхоз имени Ленина» (центр д. Большие Чучевичи) [1, с. 75]. Это повлияло на возрастную-половую структуру данных населенных пунктов (доля лиц дотрудоспособного возраста была выше в сравнении с соседними селами), показатели естественного движения населения (в некоторые годы фиксировался естественный прирост населения).

Достаточно значительным фактором, повлиявшим на социально-демографическую обстановку в регионе, стало загрязнение территории региона радионуклидами вследствие аварии на ЧАЭС. Проведенный анализ демографической ситуации в сельской местности на территории западной части Припятского Полесья позволил выявить одну из причин уменьшения количества сельских населенных пунктов, которая была связана с отселением людей из населенных пунктов, подвергшихся радиоактивному загрязнению (отселены были д. Озерецкая Лунинецкого района и д. Ольшанские Каленки Столинского района) [2, с. 86]. Также стоит обратить внимание, что загрязнение радионуклидами территории Белорусского Полесья в целом и Припятского Полесья в частности было зафиксировано еще в 1960-х гг. При проведении исследований накопления радионуклидов максимальные значения уровней цезия-137 и стронция-90 в рационе сельских жителей БССР и УССР наблюдались на территории Белорусско-Украинского Полесья [3, с. 89]. Одним из косвенных подтверждений такого факта является зафиксированный уровень содержания цезия-137 в молоке.

Строительство военных объектов – ракетных баз, стратегических аэродромов, полигонов – выступает в качестве причины исчезновения сельских населенных пунктов. В этом случае мы можем говорить о так называемой принудительной миграции. Примером может служить отселение жителей деревень Колки, Мерлин, Рубрин, Хра-

пунь в связи со строительством в начале 60-х гг. XX в. военного полигона на территории Столинского района [4, с. 44]. Переселение людей происходило как в населенные пункты непосредственно Столинского района, так и близлежащих, в частности Лунинецкого района (н.п. Полесское). Некоторые жители вынуждены были мигрировать в Казахстан на освоение целинных земель. Функционирование военного полигона существенно повлияло на плотность населения некоторых частей Столинщины, способствовало укрупнению отдельных сельских населенных пунктов (Ольманы, Белоуша, Олшаны и др.) Также значительно усилилась антропогенная нагрузка на Ольманские болота. В этой связи создание в 1998 г. Республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота» будет способствовать сохранению уникальных ландшафтов Припятского Полесья, редких и исчезающих видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Прогнозируя дальнейшую демографическую ситуацию в регионе, следует прежде всего учитывать влияние трансформации возрастной структуры, связанной с эффектом «демографических волн». Количество сельского населения и, соответственно, его удельный вес будут иметь тенденцию к уменьшению. К сожалению, некоторые сельские населенные пункты в ближайшее десятилетие либо останутся без жителей, либо будут представлены населением только старшего трудоспособного возраста в связи с миграционными процессами по направлению «село – город» и естественной убылью населения. В этой связи данный факт может существенно уменьшить воздействие на окружающую среду региона и таким образом способствовать ее определенному улучшению.

Таким образом, социально-демографическая ситуация в западной части Припятского Полесья изменялась не только в результате трансформации социально-экономической системы, но и в результате антропогенного воздействия на регион – осушительной мелиорации, загрязнения радионуклидами, строительства военных объектов. Для дальнейшего устойчивого развития региона необходима разработка комплексной программы, включающая мероприятия экономического, социально-демографического, экологического характера для каждого конкретного административного района.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титов, И. В. Белорусское Полесье глазами современника : очерки воспоминаний и размышлений / И. В. Титов. – Минск : Беларусь, 2008. – 374 с.
2. Сакович, В. С. Белорусское село в 70–90-е годы: миграция населения, трудовые ресурсы / В. С. Сакович ; науч. ред. М. П. Костюк ; НАН Беларуси, Ин-т истории. – Минск, 1997. – 170 с.
3. Марей, А. Н. Глобальное впадение цезия-137 и человек / А. Н. Марей, Р. М. Бархударов, Н. Я. Новикова. – М. : Атомиздат, 1974. – 168 с.
4. Корженевич, С. В. Географические закономерности трансформации населения Белорусского Полесья : монография / С. В. Корженевич. – Пинск : ПолесГУ, 2014. – 125 с.

УДК 631.4

Д. А. КОЧЕТКОВ, Е. Н. КУБЫШКИНА, Г. А. ТАНЧЕВ

Россия, Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет

E-mail: kothetkov@bk.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Почва всегда была фактором расположения населенных пунктов и развития сельскохозяйственного потенциала регионов. На протяжении всего голоцена на территории двух регионов происходила активная антропогенная трансформация почв, вызванная деятельностью человека с самых ранних этапов его проживания. Полученные данные о развитии трансформации в Калужской области и Татарстане позволят более точно решать задачи прогнозирования и оперативного управления почвами в будущем, а сравнивая два разных региона, мы выявим связь влияния человека разными способами на почву.

Вообще антропогенная трансформация почв – это изменение характеристик под влиянием антропогенных факторов [1]. Поэтому под трансформацией почв следует понимать изменения их свойств в сравнении с изначальным состоянием (естественный ландшафт) при неспособности к полному восстановлению этих свойств после прекращения нагрузок.

Два субъекта – два исторических центра, где трансформация шла с самого начала, как человек пришел на данную местность. Спустя тысячелетия человек научился обрабатывать почву механическими приспособлениями, открыл атом и разработал множество способов добычи нефти. Многие достижения человечества, особенно в XX в., отразились на почвенных характеристиках и ландшафтах. Задачи нашего исследования – изучить всю доступную информацию о трансформации почв, как естественной, так и антропогенной, сделать выводы влияния человека на почвы за всю историю его нахождения на рассматриваемой территории. Актуальность исследования заключается в сопоставлении трансформаций почв регионов и уточнении информации об изменениях ландшафтов за последние 100 000 лет.

Первой частью нашего исследования стал поиск по трансформации почв на территории данных регионов до антропогенного воздействия. Основными работами стали работы И. И. Федосеева, Г. И. Рычагова.

Естественная трансформация почв в Калужской области и Татарстана имеет как некоторые отличия, так и сходства. Территория Калужского региона не раз находилась в зоне действия ледников. Валдайское оледенение не дошло до территории Калужской области, но оказало большое влияние на расселение и образование современных долин [2].

В Татарстане влияние на естественные ландшафты ледника минимально. С точки физико-географических процессов нельзя объяснить движение ледников в сторону центральной России по широте Брянск – Курск. По физическим свойствам ледника он должен был двигаться как раз в сторону Приволжской возвышенности, но скорее всего он не смог преодолеть Вятские увалы и смог пройти только западнее, дойдя до среднего течения Дона [2].

Рассмотрев естественное воздействие на ландшафты до расселения человека на север, мы приступили к исследованию антропогенного влияния на почвы Республики Татарстан и Калужской области. Основными источниками стали итоги археологиче-

ских исследований и анализ расселения племен. Территория Калужской области не пострадала от Валдайского оледенения, но чередующиеся потепления, потоки воды от льдов, размывая осадочные породы, сформировали долину р. Оки. 10–12 тыс. лет назад в речной долине образовались плодородные надпойменные террасы [3]. После очередного потепления 10–8 тыс. лет назад установился сухой, теплый климат, приближенный к современному, что способствовало заселению на данных территориях. По данным исследователей, происходили выжигание лесов и распашка территорий, которые в археологических находках явно отражаются. Мы пришли к выводу, что антропогенное воздействие вначале было существенным за счет обильного выжигания и распашки.

В Татарстане была аналогичная ситуация. Древний каменный век сменила эпоха мезолита (VIII–V тыс. до н. э.). Антропогенное влияние незначительное. Люди расселялись, объединялись в группы, но из-за кочевого образа жизни почвы не подвергались воздействию. Но постепенно волосовцы (народ, населявший территорию современного Татарстана) переходили к земледелию и скотоводству, стали осваивать металл. И к началу нашей эры началось антропогенное действие на почвы.

Следующим этапом нашего исследования стало изучение развития сельского хозяйства в Средневековье и Новое время. Сравнивая разницу в десять веков, можно сказать, что сельское хозяйство практически не развивалось. Население в сельской местности росло, больше территорий стали обрабатываться, но существенного влияния на ландшафты не было. В XIX в. произошло сокращение площадей сельскохозяйственного фонда как в Калужской области, так и в Татарстане. Основными данными стали доклады и документы развития сельского хозяйства.

Антропогенное воздействие на почвы в начале XIX в. достигло таких масштабов, что почва перестала быть плодородной. Этот факт отмечается в описании сельского хозяйства не только Калужской области, но и Татарстана. Начался кризис. Большое количество площадей не обрабатывалось, и начали разрабатываться новые территории. Одни ландшафты начали восстанавливаться, другие – видоизменяться. В начале XX в., несмотря на лидерство в экспорте зерна за рубеж Российской империи, площади пашни продолжали сокращаться в рассматриваемых регионах в связи с политическими событиями в Российской империи.

С 30-х гг. до нашего времени произошла самая существенная трансформация почв. Распашка полей, развитие промышленных центров, техногенные катастрофы и обильное загрязнение от предприятий привели к изменению состава почв и ландшафтов в данном регионе. Существенное влияние в Калужской области оказала авария 1986 г. на ЧАЭС. За 35 лет с момента аварии на ЧАЭС радиационная обстановка и состояние природной среды на загрязненных радионуклидами территориях Калужской области значительно улучшились.

В Татарстане основными факторами трансформации почв на данный момент являются нефтедобыча и нефтехимическая промышленность. Наибольшей экологической проблемой является разрушение почвенного покрова в юго-восточных районах Татарстана, где как раз бурно развита нефтедобыча [4]. Загрязненные участки чаще всего имеют сравнительно небольшую площадь, но они разбросаны по сельскохозяйственным угодьям.

Мы сравнили два региона и пришли к выводу, что, несмотря на различия регионов в экономике, площади, ландшафтах, трансформация почв сильно проявляется на одних исторических этапах и имеет прямую зависимость от политических и экономических процессов, происходящих в государстве. XX в. внес ключевой вклад в изменение многих характеристик почв. Техногенные аварии, продажа черноземных земель,

расширение урбанизированных территорий поменяли огромное количество ландшафтов, и восстановление экосистемы на данных территориях уже практически невозможно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Драган, Н. А. Охрана почв : учеб. пособие / Н. А. Драган. – Симферополь : Доля, 2004. – 160 с.
2. Кривцов, В. А. Особенности формирования поймы реки Оки в ее среднем течении (на примере Спасского расширения) / В. А. Кривцов // Геоморфология. – 2020. – № 3. – С. 56–71.
3. Величко, А. А. Реконструкции последнего позднеплейстоценового оледенения северного полушария (18–20 тыс. лет назад) / А. А. Величко, М. А. Фаустова // Докл. Акад. наук СССР. – 1989. – Т. 309, № 6. – С. 1465–1468.
4. Щеповских, А. Проблемы экологии и пути их решения в Республике Татарстан / А. Щеповских // Панорама-форум. – 1997. – № 14 : Спец. вып.: Экология Республики Татарстан: проблемы и решения. – С. 13.

УДК 504.3.054(476)

О. Ю. КРУКОВСКАЯ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: o-krukowskaya@tut.by

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПАРКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В БЕЛАРУСИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Автомобильный транспорт в настоящее время является в Беларуси ключевой категорией поступления в атмосферный воздух оксидов азота, неметановых летучих органических соединений, оксида углерода, тонкодисперсных твердых частиц, полициклических ароматических углеводородов и гексахлорбензола [3]. Выбросы от источников этой категории происходят на небольшой высоте и преимущественно в районах нахождения и проживания людей, что способствует увеличению вклада в формирование качества среды обитания.

Выбросы передвижных источников определяются совокупностью технических параметров транспортных средств, режима и условий вождения, характеристик используемого топлива. На современном этапе оценка выбросов от этой категории источников выполняется с использованием моделей трех уровней детализации. Наиболее упрощенные модели оценки выбросов (уровня детализации Tier 1 в классификации Руководства ЕМЕП/ЕЕА [1]) основываются на количестве топлива в разрезе видов, израсходованного на работу транспортных средств отдельных категорий (пассажирский транспорт, легковой транспорт, грузовой транспорт, 2-колесный транспорт). Использование методологии уровня Tier 1 осложняется недоступностью статистических данных в таком разрезе. Получение распределения является отдельной модельной задачей, которая может быть решена через количество транспортных средств и среднегодовые пробег и удельный расход топлива. В ходе решения этой задачи собирается значительная часть исходной информации для моделей более высокого уровня детализации, что делает использование менее точных моделей нецелесообразным.

Уровень детализации Tier 2 предполагает оценку выбросов на основании пробега транспортных средств в разрезе категорий и субкатегорий (по мощности двигателя и грузоподъемности), а также экологических классов.

Самый высокий доступный уровень детализации методологии оценки выбросов от автомобильного транспорта Tier 3 предполагает использование специальных моделей, учитывающих условия (время прогрева двигателя, наклон дорог, испарение топлива и технических жидкостей) в разогретом и режимы вождения (скорость движения, частоту остановок, наличие заторов). В Беларуси для целей инвентаризации выбросов в рамках международных обязательств используется модель оценки COPERT 4, являющаяся эталонной для этого уровня детализации [2; 3].

Степень точности оценки выбросов от автомобильного транспорта даже для модели высокого уровня детализации закономерно зависит от точности выходных данных. Существующая система учета автомобильного транспорта предполагает уровень обобщения до категорий транспортных средств (легковые автомобили, грузовые автомобили, автобусы). Более детализированный учет (с указанием марки, модели, используемого топлива, года выпуска) выполняется при прохождении автомобильным транспортом государственного технического осмотра. Однако такие данные покрывают парк лишь частично и неоднородно, а также требуют ресурсоемкой предварительной подготовки данных ввиду отсутствия стандартов заполнения сопроводительной документации. Кроме того, получение таких данных на регулярной основе для исследовательских целей затруднительно.

В отсутствие детального статистического учета категориальной и экологической структуры автомобильного транспорта для оценки этих характеристик выполнен анализ информации о вторичном рынке автомобильного транспорта и данных парка транспортных средств отдельных организаций. Полученные результаты сопоставлены с имеющейся выборочной статистической информацией и данными государственного технического осмотра.

Сведения вторичного рынка используются в относительном выражении при распределении транспортных средств по обобщенным категориям и видам топлива, субкатегориям и экологическим классам. Доля транспортных средств на вторичном рынке относительно общего зарегистрированного парка транспортных средств, согласно выполненной оценке, составляет около 3 % для легковых автомобилей, 2 % для грузовых и около 5 % для автобусов (включая пассажирские микроавтобусы).

Для ретроспективной оценки используются кумулятивные оценки от начала базы до целевого года. Распределение выполняется на первом этапе отдельно для каждого из критериев – вид топлива, субкатегория мощности и экологический класс. Объединение распределений по всем параметрам со статистическими данными о количестве транспортных средств выполняется при подготовке выходных данных модели COPERT. Вне зависимости от пути получения собираемые данные требуют последующей параметризации.

Вид топлива, как правило, является распространенной базовой характеристикой, которая доступна для прямого определения. Согласно результатам анализа, в 2020 г. доля легкового автотранспорта, для работы которого используется дизельное топливо, составляет $34,86 \pm 0,13$ %, бензин – $59,97 \pm 0,09$ %, сжатый газ (метан) – $0,52 \pm 0,10$ %, сжиженный газ (пропан-бутан) – $3,78 \pm 0,03$ %. Гибридные легковые автомобили составляют $0,76 \pm 0,04$ % количества транспортных средств этой категории. По данным вторичного рынка, на электрической тяге работают в настоящее время $0,11 \pm 0,08$ % легковых автомобилей. Оцененное значение ввиду небольшого числа таких транспортных средств характеризуется высокой вариабельностью. Диапазон включает оценку количества электромобилей в Беларуси ($0,049$ %) на основании представленного в [4] материала.

Для легковых автомобилей, произведенных до 2010 г. на вторичном рынке транспорта, доля бензиновых оценивается в $58,82 \pm 0,27$ %, дизельных – $35,99 \pm 0,19$ %, гибридных – $0,44 \pm 0,03$ %, на сжатом газе (метан) – $0,35 \pm 0,01$ %, на сжиженном газе – $4,39 \pm 0,03$ %. Результаты анализа вторичного рынка согласуются с обобщенными результатами технического осмотра.

Грузовые автомобили (включая массой до 3,5 т), согласно данным вторичного рынка, эксплуатируемые в Беларуси, преимущественно дизельные. Доля в парке транспортных средств этой категории составляет $96,93 \pm 2,55$ %. Доля бензиновых грузовых автомобилей незначительна и установлена с относительно высокой неопределенностью – $4,05 \pm 0,76$ %. Большая часть грузовых автомобилей с бензиновыми двигателями представляет собой бортовые автомобили. Среди седельных тягачей использование бензина практически не встречается (менее 0,5 % транспорта этой субкатегории).

Автобусы по топливу (включая пассажирские микроавтобусы) также являются преимущественно дизельными ($93,8 \pm 0,06$ %). Доля автобусов, работающих на газе, оценивается в $2,5 \pm 0,08$ %.

Углубленное изучение парка автомобильного транспорта с использованием выборки вторичного рынка и отдельных транспортных предприятий требуется также для выделения в отдельную категорию малых коммерческих автомобилей. В статистической отчетности транспортные средства, относящиеся к этой категории, учитываются как автобусы (пассажирские микроавтобусы) и грузовые автомобили (грузовые микроавтобусы массой до 3,5 т). При этом удельные показатели выбросов оксидов азота от дизельных автобусов и микроавтобусов различаются в 0,6–9,9 раза, неметановых летучих органических соединений – в 0,6–15 раз в зависимости от субкатегории и экологического класса [1]. Анализ вторичного рынка показал, что пассажирские микроавтобусы являются доминирующим типом транспортных средств, учитываемых статистикой как автобусы. Доля оценивается в $84,90 \pm 3,23$ %. Полученное значение согласуется с оценкой числа автобусов, выполняющих перевозки пассажиров (находящиеся в ведении государственных организаций) [4], в 5393 единицы, что составляет 12,3 % от числа транспортных средств, учтенных как автобусы. Анализ парка коммерческих перевозчиков также свидетельствует о невысокой доле крупных туристических автобусов.

Удельные показатели выбросов оксидов азота от грузовых автомобилей и микроавтобусов различаются в 1,5–72 раз, неметановых летучих органических соединений – в 0,04–1,6 раза в зависимости от субкатегории и экологического класса [1]. Доля микроавтобусов из числа грузовых автомобилей оценивается в $25,2 \pm 0,03$ % в 2020 г. и $28,43 \pm 3,42$ % в 2010 г.

С использованием специально разработанных таблиц соответствия стандартных технических характеристик (объем двигателя, колесная база, вместимость) установлено распределение парка грузового транспорта и автобусов по массовым характеристикам, пассажирского транспорта – по объему двигателя в среднесрочном периоде. Полученные значения распределения автомобильного транспорта по субкатегориям позволяют увеличить точность оценок выбросов от автомобильного транспорта для целей инвентаризации и получения ретроспективных оценок с использованием современной методологической базы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЕМЕР/ЕЕА air pollutant emission inventory guidebook [Electronic resource] / European Environment Agency. – Mode of access: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>.

2. Belarusian Emission Inventory Data Informative Inventory Report to CLRTAP/EMEP 2019 [Electronic resource]. – Minsk, 2019. – Mode of access: <https://www.ceip.at/>.

3. Какарека, С. В. Оценка выбросов загрязняющих веществ от дорожных передвижных источников с использованием модели COPERT IV / С. В. Какарека, О. Ю. Круковская // Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера. – СПб., 2013. – Вып. 1. – С. 35–41.

4. О Комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 9 апр. 2021 г., № 213. – Режим доступа: <http://www.government.by/up-load/docs/file5b351129bff1a0a8.pdf>.

УДК 550.4

И. В. КУРАЕВА, Т. А. КОШЛЯКОВА, Е. С. ЗЛОБИНА, О. И. СТЫЧ

Украина, Киев, ИГМР НАН Украины

E-mail: tatianakoshliakova@gmail.com; zlobina@nas.gov.ua

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ
НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА
«ПИРЯТИНСКИЙ»**

В последние годы исследования заповедного фонда Украины приобретают все более значительную актуальность для эколого-геохимической оценки изменений в окружающей среде.

Несмотря на то что заповедные территории принято считать эталонными участками для оценки эколого-геохимического состояния окружающей среды, в последнее время встречается все больше данных о несоответствии содержания микроэлементов в их почвах фоновым значениям, в том числе это касается и тяжелых металлов [1; 2]. Целью наших исследований было установление закономерностей распределения микроэлементов в почвах и растительности лесостепной зоны Украины на примере Национального природного парка «Пирятинский» (далее – Парка) для оценки возможности использования их в качестве фоновых при эколого-геохимических исследованиях.

Площадь Парка – 12 028,4 га. Из этой площади 60 % – под водно-болотными угодьями, 26 % – под лугами различных типов, 11 % – лесные площади, около 3 % – водоемы. Более 60 % общей площади расположено на речных поймах.

Поверхность исследуемого района имеет незначительный уклон на юго-восток. Колебания высот: в речных поймах – 94–102 м н.у.м.; надпойменные террасы, лессовые террасные равнины – обычно до 110–140 м н.у.м. Наибольших высот достигают на междуречных равнинах в Пирятинском районе – около 160 м н.у.м. (высшая точка района – 168 м н.у.м.). Большая часть Парка расположена в долинах рек Удай и его притоков – Перевод и Руда.

Отложения антропогенного периода – аллювиальные, водно-ледниковые песчаные и лессовые. В западной части встречаются гнейсы и другие метаморфические породы (на глубине до 400–1400 м ниже поверхности). Верхние слои, которые перекрывают собой палеозойские отложения, сформированные мезозойскими породами.

При этом триасовое и юрские отложения делятся на несколько слоев. Это алевролиты, песчаники, мрамор, реже – глаукониты, кварц и глинистые пески.

В восточной части Пирятинского района есть и более древние палеогеновые отложения. Четвертичные перигляциальные отложения значительно отличаются по своей глубине с обеих сторон р. Удай. Так, в западной части Парка нижний перигляциальный слой достигает глубины 50–80 м и возраста 1,8–0,12 млн лет. Аллювиальные отложения – песчаные, илистые и торфяные.

Рельеф территории Парка относится к эрозионному типу, сформирован тальми водами ледника, реками, временными водотоками. В рельефе заметны разновозрастные речные террасы. Распространенные формы рельефа – водораздельные плато, речные долины, балки, овраги, степные блюдца. Искусственные формы рельефа – мелиоративные каналы, карьеры, насыпи, котлованы, водохранилища и пруды, плотины, дамбы, курганы, насыпи для автомобильных и железных дорог.

Территория Парка в соответствии с Национальным атласом Украины [3] относится к Са, Н-Са классам ландшафтно-геохимических систем. Почвы пойм: торфяные солонцеватые солончаковые, торфяники низменные солончаковые, луговые поверхностно и глубоко солонцеватые солончаковые суглинистые на аллювии, местами – солоди луговые солончаковые суглинистые. Почвы надпойменных террас и склонов: черноземы малогумусные выщелоченные или слабо смытые пылевато-суглинистые на лесовых породах, черноземы намытые пылевато-суглинистые на лессовидном делювии, дерновые песчаные и дерново-слабоподзолистые супесчаные на песках, изредка – солоди дерновые солонцовые солончаковые суглинистые на аллювии [4].

Современный растительный покров сформировался в эпоху голоцена. Впоследствии он был радикально изменен хозяйственной деятельностью человека и потерял свой первоначальный видовой состав. Сегодня на территории Парка насчитывается более 1219 видов растений. В Парке охраняются речные, пойменные и зональные лесостепные экосистемы [1; 4].

Определение содержания микроэлементов в почвах выполнялось атомно-абсорбционным методом и методом ICP-MS анализа. Пробы для ICP-MS анализа готовились в соответствии с опубликованной методикой [5]. Фракционный состав почв исследовался с помощью гранулометрического метода, а для определения минерального состава был применен рентгенофазовый метод. Физико-химические показатели почвенных отложений определялись по методике Е. В. Аринушкиной [6].

В результате проведенных исследований были установлены особенности распределения отдельных микроэлементов (Pb, Cu, Zn, Y, Ba, Cr, Ni, Mn, Co, Mo) в образцах почв и растительности, отобранных на территории Парка. Для исследований были выбраны наиболее распространенные типы почв: черноземы типичные малогумусовые на лессах, черноземы оподзоленные среднегумусовые, почвы светло-серые малогумусовые, дерново-подзолистые почвы.

Таблица – Среднее валовое содержание микроэлементов в почвах Парка

Грунт	Микроэлемент, мг/кг							
	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	V	Pb	Mo
Чернозем типичный малогумусовый на лессах (n = 20)	35	25	10	12	80	78	10	1,4
Светло-серые малогумусовые (n = 25)	30	19	3	7	59	38	8	1,3

Продолжение таблицы

Черноземы оподзоленные среднегумусовые (n = 20)	36	30	11	9	79	79	12	2,5
Дерново-подзолистые почвы (n = 29)	20	8,3	2,3	5,3	48	16	5	11

Миграционная способность металлов в светло-серых и оподзоленных почвах проявляется в нижнем иллювиальном горизонте. В нижней части почвенного разреза на глубине до 0,5 м концентрируются Ni, Cr, Zn и в меньшей степени Co, V, Cu, Pb.

Подвижные формы металлов определяют их миграционную способность в трофической цепи почва – растительность. Миграционная способность в значительной степени зависит от физико-химических свойств почв [7]. Результаты исследований показали, что подвижность Co и Ni в черноземах находится в прямой зависимости от содержания почвенного гумуса, а Zn и Cu – от содержания глинистой фракции и pH почвенного раствора. Содержание подвижных форм Co и Ni в дерново-подзолистых почвах коррелирует с валовым содержанием металлов и физико-химическими свойствами почв [1].

Показателем подвижности химических элементов в почвах служит потенциальная буферная способность. Потенциальная буферная способность почв отражает возможность противодействовать изменению свойств и состава при взаимодействии химических веществ природного и антропогенного происхождения [7]. По отношению к загрязнению тяжелыми металлами в порядке увеличения потенциальной буферной способности исследуемые почвы Парка располагаются в следующем порядке: светло-серые оподзоленные – дерново-подзолистые – черноземы типичные.

С помощью метода озоления и растворения в кислотах были изучены образцы различной растительности, распространенной в пределах исследуемой территории. Среди растительности Парка исследовались ольха (*Alnus*), ель европейская (*Picea abies*), осока плетевидная (*Carex chordorrhiza*), осока ржаная (*Carex secalina*).

Средние статистические значения распределения микроэлементов в исследуемой растительности не превышают фоновых значений [1] (мг/кг): Pb – 5; Cu – 10; Zn – 20; Cr – 4; Ni – 6; Mn – 200; Mo – 2.

Исходя из вышеизложенного можно утверждать, что территория Национального природного парка «Пирятинский» является чистой, незагрязненной тяжелыми металлами территорией, характерной для лесостепной зоны Украины. Полученные результаты имеют практическое научное значение с точки зрения установления фоновых концентраций микроэлементов для эколого-геохимической оценки в объектах окружающей среды техногенно загрязненных территорий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Законмірності розділу мікроелементів у об'єктах довкілля Національного природничого парку «Пирятинський» / О. І. Стич [та ін.] // Геохімія техногенезу. – 2020. – № 3. – С. 123–130.
2. Кураєва І. В. Акумуляція та перерозподіл важких металів у сучасному ґрунтовому покриві природоохоронних територій / І. В. Кураєва, А. О. Сплідитель // Геол. журн. – 2020. – № 1. – С. 58–69.
3. Національний атлас України / НАН України, Ін-т географії, Держ. служба геодезії, картографії та кадастру ; голов. ред. Л. Г. Руденко ; голова ред. кол. Б. Є. Патон. – Київ : ДНВП «Картографія», 2007. – 435 с.

4. Абдулоєва, О. Поширеність фітоінвазій у рослинному покриві Національного природного парку «Пирятинський» / О. Абдулоєва, Н. Карпенко // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2015. – № 69. – С. 191–201.

5. Самчук, А. І. Аналітичні схеми мікрохвильового розкладу гірських порід і мінералів та визначення в них мікроелементів методом мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою / А. І. Самчук, О. М. Пономаренко, О. Г. Антоненко // Укр. хім. журн. – 2010. – Вип. 76, № 10. – С. 115–121.

6. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.

7. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах / А. И. Самчук [и др.] // Минерал. журн. – 1998. – № 2. – С. 48–59.

УДК 502.313(476.7)

Е. А. КУХАРИК

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: shzhk@mail.ru

О КРИТЕРИЯХ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ КОМФОРТНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

В условиях все возрастающего антропогенного пресса на природную среду во многих странах мира начиная с последней четверти XX в. большую актуальность приобрели исследования, направленные на установление особенностей проявления современной геодинамики. Проведенными ранее работами показано, что разнообразно и с разной интенсивностью проявляющиеся современные геологические процессы на территории Беларуси могут определенным образом влиять на состояние природных и природно-антропогенных комплексов, а в случае их экстремального развития – приводить к существенному материальному ущербу и ухудшению экологической обстановки в регионах [1–3].

На протяжении последних лет в лаборатории геодинамики и палеогеографии Института природопользования НАН Беларуси проводится изучение особенностей проявления современных геологических процессов по отдельным регионам страны. Было показано, что на исследуемой территории на современном этапе активно развивается ряд геологических процессов внутренней и внешней динамики (включая техногенные), которые видоизменяют облик земной поверхности и вносят определенный вклад в трансформацию толщи покровных отложений [4; 5]. Неравномерное по площади и интенсивности проявление активных в настоящее время геологических процессов служит предпосылкой для осуществления оценки территорий по степени комфортности геологической среды для жизнедеятельности человека и проведения соответствующего районирования. Рассмотрим оценочные критерии, используемые при выполнении таких работ.

При проведении оценки степени комфортности геологической среды для населения анализировались возможные неблагоприятные последствия проявления основных типов современных эндогенных, экзогенных и техногенных геологических процессов, которые в экстремальных случаях приводят к разрушению природных и природно-антропогенных комплексов, влияют на хозяйственную деятельность человека, геоэкологическую обстановку, наносят в разной степени выраженный ущерб экономике. Среди процессов современной геодинамики, проявляющихся на территории юго-западной Беларуси, неблагоприятные последствия для жизнедеятельности человека связаны

с интенсивным плоскостным смывом (более 2 мм/год), линейной эрозией временных водотоков, карстом, суффозией, затоплением и подтоплением, гравитационными, био-генными, техногенными процессами, сейсмичностью (более 5 баллов по шкале MSK-64), процессами в геоактивных зонах. При изучении смежных регионов перечень и характеристики развивающихся геологических процессов могут меняться.

Выявление особенностей воздействия перечисленных выше геодинамических факторов на условия жизнедеятельности населения выполняется по ряду критериев: влияние на здоровье человека (I), условия инженерного освоения территории (II), степень нарушенности природных и природно-антропогенных комплексов (III), загрязнение территории (формирование геохимических аномалий в покровных отложениях) (IV) и формирование аномалий геофизических полей (V). Каждый из критериев проявления оценивается с использованием балльной системы. При этом учитывается характер повторяемости определенного геологического процесса (фактора) – постоянная (3 балла), сезонная (2 балла), раз в несколько лет и реже (1 балл), – а также степень его воздействия на каждый из критериев – значительная (3 балла), умеренная (2 балла) и незначительная (1 балл) (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка воздействия современных геодинамических факторов на геоэкологическую обстановку

Геодинамический фактор	Оценка последствий проявления, балл						Сумма
	Повто- ряемость	I	II	III	IV	V	
Процессы в зонах активизированных разрывных нарушений	3	3	3	2	3	3	17
Процессы в зонах космо- и тополинеаментов	3	2	2	1	2	1	11
Сейсмичность (более 5 баллов)	3	1	1	–	–	–	5
Плоскостной смыв (≥ 2 мм/год)	2	–	–	1	1	–	4
Овражная эрозия	2	–	2	2	–	–	6
Дефляция (интенсивность): высокая	1	2	–	1	2	–	6
повышенная	1	1	–	1	1	–	4
Карст: реальный	3	–	3	1	–	–	7
потенциальный	–	–	1	–	–	–	1
Гравитационные процессы	2	1	1	1	–	–	5
Заболачивание	2	1	3	–	–	–	6
Торфонакопление	2	1	3	–	–	–	6
Подтопление и затопление	2	1	2	1	–	–	6
Суммарная техногенная трансформа- ция земной поверхности:							
менее 6000 м ³ /км ²	3	1	–	1	1	–	6
6000–10 000 м ³ /км ²	3	2	1	2	2	–	10
более 10 000 м ³ /км ²	3	3	2	3	3	–	14

Применение описанного выше подхода с учетом имеющегося фактического материала позволяет количественно охарактеризовать возможные последствия проявления основных геодинамических факторов, получить суммарные балльные оценки для определенных территорий и осуществить районирование по степени комфортности геологической среды для жизнедеятельности населения. Например, подобное районирование было выполнено для территории юго-западной Беларуси. Полученные балльные оценки изменяются в интервале от 9,7 до 31,2 баллов. В пределах исследуемого региона было выделено пять новых таксонов: с высокой (1; <15 баллов), повышенной (2; 15–20 баллов), умеренной (3 (3а – в зонах космо- и тополинеаментов); 20–25 баллов), пониженной (4; 25–30 баллов) и низкой в зонах активизированных разломов (5; >30 баллов) степенями комфортности для населения (рисунок). Выделенные таксоны кратко охарактеризованы в таблице 2.

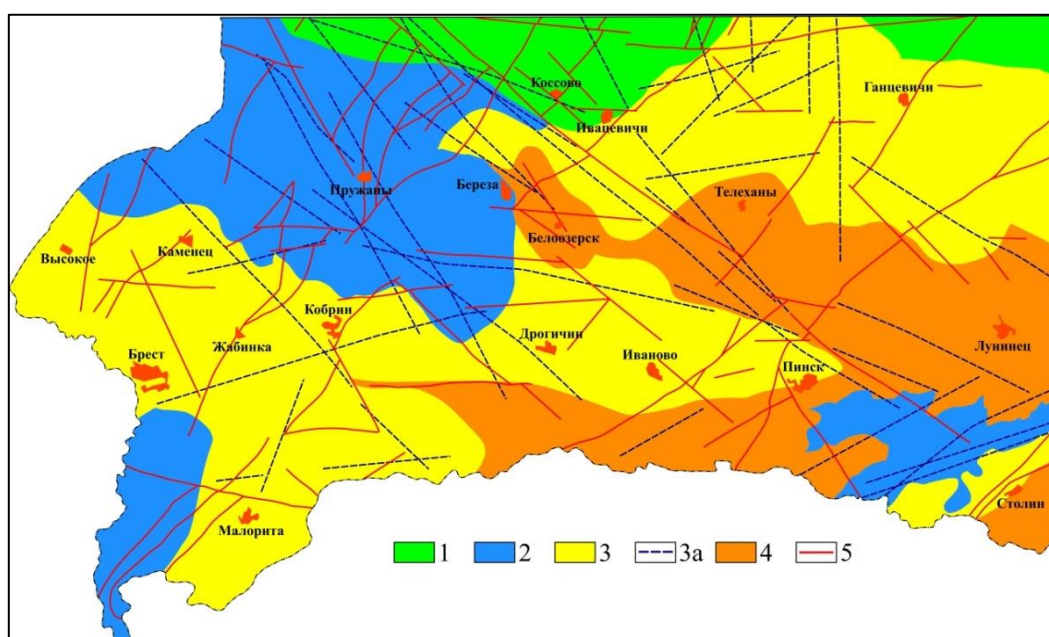


Рисунок – Схема районирования территории юго-западной Беларуси по степени комфортности геологической среды для жизнедеятельности населения (расшифровка легенды в тексте)

Таблица 2 – Характеристика таксонов по степени комфортности геологической среды для населения территории юго-западной Беларуси

Таксон (степень комфортности)	Особенности проявления современных геологических процессов
Высокая	Локально – плоскостная и овражная эрозия, заболачивание, подтопление, пыльные бури, суммарный показатель техногенно перемещенных грунтов (ТПГ) до 6000 м ³ /км ² .
Повышенная	Заболачивание, подтопление, овражная эрозия, реальный карст, дефляция, суммарный показатель ТПГ – не более 8000 м ³ /км ² , на локальных площадях – до 10 000 м ³ /км ² .

Продолжение таблицы 2

Умеренная	Пыльные бури высокой и повышенной интенсивности, заболачивание, подтопление, локально – реальный карст, эоловая аккумуляция, гравитационные процессы, суммарный показатель ТПГ – до 6000–8000 м ³ /км ² , на значительных площадях – до 12 000 м ³ /км ²
Пониженная	Дефляции высокой интенсивности, заболачивание, подтопление, на значительных площадях – реальный карст, локально – сейсмичность интенсивностью до 5–6 баллов, суммарный показатель ТПГ – до 8000 м ³ /км ² , местами – более 12 000 м ³ /км ²
Низкая в зонах активных разломов	Комплексные аномалии геофизических полей, высокие содержания ряда микроэлементов (Cr, Co, Mn, Rn и др.) в покровных отложениях и почвенном воздухе, подъем минерализованных вод, повышение скорости вертикальных движений земной коры до 20 мм/год и более

Полученные результаты можно использовать при обосновании крупных строительных проектов, планировании и реализации природоохранных мероприятий, разработке схем рационального использования территорий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, А. В. Особенности проявления современного морфогенеза на территории Беларуси / А. В. Матвеев // *Вопр. географии.* – 2015. – Сб. 140 : Современная геоморфология. – С. 380–395.
2. Природные опасности России : в 6 т. / под общ. ред. В. И. Осипова, С. К. Шойгу. – М. : КРУК, 2002–2003. – 6 т.
3. Опасные экзогенные процессы / В. И. Осипов [и др.] ; под ред. В. И. Осипова. – М. : ГЕОС, 1999. – 290 с.
4. Матвеев, А. В. Современная геодинамика территории юго-западной Беларуси / А. В. Матвеев, Е. А. Кухарик // *Літасфера.* – 2019. – № 2 (51). – С. 36–44.
5. Матвеев, А. В. Современные геологические процессы на территории восточной части Белорусского Полесья / А. В. Матвеев // *Докл. Нац. акад. наук Беларуси.* – 2020. – Т. 64, № 2. – С. 217–224.

УДК 502:582.923.1+581.5+58.084

О. Ю. МАЙОРОВА, М. З. ПРОКОПЬЯК, Л. Р. ГРИЦАК, Н. М. ДРОБЫК

Украина, Тернополь, ТНПУ имени Владимира Гнатюка

E-mail: majorova@chem-bio.com.ua

СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В мире насчитывается более 21 тыс. лекарственных растений. В Украине лекарственные виды растений занимают менее 10 % территории. При этом около 85 % лекарственного растительного сырья заготавливают в природных местах произрастания

видов. В Украине промышленной заготовкой и культивированием лекарственных растений занимаются с XVIII в. [1]. В последние десятилетия наблюдается увеличение спроса на лекарственные растительные средства и биологические активные вещества (БАВ). Это стимулирует расширение производства, усовершенствование технологий переработки растительного сырья, увеличение объемов его заготовки на фоне повышения требований к его качеству. В связи с этим ведется поиск не только альтернативных методов получения лекарственного сырья, но и способов сохранения и восстановления его природных запасов. С каждым годом расширяют площади для культивирования лекарственных растений, увеличивается их видовое разнообразие. При этом особенности биологии многих видов усложняют агротехнику их выращивания на искусственных плантациях [2]. Не являются исключением и виды рода Горечавка (*Gentiana* L.).

Лекарственное сырье представителей этого рода повсеместно используется в официальной и народной мировой медицине. Лекарственные свойства этих растений обусловлены синтезом в их надземной и подземной частях широкого спектра БАВ, а именно: иридоидов, алкалоидов, ксантонов, флаваноидов, фенолкарбоновых кислот и т. п. Их эффект на организм человека проявляется в регуляции деятельности пищеварительной, дыхательной, выделительной систем, улучшении обмена веществ и т. п. [3]. Сложность семенного возобновления большинства видов горечавок, неконтролируемая заготовка их лекарственного сырья, декоративные свойства некоторых представителей рода, постпастьбищные и климатические демулационные изменения видового разнообразия растительных сообществ являются основными причинами сокращения их ареалов и нарушения структуры популяций. В связи с этим в перечень краснокнижных видов включены 7 из 10 видов рода Горечавка, из которых природоохранный статус «исчезающий» определен для четырех (*Gentiana lutea* L., *Gentiana nivalis* L., *Gentiana utriculosa* L., *Gentiana verna* L.), «уязвимый» – для *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L., статус редкого вида имеет *Gentiana laciniata* Kit. ex Kanitz [4].

Для обеспечения фармацевтической промышленности альтернативным источником БАВ нами разработаны способы введения в условия *in vitro* и культивирования семи видов рода *Gentiana*:

1. Разработан способ получения исходного асептического материала для биотехнологических исследований, предусматривающий стерилизацию и проращивание *in vitro* стратифицированного семенного материала. Способ позволяет получать на протяжении всего года жизнеспособные, нормального морфологического строения проростки семи видов рода *Gentiana*: *G. acaulis*, *G. aslepiadea* L., *G. cruciata* L., *G. lutea*, *G. pneumonanthe* L., *G. punctata* и *G. verna*.

2. Разработана технология микроклонального размножения горечавок с использованием питательной среды Мурасиге – Скуга [5] с уменьшенным в два раза содержанием макро- и микросолей (МС/2). Экспериментально для каждого вида определены оптимальные соотношения регуляторов роста в составе питательной среды, способные стимулировать процесс микроклонирования. Разработанный способ позволяет получать до 20–100 тыс. побегов в год.

3. Подобраны условия для индукции каллусообразования и пролиферации каллуса для всех семи видов горечавок. Разработаны условия для длительного культивирования на агаризованной питательной среде культур тканей шести видов, за исключением *G. verna*. Для обеспечения процесса пролиферации этих культур необходимо использовать питательную среду МС/2, дополненную разными концентрациями регуляторов роста б-бензиламинопурина (БАП) и 2,4-дихлорфеноксиуксусной кис-

лоты (2,4-Д). Полученные каллусные культуры способны синтезировать флавоноиды и ксантоны. В большинстве случаев их содержание в сухой массе превышало либо было близким к значениям этих БАВ в корнях растений с природы.

4. Разработан способ двухэтапного получения и выращивания культур изолированных корней изучаемых видов горечавок с высокими индексами роста. В большинстве случаев такие культуры характеризуются более высоким уровнем синтеза флавоноидов и ксантонов, по сравнению с неморфогенными культурами, а также корнями растений с природы. Способ позволяет с 1 л питательной среды через 4–6 недель культивирования получить биомассу, соответствующую массе корней 10–12-летнего растения с природы.

Согласно проведенным комплексным физиолого-биохимическим и генетическим исследованиям, разработанные нами технологии способствуют накоплению в культурах тканей и изолированных органов БАВ в концентрации, соответствующей их содержанию в корнях растений с природы или превышающей ее. Это создает ряд перспектив для использования разработанных технологий. Во-первых, они позволяют использовать культуры *in vitro* как альтернативный источник растительного сырья для фармацевтической промышленности. Во-вторых, позволяют создать коллекции растений *in vitro* и культур их тканей для сохранения генофонда исчезающих видов.

Кроме того, на примере вида *G. lutea* нами разработана и апробирована схема репатриации его деградированных популяций посадочным материалом, полученным с применением биотехнологических методов. Эта схема предусматривает последовательное выполнение следующих этапов:

- стерилизация семян и их проращивание на питательной среде МС/2. Сочетание холодной стратификации и предпосевной обработки материала гиббереллиновой кислотой (ГК₃) концентрацией 600 мг/л на протяжении 14 часов позволило значительно увеличить показатели всхожести семян. Схема стерилизации семян *G. lutea* включала следующие этапы: обработка раствором детергента на протяжении 45 мин.; промывание проточной водой на протяжении 30 мин.; предпосевное замачивание в растворе ГК₃ (600 мг/л); промывание проточной водой; предварительная стерилизация 96 %-ным этанолом на протяжении 10 с; 2-кратное промывание дистиллированной водой; замачивание в 15 %-ном растворе Н₂О₂ на протяжении 45 мин.; 2-кратное промывание стерильной дистиллированной водой. Семена *G. lutea* прорастают только в условиях освещения. Первые всходы появляются на 15–18-е сутки.

- Полученные асептические растения доращивали на питательной среде МС/2, содержащей 0,1–0,15 мг/л кинетина (Кин). Спустя каждые три месяца растения черенковали (средняя длина черенков – 15–20 мм) и высаживали на свежую питательную среду.

- Для микроклонального размножения использовали жидкую питательную среду МС/2, дополненную 0,05 мг/л БАП и 0,1 мг/л Кин. В качестве эксплантов использовали стеблевые черенки 2–3-месячных растений. К формированию побегов из адвентивных почек были способны 74,5–93,4 % черенков, на каждом из них развивалось 5–6 побегов.

- Полученные адвентивные побеги укореняли на питательной среде МС/2 с уменьшенным в два раза содержанием NH₄NO₃, без витаминов и сахарозы, дополненной 3 г/л маннитола и 0,05 мг/л Кин; либо на среде МС/2 с поэтапным уменьшением в ней концентрации сахарозы с 10 г/л до 2 г/л и с последующим укоренением побегов в водопроводной воде.

- Укорененные растения высаживали в пластиковые контейнеры с крышками, заполненные почвой (тип «универсальная»). Растения постепенно адаптировали к условиям *ex vitro*, увеличивая длительность их воздушных экспозиций с 10 до 30 мин.

– Адаптированные к условиям *ex vitro* растения высаживали в природные экотопы произрастания горечавки желтой. При этом выбирали участки с нарушенным травянистым покрытием.

Реализация такой схемы позволила 51 % растений, полученных с использованием биотехнологических методов, адаптироваться к природным условиям. Это свидетельствует об эффективности и целесообразности использования представленного способа для восстановления популяций горечавок.

Таким образом, нами разработаны эффективные способы введения и культивирования в условиях *in vitro* семи видов рода *Gentiana*. Эти технологии может успешно использовать фармацевтическая промышленность для получения растительного сырья. Предложенный способ репатриации популяций с использованием полученных *in vitro* растений можно успешно применять для возобновления популяций редких видов, что поможет решить проблему сохранения фиторазнообразия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скибіцька, М. Історія вивчення лікарських рослин в Україні. Праці наукового товариства ім. Шевченка / М. Скибіцька // Екол. зб. – 2014. – Т. 39. – С. 163–180.
2. Ресурсознавство лікарських рослин : посіб. для студентів спеціальності «Фармація» / за ред. В. С. Кисличенко. – Харків : Вид-во НФаУ, 2015. – 136 с.
3. Грицик, А. Р. Використання рослин видів роду Тирлич (*Gentiana* L.) в медицині / А. Р. Грицик, Л. В. Бензель, Н. П. Цвеюк // Фармац. журн. – 2003. – № 2. – С. 91–97.
4. Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ) : Наказ Міндовкілля від 15.02.2021 : набрав чинності 09.04.2021 р.
5. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plant.* – 1962. – Vol. 15, № 13. – P. 473–497.

УДК 662.331:878

Т. И. МАКАРЕНКО, В. Б. КУНЦЕВИЧ, А. Э. ТОМСОН

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: makarenko.ip@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТОРФЯНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Среди наиболее распространенных природных ресурсов торф всегда имел большое значение для народного хозяйства Республики Беларусь. Еще в конце 1940-х – начале 1950-х гг. в нашей стране было создано большое количество торфяных предприятий, которые обеспечивали топливом ряд теплоэлектростанций, промышленных предприятий и коммунально-бытовых учреждений. Уже в то время добыча торфа только на удобрение достигала значений около 10 млн т в год, что требовало ввода в эксплуатацию все новых месторождений. В связи с этим в течение 1949–1953 гг. осуществлены торфоразведочные работы на значительной территории БССР, в резуль-

тате чего количество разведанных месторождений составило 77,1 % от всего предполагаемого фонда.

В последующие годы, наряду с доразведкой торфяных месторождений, шла интенсивная добыча торфа, которая в середине 1970-х гг. достигла 35–40 млн т в год при условной 40 %-ной влажности.

В результате интенсивной добычи торфа в этот период запасы его значительно уменьшились. Сложившаяся ситуация потребовала выработки научно обоснованного подхода в комплексном освоении оставшихся торфяных ресурсов. Широкий спектр направлений их использования необходимо было систематизировать и разработать единые подходы освоения, учитывающие сложившиеся приоритеты в экономическом развитии государства. Неотлагательными были и требования по охране окружающей среды. В соответствии с этой концепцией разработана Схема рационального использования и охраны торфяных ресурсов БССР на период до 2010 г. [1].

В Схеме уточнены данные торфяного фонда республики по состоянию на 1 января 1988 г., а также на основании обоснованных критериев пригодности они были сгруппированы в целевые фонды: природоохранный, земельный, разрабатываемый, запасной и неиспользуемый.

Разработанный документ предписывал министерствам, ведомствам и облисполкомам учитывать в хозяйственной деятельности рекомендации положений Схемы. В этом же документе были представлены прогнозные планы добычи торфа и сапропелей, намечен целый ряд мероприятий организационного, инженерного и научного характера по рациональному использованию и охране торфяных ресурсов Республики Беларусь на период до 2010 г.

В связи с окончанием срока действия указанной Схемы в 2015 г. ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси» совместно с ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам» разработали новую Схему распределения торфяников по направлениям использования на период до 2030 г. [2].

Как свидетельствует статистика, в последнее время потребление топливной продукции существенно снижается, что требует пересмотра стратегии использования торфяных ресурсов. Не отрицая необходимости обеспечения республики местными видами топлива, приоритет все больше склоняется в сторону комплексной глубокой переработки торфа и создания на его основе новых продуктов, дающих большой экономический эффект. В первую очередь это активированные угли, гранулированные органоминеральные удобрения, сорбенты различного назначения, гуминовые препараты. В новой Схеме такая тенденция учтена, и в разрабатываемый фонд включены торфяные месторождения с соответствующей качественной характеристикой залежи и общими геологическими запасами торфа 302,3 млн т при условной 40 %-ной влажности, что составляет 7,6 % от всего фонда. Значительное внимание в Схеме уделено охране уникальных торфяных месторождений. Так, площадь месторождений, подлежащих особой и (или) специальной охране, должна увеличиться к 2030 г. на 30 % по сравнению с 2010 г. и составит 684,2 тыс. га [2; 3].

Дальнейшие добыча и использование торфа будут обусловлены потребностями в продукции глубокой комплексной переработки торфяного сырья, запросами энергетики, коммунального хозяйства, цементной промышленности и сельского хозяйства, а также конъюнктурой международного рынка топлива и торфяных субстратов.

Новая Схема явилась основой для разработки Стратегии сохранения и рационального (устойчивого) использования торфяников, которая направлена на сбалансиро-

ванный учет национальных интересов в экологической и промышленной сферах, а также на выполнение Республикой Беларусь международных обязательств по охране дикой фауны и флоры, природных сред обитания в Европе [3].

Следует отметить, что в Институте природопользования НАН Беларуси началась практическая реализация новых научных разработок по глубокой комплексной переработке торфа. Так, при авторском сопровождении сотрудников Института на торфяном месторождении «Туршевка-Чертово» (Минская область, Крупский район) добыт кусковой торф с начальным диаметром 40 мм, из которого в АО «Электростальское научно-производственное объединение “Неорганика”» (Россия) изготовлена опытная партия торфяного активированного угля АУ-ТБ (в дробленном и порошкообразном видах). По заключению специалистов ЭНПО «Неорганика», полученный на основе кускового торфа активированный уголь идентичен по пористой структуре и адсорбционным свойствам активированному углю на основе древесного угля марки БАУ и может применяться для адсорбции примесей из жидких сред, в том числе очистки питьевой воды, оборотных и сточных вод, очистки парового конденсата на ТЭЦ от масел и других примесей. В 2020 г. на экспериментальной базе института изготовлена лабораторная установка по производству активированного угля из кускового торфа методом паровой активации торфяного полукокса. В настоящее время для отработки технологии и проверки надежности оборудования на базе завершаются работы по изготовлению опытно-промышленной установки производительностью 3 кг активированных углей в час. Здесь же организован участок по выпуску гранулированных органоминеральных удобрений с годовой программой 500 т, а в перспективе – до 1000 т. В ОАО «Зеленоборское» (Минская область, Смолевичский район) функционирует цех по производству на основе торфа гуминовых препаратов, содержащих добавки микроэлементов.

Важно отметить, что все перечисленные производства, в отличие от топливного направления, являются малотоннажными с высокой добавленной стоимостью выпускаемой продукции, что существенно способствует рациональному использованию торфяных ресурсов.

Несмотря на то что торфяной фонд пополняется все новыми массивами и площадь их постоянно увеличивается (вплоть до 1989 г.), запасы торфа неуклонно снижаются. Это говорит о том, что объемы добычи торфа и потери его в результате осушения месторождений и использования их в сельском хозяйстве превышают пополнение фонда за счет новых разведанных массивов.

Следует отметить, что уже на момент составления справочника в 1953 г. доля крупных торфяных месторождений площадью от 1000 до 5000 га и более составляла 66,1 % от площади всех разведанных месторождений. Это явилось одной из причин, что с начала 1990-х гг. и по настоящее время геологоразведочные работы проводились в незначительных объемах на месторождениях площадью преимущественно до 500 га, служащих в качестве прирезок для конкретных предприятий. В этот период за счет деградированных и выработанных месторождений площадь их уменьшились на 120,6 тыс. га. На начало 2021 г. запасы торфа оцениваются ориентировочно на уровне 3,8–3,9 млрд т в пересчете на влажность 40 %. Убыль торфа происходит в основном за счет потерь его органического вещества при сельскохозяйственном использовании месторождений, так как объемы добычи торфа в последние годы не превышают 3 млн т в год, в то время как ежегодные потери торфа в результате сельскохозяйственного использования составляют 12,8 млн т [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Схема рационального использования и охраны торфяных ресурсов БССР на период до 2010 г. : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 25 нояб. 1991 г., № 440.
2. Схема распределения торфяников по направлениям использования на период до 2030 года : утв. постановлением Совета Министров Респ. Беларусь, 30 дек. 2015 г., № 1111.
3. О некоторых вопросах в области сохранения и рационального (устойчивого) использования торфяников [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 30 дек. 2015 г., № 1111 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?guid=12551&р0=C21501111&p1=1>. – Дата доступа: 31.05.2021.
4. Бамбалов, Н. Н. Роль болот в биосфере / Н. Н. Бамбалов, В. А. Ракович. – Минск, 2005.

УДК 504.054

Н. В. МИХАЛЬЧУК, Е. А. БРЫЛЬ

Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси
E-mail: info@paei.by

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ
ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ ООО «БЕЛИНВЕСТОРГ-СПЛАВ» (БЕЛООЗЕРСК)**

Тяжелые металлы (ТМ) относятся к химическим элементам, отличающимся высокой токсичностью для всех живых организмов и способностью по пищевым цепям поступать в организм человека и животных, что представляет серьезную угрозу для их жизнедеятельности [1]. На протяжении многих десятилетий их содержание в окружающей среде (воздухе, почве, воде) неуклонно повышается, что связано с активной работой промышленных и энергетических предприятий, увеличением количества автотранспорта, внесением в почву высоких доз минеральных удобрений и др. При этом ТМ имеют длительный период полураспада с сохранением своих токсических свойств, а также обладают кумулятивным действием, накапливаясь в живых организмах [2].

Экологическое состояние почвенного покрова является важнейшим показателем глубины происходящих изменений в окружающей среде. Существование прямых коррелятивных зависимостей между содержанием многих поллютантов в атмосферном воздухе и их содержанием в почвах, доступных для площадного опробования, позволяет использовать эти компоненты ландшафта для оценки степени загрязнения территории и выяснения особенностей его пространственного распределения [3].

Целью исследований являлось выяснение особенностей накопления ТМ в почвах импактной зоны ООО «Белинвесторг-Сплав» (г. Белоозерск). Завод начал функционировать в 2013 г.; осуществляет рециклинг отработанных аккумуляторных батарей и производство марочного свинца и сплавов (порядка 10 тыс. т в год). В границах 710-метровой санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия, помимо промышленных и энергетических объектов, инженерных и транспортных коммуникаций, расположены также сельскохозяйственные угодья ОАО «Песковское» (север-северо-восточный сектор) и фрагментарно – участки луговой и лугово-лесной растительности (юго-западный

и юго-восточный сектора). В 2018–2020 гг. был произведен отбор проб почв как в пределах СЗЗ, так и в радиусе до 2,5 км от предприятия. В целинных почвах пробы отбирали с глубины 0–10 см, на пашне – 0–20 см, на болотных почвах – из верхнего торфяного слоя 0–20 см; во всех случаях почвы отбирались методом «конверта». Экспериментальные исследования образцов почв проводили в лабораториях Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси. Подготовленные пробы анализировались на содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS.

Наиболее распространенным способом оценки воздействия предприятий на окружающую среду является сопоставление фактического содержания какого-либо загрязняющего вещества с его предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Однако необходимо признать, что с помощью норм ПДК можно лишь односторонне оценивать изменение качества окружающей среды, так как данный подход не всегда позволяет отличать загрязненные территории от незагрязненных, особенно в первые годы функционирования предприятий-загрязнителей. Так, согласно [3], минимальное время формирования контрастных геохимических аномалий существенно зависит от типа воздействия и в среднем составляет 5–10 лет. В этой связи санитарно-гигиенический подход, основанный на нормативах ПДК, является неприемлемым для экспрессной геохимической индикации загрязнения почв, по меньшей мере, в течение первых 6–8 лет деятельности предприятий. Поэтому в нашей работе особенности химического состава почв, подвергающихся воздействию аэральных выбросов предприятия, устанавливались путем его сравнения с показателями для фоновых территорий.

Сравнительный анализ образцов дерново-подзолистых супесчаных почв, отобранных в импактной зоне ООО «Белинвестторг-Сплав», демонстрирует довольно высокий уровень окультуренности пахотной почвы ОАО «Песковское» и огородной почвы частного домовладения д. Хрисо (таблица 1). Они отличаются повышенным и высоким содержанием гумуса (2,74 % и 3,04 % соответственно), очень высокой обеспеченностью фосфором (485 мг/кг и 645 мг/кг), средней (169 мг/кг) и приближающейся к повышенной (196 мг/кг) обеспеченностью калием, средним (1027 мг/кг) и повышенным (1273 мг/кг) содержанием кальция. Перечисленные показатели, как и близкая к слабокислой реакция почвенной среды (рН в КС1 – около 5,3), находятся в границах оптимальных значений и свидетельствуют о высокой буферной способности почв в отношении их загрязнения ТМ.

Таблица 1 – Агрохимические свойства дерново-подзолистых супесчаных почв в импактной зоне ООО «Белинвестторг-Сплав» (г. Белоозерск)

Место отбора	Хозяйственное использование	Агрохимические показатели									
		Гумус, %	рН в КС1	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Zn	CaO	MgO	Mn	S
				мг/кг							
ОАО «Песковское» (у д. Маневичи)	Пашня	2,74	5,28	485	169	1,4	10,3	1027	78	2,6	6,4
СЗЗ ООО «Белинвестторг-Сплав»	Свежая залежь	2,24	5,29	87	46	1,2	3,4	1022	94	2,1	5,3

Продолжение таблицы

СЗЗ ООО «Белинвестторг- Сплав»	Луг – много- летняя залежь	1,77	4,52	88	49	1,4	3,5	443	59	3,0	4,6
Частное домовладение, д. Хрисо, ул. Южная, д. 2	Огород	3,04	5,26	645	196	5,2	10,2	1273	162	4,3	13,8
	Сад	3,27	5,19	170	51	3,1	10,1	1124	151	3,5	10,0

Учитывая низкое (на уровне фоновых значений) содержание приоритетного элемента-загрязнителя, каковым является Pb (таблица 2), и способность хорошо окультуренных высокобуферных почв противодействовать транслокациям элемента в возделываемые растения, можно сделать вывод об отсутствии в ближайшей перспективе опасности загрязнения сельскохозяйственной продукции в рассматриваемых локациях почвенно-корневым путем. Этот вывод справедлив и в отношении торфяно-болотной низинного типа почвы (Д) юго-восточного сектора рассматриваемой территории. Среди исследованных почв она отличается наиболее высоким содержанием Pb (16,21 мг/кг), не превышающим, однако, значений, установленных нами для фоновых почв-аналогов (17,86 мг/кг). В литературе имеются указания на способность торфяно-болотных почв к более интенсивному накоплению Pb в сравнении с минеральными дерново-подзолистыми песчаными и супесчаными почвами [4].

Таблица 2 – Содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах импактной зоны ООО «Белинвестторг-Сплав»

Место отбора	Хозяйственное использование	Валовое содержание элемента, мг/кг								
		Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn	Fe	Co	Cr
СЗЗ, юго-западный сектор	Луг на техно-земе	10,95	н.о.	12,25	18,04	51,72	119,88	13 710,5	3,40	28,92
СЗЗ, юго-восточный сектор	Свежая залежь	7,5	0,04	1,9	7,9	4,5	71,2	3046,5	0,8	2,1
	Много-летняя залежь	8,0	0,07	1,6	6,9	2,8	26,6	1333,4	0,1	1,8
ОАО «Пес-ковское»	А	5,3	0,10	2,1	19,1	5,5	44,0	2051,0	1,3	2,3
	Б	3,59	н.о.	2,45	19,33	–	–	–	–	–
	В	3,46	н.о.	1,66	9,73	–	–	–	–	–
	Г	3,99	н.о.	1,85	6,28	–	–	–	–	–
	Д	16,21	0,23	4,87	8,67	–	–	–	–	–

Продолжение таблицы 2

Частное домовладение, д. Хрисо, ул. Южная, д. 2	Огород	5,0	0,05	8,2	32,6	2,7	178,0	2360,8	0,9	2,4
	Сад	8,5	0,08	4,8	25,7	5,1	164,7	2577,5	1,0	2,7
Фон для пашни [22]		5,98	0,18	2,52	12,65	1,80	115,2	–	1,10	5,55

Примечание – А – С33, 420 м, север-северо-восток; Б – С33, 740 м, восток-северо-восток; В – 1400 м, восток-северо-восток; Г – 2700 м, северо-запад; Д – торфяно-болотная низинная, 1900 м, юго-восток; н.о. – ниже предела обнаружения; – – определение не проводилось.

Вместе с тем такая опасность существует и с течением времени будет усиливаться в отношении сырья, к примеру, лекарственных травянистых растений, собранных на условно нативных луговинах (многолетняя залежь) в ближнем радиусе от предприятия (до 500 м). Так, почва под мезоксерофитным вейниково-разнотравным луговым сообществом, находящимся в полосе 180–340 м к юго-востоку от предприятия, характеризуется комплексом неблагоприятных агрохимических свойств: недостаточным содержанием гумуса (1,77 %), низкой (88 мг/кг) и очень низкой (49 мг/кг) обеспеченностью фосфором и калием, приближающейся к сильнокислой реакцией среды (рН в КС1 = 4,52), низкой (443 мг/кг) и очень низкой (59 мг/кг) обеспеченностью кальцием и магнием (таблица 1). Таким образом, ряд ключевых показателей, характеризующих буферность почв, находится в области пессимальных значений и предопределяет высокую подвижность ТМ и их способность к транслокациям в растения. Кроме того, в отличие от пахотных почв, где вследствие механической их обработки происходит периодическое перемешивание слоев и «разбавление» элементов, в залежных почвах наблюдается более интенсивное и выраженное накопление металлов в верхнем горизонте. Так, содержание Рb в 0–5 см слое рассматриваемой почвы приблизилось к 8,0 мг/кг, что в 1,3 раза выше фоновых значений (таблица 2). Подобная интенсивность накопления Рb за 7-летний период функционирования предприятия заслуживает особого внимания, фокус которого должен быть ориентирован на выяснение особенностей аэрального загрязнения объектов окружающей среды в импактной зоне.

Особое место в ряду рассматриваемых почв принадлежит техноземам промплощадки ООО «Белинвестторг-Сплав» и ее ближайших окрестностей. Встречающиеся утверждения об интенсивном загрязнении почвогрунтов промплощадки выбросами предприятия являются, на наш взгляд, несостоятельными. Ранжированный ряд элементов по абсолютным значениям их содержания (среднее для двух проб) для технозема выглядит следующим образом: Mn19,88 > Ni51,72 > Cr28,92 > Zn18,04 > Cu12,25 > Pb10,95 > Co3,40 > Cd; геохимическая формула (составлена на основе Кс) имеет такой вид: Ni28,73 > Cr5,21 > Cu4,86 > Co3,09 > Pb1,83 > Zn1,43 > Mn1,04 > Cd. Соответствующие ряды для почв вейниково-разнотравного луга, расположенного на таком же расстоянии и в направлении господствующих от предприятия ветров, – Mn48,90 > Pb7,75 > Zn7,40 > Ni3,65 > Cr1,95 > Cu1,75 > Co0,45 > Cd0,06; и Ni2,03 > Pb1,30 > Cu0,69 > Zn0,59 > Mn0,42 > Co0,41 > Cr0,35 > Cd0,31.

Основываясь на полученных геохимических формулах, которые отражают последовательность расположения элементов по степени их аномальности (она, по мнению ряда авторов [5; 6], определяется граничным критерием Кс(крит) > 1,5), можно

сделать вывод о никель-хромовой геохимической специализации техноземов – явление, абсолютно несвойственное природным и природно-техногенным геосистемам юго-запада Беларуси. Обращает на себя внимание и очень высокий уровень содержания железа (до 14 000 мг/кг и более), многократно превышающий значения, фиксируемые у остальных почв. Учитывая, что никель, хром и железо – постоянные компоненты золошлаковых отходов объектов тепло- и электроэнергетики [7; 8], можно утверждать, что основу техноземов промплощадки ООО «Белинвестторг-Сплав» составляют отходы ранних стадий функционирования Березовской ГРЭС (с 1964 по 1971 г. работала на каменном угле) с соответствующей геохимической спецификой.

Никель-свинцовая геохимическая специализация почв под вейниково-разнотравным лугом имеет более сложный генезис и является результатом комбинированного загрязнения почв выбросами Березовской ГРЭС и ООО «Белинвестторг-Сплав». При этом первый источник в большей мере ответственен за никелевое загрязнение (с 1971 г. станция некоторое время работала на мазуте, при сгорании которого выделяется Ni), второй – за свинцовое. Этот вывод подтверждается также константным превышением $K_c(\text{крит}) > 1,5$ по никелю в возделываемых почвах ООО «Песковское» и частного домовладения.

Таким образом, почвенно-геохимическая ситуация в контурах почв сельхозугодий СЗЗ ООО «Белинвестторг-Сплав» и на прилегающих землях в целом остается благоприятной в отношении загрязнения как свинцом, так и остальными исследуемыми элементами. Однако необходимо учитывать, что при нахождении даже больших масс соединений ТМ в экосистеме и, в частности, в воздухе, их концентрация в почве возрастает медленно, т. к. почвы являются главной составной частью массы экосистемы (объемный вес почвы несопоставимо выше по сравнению с другими компонентами экосистем). О существующей тенденции нарастания содержания свинца в почвах, особенно ближнего от предприятия радиуса, свидетельствует переход концентраций элемента в область выше фоновых величин (около 8 мг/кг против 5,98 мг/кг).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sharma, R. K. Biological effects of heavy metals: An overview / R. K. Sharma, M. Agrawal // *J. Environ. Biol.* – 2005. – Vol. 26, № 3/4. – P. 1–13.
2. Титов, А. Ф. Тяжелые металлы и растения / А. Ф. Титов, Н. М. Казнина, В. В. Таланова. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2014. – 194 с.
3. Перельман, А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1999. – 610 с.
4. Лукашенко, Н. К. Загрязнение торфяных почв свинцом и накопление его многолетними травами : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / Н. К. Лукашенко. – Минск, 2008. – 21 с.
5. Хомич, В. С. Цинк в почвах городов Беларуси / В. С. Хомич, Т. И. Кухарчик, С. В. Какарека // *Почвоведение.* – 2004. – № 4. – С. 430–440.
6. Касимов, Н. С. Экогеохимия ландшафтов / Н. С. Касимов. – М. : ИП Филимонов М. В., 2013. – 208 с.
7. Фоменко, Н. А. Применение окисленных бурых углей для повышения экологической безопасности утилизации золошлаковых отходов : дис. ... канд. техн. наук : 25.00.36 / Н. А. Фоменко. – М., 2019. – 110 л.
8. Соловьев, Л. П. Утилизация зольных отходов тепловых электростанций / Л. П. Соловьев, В. А. Пронин // *Соврем. наукоемкие технологии.* – 2011. – № 3. – С. 40–42.

УДК 556.388:632.154(477)

Н. П. ОСОКИНА

Украина, Киев, ИГН НАН Украины

E-mail: N. Osokina @ gmail.com

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ
И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

На основе наших многолетних исследований установлено, что пестициды присутствуют во всех объектах окружающей среды: подземных, поверхностных, минеральных водах, почвах, породах, донных отложениях, растениях, водорослях. Изучали стойкие хлорорганические соединения: п,п'-ДДТ, п,п'-ДДЕ, о,п'-ДДД, α -ГХЦГ, β -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, альдрин, гептахлор; фторсодержащий пестицид трефлан; фосфорорганические пестициды: карбофос, метафос, фозалон, фосфамид; азотсодержащие пестициды и др.

В каждой пробе подземной воды находятся пестициды в концентрации 10^{-3} – 10^{-6} мг/дм³ от 1–3 до 8 наименований, относящихся к разным классам химических соединений, суммарный эффект действия которых на организм человека не изучен.

Попадая в подземную воду разными путями, пестициды ухудшают качество подземных вод. Если концентрация пестицидов в подземной воде превышает ПДК, то такая вода представляет опасность для жизни и здоровья людей. Если пестициды находятся в подземной воде в концентрации ниже ПДК, то, по нашему мнению, при длительном употреблении такая вода угнетает генетическую и иммунную системы человека. За период 1960–2011 гг. на сельхозугодья Украины поступило 2 млн 85 тыс. т пестицидов. Наличие пестицидов и их производных в природной геосистеме способствует образованию новой грунтово-геохимической обстановки, потому изменяются условия формирования химического состава подземных и минеральных вод. В результате действия антропогенных загрязнителей (пестицидов) изменяется химический состав подземных вод.

Содержание пестицидов в подземных водах не остается постоянным, а претерпевает закономерные изменения как во времени, в многолетнем цикле, так и по сезонам года. В многолетнем цикле на разных участках отмечается в одних случаях рост, в других – снижение концентрации отдельных пестицидов в подземных водах, что вызвано, возможно, сменой ассортимента и нагрузок пестицидов на разных территориях.

Пестициды на территории Украины обнаружены в водоносных горизонтах на разных глубинах (до 764 м), что характеризуется разной степенью природной защищенности. Как показал анализ конкретных материалов, основными источниками загрязнения подземных вод пестицидами являются почвы сельхозугодий, территории расположения складов предприятий – изготовителей ядохимикатов, места захоронения пестицидов, растворные узлы, загрязненные поверхностные воды и др. За 2005–2007 гг. в Украине было зарегистрировано (перерегистрировано) 1112 пестицидов и агрохимикатов.

Сегодня особенно актуальной является проблема предотвращения загрязнения пестицидами питьевой и минеральной вод, продуктов питания. Попадая разными путями в организм человека, пестициды могут вызвать нежелательные последствия. Несмотря на вредное влияние пестицидов, они являются основным способом борьбы с вредителями, болезнями сельскохозяйственных культур и бурьянами. Необходимы контроль и строгая регламентация объемов того или иного класса пестицидных препа-

ратов при внесении их на сельхозугодья. Отличительная черта хлорорганических пестицидов – увеличение их в последующих звеньях биологической цепи. Сохраняясь в пахотном слое почвы, эти соединения в зависимости от ситуационной обстановки могут перемещаться в вертикальном и горизонтальном направлениях, проникая в подземную геосистему, подземные и поверхностные воды, растения, воздух. В грунтово-климатических условиях Украины срок жизни этих веществ составляет от нескольких до 100 лет и определяется множественным влиянием биотических и абиотических факторов, которые влияют на процессы химического и биологического разложения: окисление, гидролиз, дехлорирование и др. Существенными есть физико-химические свойства пестицидов, особенности строения и состава почв, взаимодействие в системе почва – смежные среды (вода, растения, воздух).

Почва является основным местом максимального накопления хлорорганических пестицидов, откуда происходит миграция их в другие среды – воду, растения (продукты питания) и, в конечном счете, в организм человека.

Выводы. 1. Содержание хлорорганических пестицидов (Σ ДДТ, Σ ГХЦГ) в подземных водах в среднем по Украине составляет $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-3}$ мг/дм³, в поверхностных водах рек и озер $1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-4}$ мг/дм³.

Многолетнее изучение содержания пестицидов в почвах и горных породах Украины позволило установить, что в настоящее время около 20 производных этих веществ присутствуют в почвах и породах на уровне $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-2}$ мг/кг до единиц мг/кг, формируя фоновое загрязнение, в том числе и биосферных заповедников, заказников, парков.

2. Мало накапливают и легко очищаются от пестицидов (дни, месяцы) светло-серые оподзоленные, песчаные почвы, пески и песчаники, где пестициды имеют хорошие миграционные свойства. Черноземы мощные, хорошо гумусированные, некоторые разновидности лугово-болотных почв, черноземы дерновые, каштановые почвы хорошо накапливают и удерживают пестициды. В таких почвах пестициды имеют плохие миграционные свойства. С позиций загрязнения гидросферы особую опасность представляют длительно живущие в почве вещества. Они являются приоритетными загрязнителями всех подсистем. Для них характерна физическая адсорбция (сорбция) породами и почвами, медленная миграция по грунтовому профилю. В основном это ртуть- и мышьяксодержащие соединения, хлорорганические производные, симметричные триазины. Они накапливаются в почвах и породах, причем в породах на 1–2 порядка выше, чем в почвах.

3. Проведенные исследования по изучению миграции в зависимости от тектонической раздробленности позволяют допустить наличие зависимости между тектонической раздробленностью и содержанием стойких хлорорганических пестицидов в водоносных горизонтах четвертичных и эоценовых отложений Киевской области. Чем выше степень тектонической раздробленности, тем меньше содержание суммы ГХЦГ и его изомеров, особенно в воде водоносного горизонта четвертичных отложений. Наличие значимых корреляционных связей для более высокоподвижного пестицида ГХЦГ и стойкого ДДТ свидетельствует о том, что накопление пестицидов происходит в местах с низкой тектонической раздробленностью. Чем выше тектоническая раздробленность, тем лучше миграция пестицидов.

4. Выявлены аномальные зоны миграции пестицидов в «гидрогеологических окнах» северо-западной части Днепровского артезианского бассейна. В «гидрогеологических окнах» в воде скважин водоносного горизонта эоценовых отложений концентра-

ции пестицидов меньше, чем на территориях с наличием слабопроницаемого слоя мергелей киевской свиты эоцена, где в воде скважин идет накопление пестицидов.

5. Изучение защищенности подземных вод основных водоносных горизонтов Киевской области и г. Киева показало, что в среднем с увеличением глубины опробования водоносного горизонта четвертичных отложений с 1–5 до 25–30 м загрязнение воды уменьшается в два раза.

Тенденция уменьшения концентраций пестицидов с глубиной в воде эоценового, сеноманского и юрского водоносных горизонтов не выявлена. Таким образом, задержка пестицидов происходит в почвах, породах водоносного горизонта четвертичных отложений и частично в ниже залегающих слоях пород.

Воды водоносных горизонтов четвертичных, эоценовых, сеноманских и юрских отложений на 1–2 порядка чище, чем почвы и водовмещающие породы, что свидетельствует про их значительные сорбционные характеристики. Однако существенные вариации концентраций пестицидов на разных глубинах указывают на условия значительной неравномерности проникновения пестицидов на глубину и, соответственно, на достаточно разные защитные свойства водоносных и слабопроницаемых пород территории исследований.

6. Изучение влияния применения и процессов миграции пестицидов на подземные воды показало, что зависимость глубины миграции пестицидов по почвенному профилю носит обратный характер от коэффициента адсорбции, содержания органических веществ, величины рН. С увеличением адсорбции почвы миграция пестицидов замедляется. С уменьшением рН почвы адсорбция увеличивается и замедляется миграция пестицида [1].

7. Если концентрация пестицидов в подземной воде превышает ПДК, то такая вода представляет опасность для жизни и здоровья людей. Если пестициды находятся в подземной воде в концентрации ниже ПДК, то, по нашему мнению, при длительном употреблении такая вода может угнетать генетическую и иммунную системы человека.

8. Среднегодовое применение инсектицидов и гербицидов в тоннах по действующему веществу сопоставимо с общей заболеваемостью ЗНО на 100 тыс. человек через 5–9 лет [2].

9. С целью минимизации негативных последствий накопления пестицидов в подземных водах и других объектах окружающей среды в Украине и их влияния на подземную геосистему необходимо проводить контроль и эколого-гигиеническую оценку антропогенно загрязненных территорий. Проведение экологической экспертизы, экологического аудита позволяет оценить и спрогнозировать с достаточной степенью точности реальное состояние, экологические риски, ответственность за них; регулировать напряжения, которые возникают в экосистемах, и тем самым предвидеть и предупреждать возможные неблагоприятные экологические ситуации и экологические техногенные катастрофы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осокина, Н. П. Содержание остаточных количеств пестицидов в подземных водах и других объектах природной среды отдельных регионов Украины / Н. П. Осокина. – Киев : Изд. Кравченко Я. О., 2019. – 190 с.

2. Ротарь, М. Ф. Пестициды в геологической среде и некоторые последствия их применения в Украине / М. Ф. Ротарь, О. Г. Лиходедова. – Одесса : ИНВАЦ, 2007. – 170 с.

УДК 504.61:551.4:911.53:553.3/.8(476)

А. И. ПАВЛОВСКИЙ¹, А. Н. ГАЛКИН², О. В. ШЕРШНЁВ¹

¹Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

²Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

E-mail: aipavlovsky@mail.ru; galkin-alexandr@yandex.ru

ТИПИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

В районах добычи и переработки полезных ископаемых формируются природно-технические (лито-технические) системы, которые характеризуются максимальным воздействием на экологические функции геологической среды.

Важнейшим фактором является глубинное (до 1000 м) физическое, физико-химическое и химическое преобразование литосферы. Разработка месторождений полезных ископаемых, их переработка приводят к перемещению значительных объемов вещества, сопоставимых с деятельностью природных геологических процессов. Происходит интенсивное воздействие на экологические функции геологической среды. При открытой добыче полезных ископаемых вскрышные породы складываются в отвалы на поверхности, формируя качественно новый техногенный рельеф, что приводит к перераспределению поверхностного стока, формированию новых водосборов, образованию техногенных поверхностных водных объектов (каналы, пруды), формирующихся из дренажных вод отвалов и терриконов, шламонакопителей и хвостохранилищ. Происходит замещение природного фациального состава четвертичных отложений. Изменение гидродинамических условий приводит к образованию крупных депрессионных воронок, происходит изменение химического состава подземных вод. Большие территории отчуждаются под карьеры и отвалы, производственные площадки и коммуникации.

Предприятия горно-добывающей и горноперерабатывающей промышленности представляют собой комплексы карьерных, шахтных и других хозяйств, объединенных в единую инфраструктуру. Практически вокруг каждой крупной горной выработки формируется локальное хозяйство, даже комплексы локальных хозяйств, связанных широкой сетью дорог и продуктопроводов. Функционирование глубоких карьеров и шахт обычно требует складирования в отвалы больших объемов пустой породы, создания мощных и сложных дренажных систем. Нередко в районах добычи осуществляется первичная переработка полезных ископаемых, работают горно-обоганительные комбинаты, значительные площади заняты хвостохранилищами и шламонакопителями.

На территории Беларуси разведано большое количество месторождений полезных ископаемых, многие из которых активно разрабатываются. Функционируют предприятия по переработке и обогащению как добываемых, так и привозных полезных ископаемых. Крупнейшие горнопромышленные комплексы – производственное объединение «Доломит» (месторождение доломитов «Руба»); ОАО «Беларуськалий» (Старобинское месторождение калийных солей); РУПП «Гранит» (карьер по добыче строительного камня «Микашевичи»); ОАО «Гомельский химический завод» (предприятие по производству фосфоросодержащих минеральных удобрений, серной и фосфорной кислот).

Таким образом, в районах добычи и переработки полезных ископаемых происходит серьезная трансформация экологических функций геологической среды в результате техногенного воздействия, что в дальнейшем определяет формирование негатив-

ной эколого-геологической обстановки. Типизация источников техногенного воздействия на геологическую среду является важным компонентом изучения трансформации экологических функций верхней части литосферы в рамках формирования лито-технических систем.

В районах добычи и переработки полезных ископаемых основными источниками воздействия на экологические функции геологической среды являются здания, цеха и производственные сооружения, коммуникации, отвалы и терриконы, карьеры, шахты, горные выработки, взрывные работы, горные комбайны, экскаваторы, комбинаты, рудники, строительство, шламонакопители, хвостохранилища, водозаборы, ЛЭП, электрическое оборудование цехов, шахт, рудников, электротранспорт и др.

Типизация источников техногенных воздействий на геологическую среду проведена на основании специфики (механизма) воздействия (таблица). Среди них механическое, гидромеханическое, гидродинамическое, электромагнитное, физико-химическое, химическое. Воздействие источников техногенной трансформации осуществляется либо путем прямого физического изменения геологической среды, либо через формирование различных полей техногенного происхождения.

Таблица – Типизация источников техногенной трансформации экологических функций геологической среды

Источники воздействия		Тип воздействия	Вид воздействия
Механическое	Здания, цеха и производственные сооружения, коммуникации, отвалы и терриконы	Уплотнение	Гравитационное Укатывание
	Взрывные работы, шахты, карьеры	Разуплотнение	Статическая и динамическая разгрузка
	Карьеры, шахты, горные выработки, взрывные работы, горные комбайны, экскаваторы	Внутреннее разрушение массива горных пород	Экскавация Фрезерование Дробление Взрывное разрушение
	Комбинаты, шахты, рудники, строительство	Аккумулятивный рельеф	Отсыпка отвалов, терриконов Создание насыпей и дамб
	Карьеры, шахты, рудники, дорожное строительство	Выработанный рельеф	Формирование карьеров, котлованов, каналов, прудов Образование мульд проседания
	Строительство, рекультивация	Планировка рельефа	Планировка производственных площадок Дорожное строительство Рекультивация и террасирование склонов

Продолжение таблицы

Гидромеханическое	Шламонакопители, хвостохранилища	Гидроаккумулятивный рельеф	Намыв дамб, плотин
	Водозаборы	Гидровыработанный рельеф	Просадочно-суффозионные явления
Электромагнитное	ЛЭП, электрическое оборудование цехов, шахт, рудников, электротранспорт	Стихийное	Наведенные электрические поля
Физико-химическое	Отвалы и терриконы	Гидратное	Дегидратация
	Отвалы и терриконы, шламонакопители, хвостохранилища	Кольматирование	Физическое
	Отвалы и терриконы	Выщелачивание	Прямое
	Отвалы и терриконы, шламонакопители, хвостохранилища	Ионно-обменное	Солонцевание
Химическое	Отвалы и терриконы, производственные цеха, склады, стоки, шламонакопители, хвостохранилища	Загрязнение	Кислотное Щелочное Засоление Тяжелыми металлами

Источники, оказывающие прямое механическое или гидромеханическое воздействие, выделяются с учетом симметрии «прямого» и «обратного» действия. В частности, это уплотнение – разуплотнение, аккумулятивный – выработанный рельеф и т. д. Объекты, влияющие на экологические функции геологической среды посредством электрических, магнитных или электромагнитных полей, воздействуют непосредственно лишь на вещественные элементы геологической среды: горные породы и подземные воды – и не влияют на рельеф и геодинамику территории. Источники, оказывающие химическое воздействие, влияют лишь на вещественные компоненты геологической среды и не влияют непосредственно на рельеф и геодинамические процессы. Происходит химическое загрязнение массивов горных пород, поверхностных и подземных вод.

Вид воздействия выделяется по конкретному техногенному влиянию, оказываемому тем или иным источником, раскрывающим его индивидуальность.

УДК 553.97

В. А. РАКОВИЧ, О. Н. РАТНИКОВА

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: mire4@tut.by

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБЫВШИХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЕНЕЦКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время выработанные торфяные месторождения Каменецкого района используются полностью или частично в сельскохозяйственном направлении. Часть выработанных торфоучастков используется в лесном хозяйстве. Созданы пруды. Некоторые из участков используются неэффективно и поэтому зарастают кустарником (Злятино, Млыны).

Как правило, низкая эффективность использования выработанных торфяных месторождений в качестве сельскохозяйственных земель обусловлена их природно-генетическими особенностями, в частности наличием сапропеля, мергеля в подстилающем грунте, содержащего карбонаты кальция. При высоком содержании карбонатов кальция фосфор фосфорных удобрений переходит в неусвояемые для растений формы. Даже при внесении повышенных доз фосфорных удобрений растения на таких почвах испытывают фосфорное голодание, а возделываемые многолетние травы дают низкие урожаи. Использовать такие земли в сельском хозяйстве экономически невыгодно, поэтому они постепенно превращаются в бросовые территории. Еще одной причиной является неровность рельефа из-за наличия карьеров на торфяном месторождении, а также невозможность создания оптимального водно-воздушного режима на выработанных торфяных месторождениях, осушаемых с помощью насосных станций. Наличие в подстилающем грунте сапропеля является серьезным препятствием в сельскохозяйственном освоении таких месторождений из-за плохой проходимости сельскохозяйственной техники на таких площадях.

Неэффективное использование выработанных торфяных месторождений в сельском хозяйстве приводит к их зарастанию древесно-кустарниковой растительностью, и, согласно спутниковой информации, такие территории в Каменецком районе уже появились.

Помимо экономических потерь от недобора сельскохозяйственной продукции, зарастание выработанных торфяных месторождений древесно-кустарниковой растительностью усиливает степень их пожароопасности.

По данным Схемы рационального использования и охраны торфяных ресурсов Республики Беларусь на период до 2010 г., «Инвентаризации нарушенных земель», проведенной институтом «Белгипролес», а также данным районной землеустроительной службы, в Каменецком районе числится 15 частично выработанных торфяных месторождений с общей площадью 7383 га. Большинство из них имеют площадь в нулевых границах залежи более 100 га, некоторые – более 1000 га.

Большинство выработанных торфяных месторождений и небольших по площади участков выбыло из эксплуатации в 1975–1990 гг. Залежь остаточного слоя торфа практически на всех месторождениях низинная со степенью разложения 35–40 % и зольно-

стью 20,0–25,0 %. После завершения добычи глубина остаточного слоя торфа варьировала в пределах от 0,1 до 1,0 м в связи с неровностями рельефа дна; в среднем для использования в качестве сельскохозяйственных земель при передаче землепользователям была не менее 0,5 м. Однако к настоящему времени произошло уменьшение глубины остаточного слоя торфа из-за процессов минерализации органического вещества.

Все торфяные месторождения низинного типа, вырабатывались, в основном, фрезерным способом РПО «Сельхозхимия» и торфопредприятием «Любашкинское» в 1975–1990 гг. Выработанные участки преимущественно переданы для дальнейшего использования в сельскохозяйственном направлении под луговые культуры, часть используется в лесном хозяйстве, на некоторых построены водоемы.

В районе имеются примеры изменения принятых ранее направлений использования выработанных торфяных месторождений. Как показала практика, некоторые месторождения, выработанные РПО «Сельхозхимия» и передаваемые для использования в сельскохозяйственном производстве, по целевому назначению, фактически, использоваться не могут из-за необходимости значительных финансовых вложений на проведение мелиоративных работ и рекультивацию. Поэтому со временем такие неиспользуемые земли зарастают древесно-кустарниковой растительностью и часто заболочены. Часть площадей, поросших древесно-кустарниковой растительностью, передана в ведение лесничеств.

Осушающее воздействие на прилегающие территории. В Каменецком районе все выработанные торфяные месторождения, находящиеся в осушенном состоянии, оказывают существенное осушающее воздействие на прилегающие территории. Например, осушительная система выработанной части торфяного месторождения Сипурка при площади, на которой выполнена разработка торфяной залежи, равной 32 га, оказывает осушающее воздействие на площади 58 га, что на 81 % больше площади разработки. Аналогично для торфяного месторождения Красный Рудец эти площади, соответственно, равны 498 и 573 га, т. е. осушительная система этого торфяного месторождения распространяет свое осушающее действие на прилегающую территорию, площадь которой на 15 % превышает площадь разработки.

В целом по Каменецкому району общая площадь выработанных торфяных месторождений составляет 2200 га, а осушающее действие каналов распространяется на площадь 2097 га, т. е. общая осушенная площадь меньше суммарной площади выработанной части всех торфяных месторождений района на 4,7 %. Это объясняется тем, что часть выработанных площадей имеет уровни грунтовых вод выше дневной поверхности.

Если к выработанным участкам примыкают сельскохозяйственные угодья на суходолах, как, например, к торфяным месторождениям Омелинское, Любашкинское, то в засушливые периоды на суходольных землях с песчаными и супесчаными почвами, дренируемых осушительными системами, расположенными на торфяниках, будет усиливаться дефицит влаги для сельскохозяйственных культур, что негативно повлияет на величину и качество урожая. Для суходольных земель, примыкающих к торфяному месторождению Омелинское, эта площадь составит до 14 га, к торфяному месторождению Любашкинское – до 96 га. Вместе с тем в нормальные и обильные по увлажнению вегетационные сезоны не будет негативного влияния осушительных систем выработанных торфяных месторождений на продуктивность таких суходолов.

Если к выработанным торфяным участкам примыкают болотные экосистемы, как, например, на торфяном месторождении Красный Рудец, то неразработываемые части этого торфяного месторождения будут подсушены на площади 75 га, и это негативно будет влиять на состояние данных болотных экосистем в течение всего времени действия осушительных каналов.

Если выработанные участки соприкасаются с лесами, как, например, на торфяном месторождении Сипурка, то это приведет к подсушению лесных фитоценозов и к их смене, в частности, ольховые фитоценозы, размещающиеся по окраинам торфяных болот, после осушения могут быть трансформированы в другие фитоценозы.

В настоящее время используются не достаточно эффективно из-за особенностей природно-генетических свойств (геоморфология, подстилающие грунты и др.) выработанные торфяные месторождения Злятино, Млыны. В районе целесообразно осуществить мероприятия по оптимизации использования вышеуказанных выработанных торфяных месторождений. На выработанных торфяных месторождениях (либо участках) Злятино, Млыны целесообразно изменить направление использования земель с сельскохозяйственного на естественное лесовозобновление с дальнейшим формированием заболоченных лесов или осуществить повторное заболачивание этих территорий путем строительства перемычек. В обоих случаях будут сформированы заболоченные леса, однако при естественном лесовозобновлении в течение 15–25 лет возможны пожары на этих территориях. Хотя естественное лесовозобновление на первом этапе не требует финансовых вложений, повторное заболачивание предпочтительнее, так как стоимость мероприятий по повторному заболачиванию на площади 111 га составит 20,2–28,9 тыс. руб., а на тушение лесных пожаров на осушенном торфянике может потребоваться в десятки и даже сотни раз больше денежных средств. Изменение направлений использования следует осуществлять в соответствии с ТКП 17.12-01-2008 (02120).

Отказавшись от сельскохозяйственного использования малопригодных для этой цели земель, район выиграет экономически и экологически, так как прекратятся затраты на возделывание малопродуктивных лугов, исчезнет осушающее воздействие на прилегающие территории, прекратится эмиссия диоксида углерода в атмосферу, вырастет лес, возобновятся процессы образования и накопления торфа, а также процессы поглощения из атмосферы диоксида углерода и выделение в нее кислорода, восстановятся местообитания биоразнообразия. На выработанных торфяных месторождениях, используемых в сельском хозяйстве, целесообразно осуществить мероприятия по улучшению лугов, что существенно повысит их продуктивность. Экономическая эффективность от этих мероприятий на площади 1014,2 га составит 40,6–50,7 тыс. руб. в год.

УДК 621.039

А. Н. РОЗКО¹, Ю. Г. ФЕДОРЕНКО²

¹Украина, Киев, Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н. П. Семененка НАН Украины

²Украина, Киев, Институт геохимии окружающей среды НАН Украины
E-mail: al.rozko@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Геополлимерные связующие (геополлимеры) появились в середине прошлого века благодаря работам Дж. Давыдовца, а на Украине – В. Д. Глуховского [1; 2].

Основу таких связующих представляет минеральная сетка
– Si – O – Al – O – Si –

с соотношением Al к Si от 1 : 1 до 1 : 4 и больше. Для цементирования предпочтительным считается отношение 1 : 2. Практика показала, что для получения геополимерных связующих пригодны многие алюмосиликатные материалы природного (глины, цеолиты, туфы и т. д.) и техногенного (золы уноса ТЭС, шлаки металлургических комбинатов, шламы глиноземных заводов и т. д.) происхождения, содержащие в составе SiO_2 и Al_2O_3 . Из этого следует разнообразие вариантов и рецептов геополимеров.

Первоначальным применением геополимерных связующих было строительство. Геополимерный бетон использовался для строительства летного поля в Австралии, при производстве канализационных труб, керамики с регулируемой пористостью и т. д. Использование геополимеров в экологии, а именно при цементировании отходов производства, делает свои практически начальные шаги.

Экологически оправданным считается замена связующего из портландцемента, при производстве которого выделяется большое количество CO и CO_2 , на геополимеры, лишенные этих проблем.

Кроме рассмотренных, геополимерные связующие имеют целый ряд преимуществ, среди которых наиболее важным является способность постепенно самоупрочняться. Предел прочности на сжатие может со временем повыситься в 1,5–2 раза. Геополимеры химически устойчивы, для производства не требуют дорогостоящего оборудования, достаточно недорогие.

При цементировании некоторых отходов формирование геополимерной сетки вынуждено происходить в специфических условиях. Так, например, при цементировании ЖРО при предварительном упаривании содержание соли повышается до 500–800 г/л. Формирование геополимерной сетки требует предварительного подогрева солей до температуры выше 60°C , при которой все соли (бораты, нитраты, хлориды) находятся в растворенном состоянии и только после охлаждения ниже 50°C тетраборат натрия превращается в метаборат, размер кристаллов которого может регулироваться добавкой дисперсного материала (зародышей), например цеолита или бентонита.

Экспериментально показано, что в этом случае при цементировании имитатов ЖРО получают геополимерные компаунды, имеющие предел прочности на сжатие 10 МПа и более. Это в два раза превышает предел прочности, нормируемый [3] для компаундов на основе портландцемента.

Геополимерные компаунды имеют высокую радиационную стойкость при облучении. Устойчивы при длительном (три месяца) выщелачивании. В случае выщелачивания из компаундов стабильных Cs и Sr скорость выщелачивания для Cs была на порядок выше допустимой ($10^{-3} \frac{\text{г}}{\text{см}^2 \text{сутки}}$), а для Sr показатели приближались к допустимым.

Таким образом, можно уверенно считать, что применение геополимеров для утилизации отходов является перспективным направлением, которое требует дополнительного изучения. Основная сложность в данном вопросе состоит в недостаточной изученности физико-химических свойств компонентов геополимерных связующих (зол, шлаков и т. д.) и особенно их нестабильности и непредсказуемости. В состав шлаков входят минералы, которые не участвуют в формировании геополимерной сетки (матрицы), а являются только наполнителями, хотя при химическом анализе SiO_2 наполнителей входит в общий анализ шлаков. Разные партии шлаков отличаются соотношением между входящими минералами: ранкиитом, бредигитом, мервинитом и т. д. Последствия этих отличий составляют отдельный вопрос для изучения.

Большое значение имеет аморфная фаза шлаков. От ее количества и состава зависят многие показатели компаундов. Однако до настоящего времени не определен подход к изучению этой важной фазы.

В золе уноса ТЭС почти всегда присутствует недожог, количество которого может превышать 20 %. Частично избавиться от него удастся, используя фракцию золы <120 мкм, в которой его количество уменьшается. Проблема влияния аморфной фазы золы также актуальна, а изучение микросфер золы показывает их слабую адгезию к материалам геополимерной матрицы, что может снижать ее прочностные свойства.

Важную роль играет массовое соотношение между компонентами в связующих: шлаком, золой уноса, щелочью, жидким стеклом, водой и т. д. Оптимизация составов методом факторного эксперимента сталкивается с необходимостью изготовления и изучения большого количества образцов. Значительное влияние оказывают сама процедура цементирования и подготовка к ней. Так, например, при цементировании жидких углеводов они могут быть внесены в геополимерное связующее непосредственно или в виде водной эмульсии или поглощенными специальными сорбентами (цеолитом, палыгорскитом и т.д.)

Таким образом, приведены результаты наблюдений и экспериментов, учет которых может быть полезным при выполнении работ по повышению качества геополимерных связующих, а также расширению их области применения для кондиционирования и утилизации токсических отходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Davidovits, J. Soft Mineralurgy and Geopolymers. In proceeding of Geopolimer / J. Davidovits // 88 International Conference, The Universite de Technologie. – Compiègne. France, 1988. – P. 49–56.
2. Глуховский, В. Д. Грунтосиликаты их свойства, технология изготовления и область применения : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В. Д. Глуховский. – Киев, 1965.
3. Отходы радиоактивные цементированные. Общие технические требования : ГОСТ Р 51883-2002. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 7 с.

УДК 550.43

A. O. SPLODYTEL, I. V. KURAIIEVA

Ukraine, Kyiv, M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy
and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine
E-mail: asplodytel@gmail.com

HEAVY METALS CONTENT IN THE SOILS AROUND ROCK DUMPS

Complexity of the problem of studying technogenic loads on geosystems is caused by the multi-variance reactions of the natural environment as an integral system. Technogenic environmental loads are excessive, in many regions, catastrophic, In Ukraine. One of the difficult, ecologically problematic regions is Donbas is the country's largest industrial region of coal mining. The armed conflict, which continues on this territory already from 2014, among other issues, has also become a cause of new environmental threats in the region. Donbas study environmental problems complicated by difficult access to many territories, the inability to perform full-fledged experimental work and obtain the necessary information.

Detailed ecological and geochemical studies at the zone of conflict in eastern Ukraine were carried out by us in 2017–2020, commissioned by the United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, a Swiss non-governmental organization Center for Humanitarian Dialogue to assess the environmental hazards of possible industrial accidents along the line of contact. Taking into account the recommendations of OSCE, local subdivisions of the State Service of Ukraine for Emergencies and regional Military and Civil Administrations identified objects of ecological monitoring in the territory controlled and uncontrolled by the Ukraine (Yakovliev and Chumachenko, 2017). Geochemical surveys of the soil cover, sources of drinking water supply and measurements of the radiation background are provided for these objects.

To study the influence of the rock dumps of Donbas coal mines on the adjacent territories, the chemical composition of the typical for Donbas rock dumps of a coal mine and the soils adjacent to the dump were analyzed. Soil sampling was carried out at distances of 50, 100, 150 and 250 m from the dump within one of these plumes and beyond by control points. Repetition of sampling is three times, evenly across the width of the plume.

The content of trace elements in dump rocks and soils was determined by mass spectral (ICP-MS) analyzer ELEMENT-2 (Country of origin is Germany), at the Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation named after M. P. Semenenko NASU and the Institute of Geology of the Polish Academy of Sciences.

Characteristic feature of the landscape geochemical structure of Donbas is the rock dumps of coal mines, which serve as the most powerful sources of soil pollution.

Most of them are subject to intense wind and water erosion, which creates favorable conditions for the accumulation of man-made elements, in particular zinc, chromium, lead, cadmium, mercury, uranium, manganese, cobalt, nickel, copper and others. Under conditions of reduced sorption properties of landscapes, pollution of groundwater and groundwater with toxic elements and substances is observed. Due to intensive oxidation in the rock dumps is sulfuric acid leaching, which involves the removal of a number of toxic chemical elements. Depending on the time of existence of heaps, the degree of removal of elements can vary significantly.

Comparison of the average content of individual chemical elements with their Clarke concentrations (C_c) that is, the ratio of Clarke in the earth's crust with the local Clarke) in the coal of Donbas shows that the coal of the Donetsk basin is characterized by an increased content of metal in the ash residue. The concentration levels of elements in the waste of various concentration plants are variable and depend on the composition of the rock formed after coal cleaning (Sposito, 1984).

In the natural state, the landscapes of Donbas mainly belong to the *Calcium class*. The most significant geochemical features of this type of landscape are associated with the presence in the migration of carbonate rocks. Mobile calcium compounds cause the neutral and even slightly alkaline soil and alkaline saturation absorbing complex Ca and Mg. However, soils do not contain hydrogen exchange. Colloids are not mobile, as they coagulate with Ca and Mg ions. Such conditions are favorable for the accumulation of humus.

Geochemical features of the described landscapes are largely associated with intensive migration and accumulation of Ca, which causes a neutral and slightly alkaline reaction of soils, waters, coagulates colloids, is part of most weathering and soil formation and is one of the main components of soil and surface water. Ca is a typomorphic element of this landscape.

Mobile Ca compounds in the Ca-class forbs and cereal landscapes determine a neutral, weakly alkaline reaction and saturation of the absorption complex with calcium. Organic residues accumulated in the soil, after decomposition, enrich the soil with humus substances. The

humus content ranges from 1.42–3.01 %. The formation of a weakly acidic medium in the upper horizons of the soil profile is mainly due to the time limit for the neutralization of a large amount of organic matter by bases. In the landscapes of the Ca-class, pollutants, namely heavy metals, have a small migration capacity and are almost not removed from the soil.

Sulfuric acid landscapes are formed as a result of oxidation processes on the dump surface, which leads to the formation of H_2SO_4 and the formation of a highly acidified environment. Reaction of strongly acidic groundwater ($pH < 3.0$) is due to the oxidation of sulfides to sulfates.

The study revealed the features of the geochemical transformation of natural calcium landscapes into anthropogenic sulfuric acid. There is a clear change in pH and sulfate ion content in the rock dumps in comparison with typical soils of the region. The pH in the rocks of the dump is 6.1, and the sulfate content of 0.23 %. In typical soils, the content of sulfate ion varies between 0.005–0.007 % and $pH > 6.5$, which indicates a significant increase in these ions compared to the natural content in the soils of Donbas.

The area adjacent to the dump is characterized by an increased content of sulfate ions (0.04–0.41 %). There is also a transformation of the content of hydrogen ions (pH from 4,6 to 8,1). Such processes are laid down due to the washout of the dump rock into the adjacent territory. The low migration ability of technogenic elements in neutral and alkaline media slows down the process of their translocation into adjacent media.

The content of humus compounds ranges from 0.25 to 3.83 %. According to the pH value, the dump rocks have a weakly acidic reaction (pH 4.8–5.6). Due to the heavy granulometric composition of the rock, the amount of absorbed cations is high (24–32 meq / 100 g), Ca^{2+} and Mg^{2+} predominate among the ground cations. Hydrolytic acidity is 3.5–4.2 meq / 100 g of soil, which is explained by the presence of aluminum ions.

As a result of ecological and geochemical studies at a distance of 200–320 m from the base of 7 rock dumps, the following soil cover pollutants were established: copper (9.4 % of exceedances), nickel (17.3 % of exceedances), lead (27.7 % of exceedances) and zinc (62.4 % of exceedances) (Table). The high density of rocks will discourage and individual cases of flooding of territories are evidence of the presence of potentially contaminated areas.

On the example of the industrial site of the mine “Zolote” of the State Enterprise “Pervomaiskuvhillia” the levels of soil contamination in zone of influence of rock dumps are investigated. Exceedance of Clark values and maximum concentration limits of heavy metals is established.

An anomaly with a high concentration of heavy metals was found at a distance of about 2–2.3 km from the rock dumps. In plan it has an elongated shape long axis is oriented in the sub-latitudinal direction towards the general lowering of the relief. The maximum anomalous content of Manganese reaches 11 000 mg/kg, Chromium – 2300 mg/kg, zinc – 4700 mg/kg.

Content of heavy metals is 2.2–15.4 times higher than the background concentrations in black soils and 1.7–2.6 times – MPC. Thus, in the 3-km zone around the dump, HM is sediment from the water and air migration flows, leading to their excessive accumulation in the upper soil layer. Favorable conditions are also formed near the rock dumps for the accumulation in the soils of an increased content of not only gross, but also mobile forms of HM.

The methodological basis for researching the ecological and geochemical component of the rock dumps of Donbas is the development of typification and analysis of disturbances in the geological environment, the establishment of the geochemical field of pollution and the forecast of development. From a geochemical point of view, the landscapes of Donbas, which form the basis of rock dumps, are azonal, since, unlike natural calcium ones, they are sulfate, which in natural conditions is typical only for volcanic regions. This is associated with the

formation of alkaline geochemical barriers and contamination of adjacent territories with Lead, Zinc, Cadmium, Copper, Cobalt, etc.

Table – The content of heavy metals in rocks of the dumps of Donbas coal mines, mg/kg

Chemical elements		Territories of coal mine dumps						Clark lithosphere	MPC in soils (mg/kg)
		SS Mine "Toshkivska" PA "Pervomaiskvuhillia"	SE Mine "Vuglirska" PA "Ordzhoniki-dzevuhillia"	SE Mine "Zolote" PA "Pervomaiskvuhillia"	SE Mine "Kreminna" PA "Lysychanskvuhillia"	SS Mine "Hirska" PA "Pervomaiskvuhillia"	SS Mine "Karbonit" PA "Pervomaiskvuhillia"		
Zinc	<i>min-max</i>	0-75	0-50	8-140	30-80	0-50	0-100	83	–
	μ	42	12	67.2	60.6	35	40		
Molybdenum	<i>min-max</i>	0.3-5	0-6	0-2	0-2.8	0-5	0-16	1.1	–
	μ	1.5	1.6	0.06	1.02	2	1,2		
Chrome	<i>min-max</i>	80-180	30-110	5-67	2-55	50-70	50-200	83	–
	μ	120	80	21.4	19.5	60	110		
Lead	<i>min-max</i>	12-40	5-40	0-76	10-130	10-300	12-2500	16	32
	μ	20	23	21.6	49.8	80	110		
Cobalt	<i>min-max</i>	8-22	0-10	3-22	2-7.8	10-20	0-30	18	–
	μ	16	4	10.2	3.9	12	12		
Vanadium	<i>min-max</i>	60-230	30-120	20-70	0-80	50-80	12-600	90	150
	μ	130	70	24.6	39.6	60	170		
Manganese	<i>min-max</i>	300-600	120-700	200-2560	200-500	200-800	120-1000	1000	1500
	<i>max</i>	370	320	986.4	65.4	70	420		
Nickel	<i>min-max</i>	30-90	10-40	5-82	15-30	15-35	5-90	58	80
	μ	35	18	31.8	13.8	20	30		

УДК 581.55

А. М. СУНДЕТОВА

Россия, Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет
Sundetova.aigerim2000@gmail.com

ДИНАМИКА ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ ГОРОДОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. ЛОНДОНА)

Город всегда рассматривался исследователями как совокупность экономических, социально-бытовых и культурных комплексов, которые имели большое значение в развитии человечества. Усиление процесса урбанизации началось в XVIII в. в западных странах в связи с промышленной революцией. Так, количество населения одного из центров промышленной революции Лондона с 1600 по 1900 г. изменилось с 200 тыс. до 6,5 млн человек. Перенаселение городов привело к изменению естественных ландшафтов. Поэтому постоянное исследование городских ландшафтов, их структуры и динамики всегда является актуальным.

Цель работы – проанализировать динамику изменения городских ландшафтов по данным дистанционного зондирования Земли на примере г. Лондона, изучить методы дистанционного зондирования, проанализировать существующие работы по изучению городских ландшафтов, оценить изменения площади ландшафтной структуры урбанизированных территорий.

Объекты исследования – Лондон и его ландшафтная структура.

Материалы исследования. В качестве материалов служили исторические карты Лондона XVIII–XIX вв., а также космические снимки Landsat 4–5,8 Лондона 1985 и 2015 гг.

Методика выполнения работы. Использовали два метода дешифрирования: визуальный и автоматизированный.

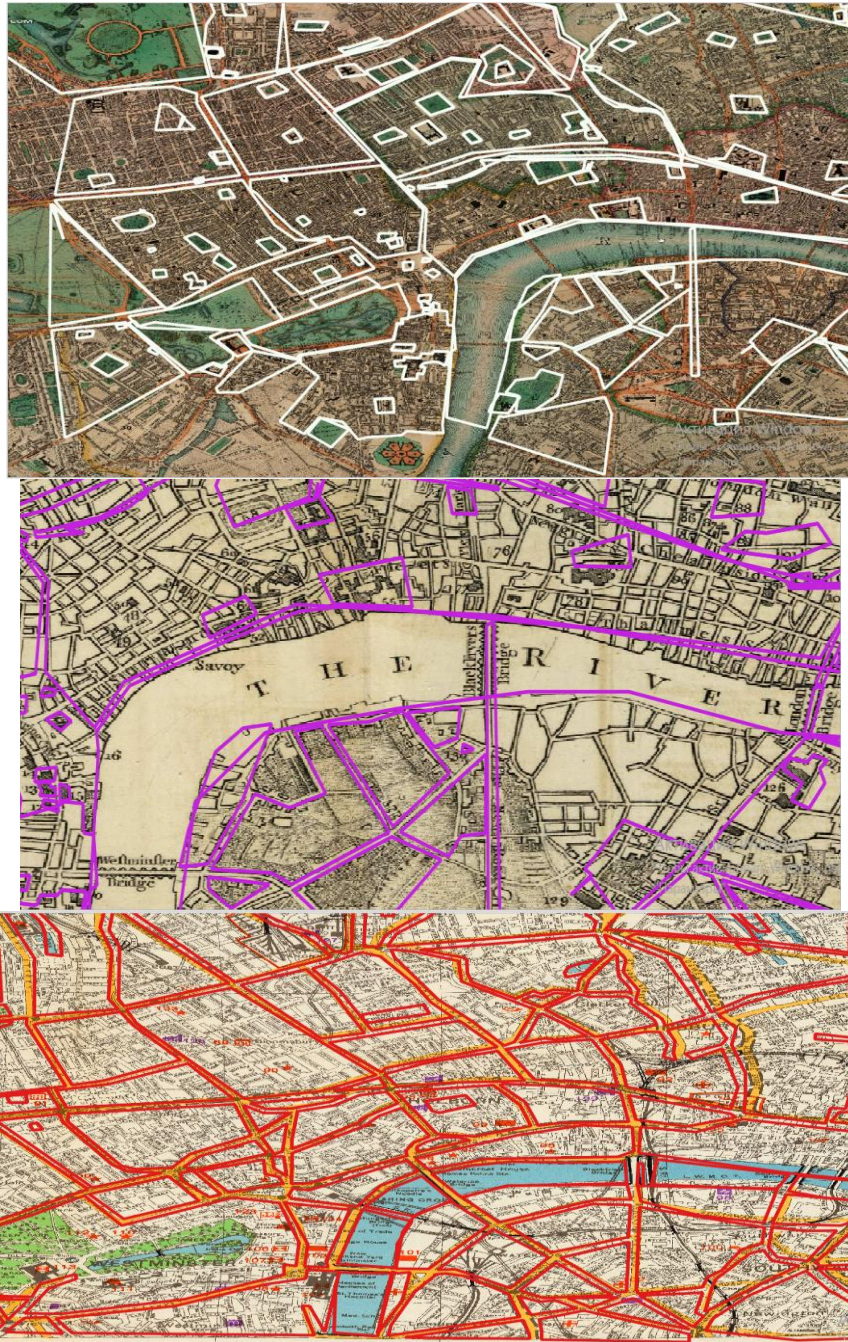
Визуальное дешифрирование – информация со снимков считывается и анализируется человеком. В первую очередь мы начали отбирать подходящие материалы (карты), основываясь на хорошем качестве и читабельности объектов.

Обнаружение и опознавание. Ориентировались мы на особенностях зрительного восприятия (восприятие яркости, цвета, размера и объема), а также на интерпретации объектов. Интерпретация объекта в свою очередь проводится на основании дешифровочных признаков. Делятся на прямые и косвенные. В нашем случае мы ориентировались на прямые признаки: цвет, размер, структура, форма.

За исследуемые объекты мы взяли объекты, которые могут измениться больше всего. Это зеленые насаждения, водные объекты, жилая застройка и сельскохозяйственные поля.

По каждой карте с помощью дешифровочных признаков было определено, как выглядят ландшафтные структуры на изученных картах. Каждому объекту присвоили ID и с помощью QGIS продешифровали вручную все карты, далее посчитали площади.

В результате получили отдешифрованные карты.



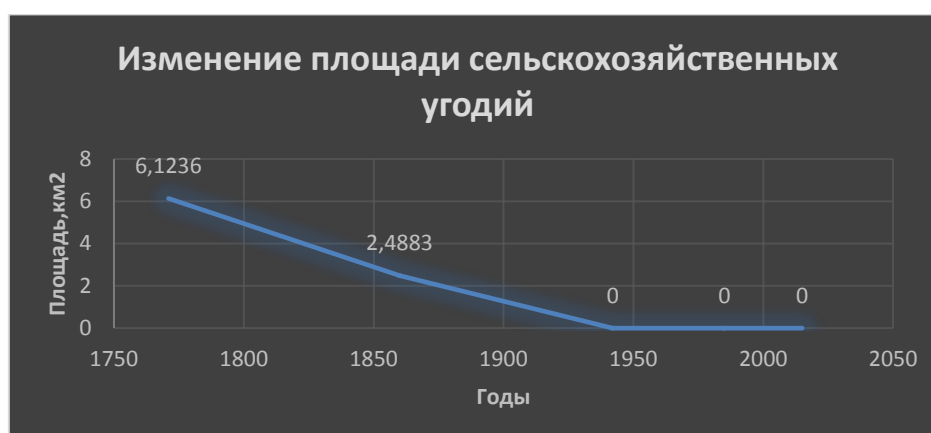
Автоматизированное дешифрирование

Выбор космических снимков основывался на сезонах года и малооблачности, чтобы все объекты было легко отличить.

При автоматизированном дешифрировании необходимо не только выбрать наиболее значимые дешифровочные признаки объектов, но и описать их математически. В качестве основного признака используем спектральный образ объекта.

В зависимости от набора значений спектральной яркости каждого пиксела снимка Qgis определил его принадлежность к тому или иному классу объектов, т. е. выполнил классификацию объектов.

Результаты исследования:



На графике видно, что площадь сельскохозяйственных угодий свелась к 0. Стоит отметить, что мы рассматривали центральную часть города, следовательно, с плотной застройкой города. Сельхозугодья отошли в северную часть, город – в периферию. Также стоит сказать, что с XVIII–XIX вв. экономика Англии основывается на промышленности, а не на сельском хозяйстве.



На графике видно, что площадь жилой застройки линейно увеличивается. Это связано прежде всего с промышленной революцией. Стали появляться флот, различные общественные места и заводы. Основным вектором развития страны стало не сельское хозяйство, а промышленность. Также еще одной причиной развития города стало увеличение численности населения. Лондон стал центром торговли и главной страной-метрополией.



На графике видно, что площадь зеленых насаждений постоянно изменяется, до XX в. она уменьшается, что связано также с бурным развитием промышленности и застраивания города. В конце XIX – начале XX в. Лондон считался самым загрязненным городом Европы (смог), поэтому власти с XX в. начали уделять большое внимание именно озеленению города, в связи с чем площади лесопосадок увеличились.



На графике видно, что количество водных объектов уменьшается. Возможно, это связано с тем, что город, разрастаясь, застраивает плотнее свою территорию, захватывая часть р. Темзы, а также различные мелкие озера. Также можно сказать, что из-за изменения ландшафта в городе поменялся и климат и некоторые мелкие водные объекты сами уменьшились в площади.

УДК 91:91:504:910.1/2

О. В. ТОКАРЧУК, С. М. ТОКАРЧУК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: oleg.v.tokarchuk@mail.ru

ПРОБЛЕМНЫЕ СИТУАЦИИ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ»

Введение. В последнее время проблеме оценки состояния водосборов уделяется большое внимание. Чаще всего в научных работах рассматриваются отдельные вопросы современного состояния бассейновых структур (густота речной сети, озерность, лесистость, распаханность и др.), достаточно редко встречаются комплексные исследования состояния речных и озерно-речных бассейновых структур разного территориального уровня Беларуси. Одним из направлений комплексных работ является проведение геоэкологической оценки водосборов. Под геоэкологической оценкой структур бассейнового строения понимается комплексное исследование, включающее оценку современного состояния природных и антропогенных экологически значимых характеристик, а также вычисление интегрального итогового геоэкологического показателя.

Использование антропогенных экологически значимых характеристик, которые лимитируют развитие и использование бассейновых структур, является одним из основных факторов объективности проводимого исследования, что подтверждается многими работами [1; 2]. Опираясь на критерии и показатели оценки антропогенных экологически значимых характеристик, возможно выделение проблемных ситуаций современного состояния структур бассейнового строения, на основе пространственного и структурного анализа которых можно разработать серии рекомендаций по оптимизации природопользования и улучшения состояния территории водосборов.

Материал и методика исследования. Анализ проблемных ситуаций современного состояния бассейновых структур территории Национального парка «Нарочанский» является составной частью комплексной геоэкологической оценки, а также величины антропогенных экологически значимых характеристик. Данное исследование опирается на методические разработки геоэкологической оценки малых структур бассейнового строения Национального парка «Нарочанский» [1].

При оценке антропогенных экологически значимых характеристик структур бассейнового строения использовались следующие показатели: распаханность (%); удельный вес городских территорий (%); плотность населения в пределах городских территорий (человек/км²); удельный вес сельских территорий (%); плотность населения в пределах сельских территорий (человек/км²); густота транспортной сети (км/км²).

Проблемные ситуации состояния малых водосборов национального парка выделялись на основании пятиуровневого равноинтервального ранжирования показателей оценки антропогенных экологически значимых характеристик с использованием дополнительного нулевого балла при полном отсутствии какого-либо явления.

В качестве проблемных для территории Национального парка «Нарочанский» выбирались показатели, которые отмечались высокими (4 балла) и очень высокими (5 баллов) значениями для антропогенных экологически значимых характеристик. Таким образом, уровневые границы последних оценочных категорий рассматриваются как пороговые значения геоэкологической оценки проблемных ситуаций состояния малых структур бассейнового строения национального парка.

Территориальной оценочной единицей исследования являются малые структуры бассейнового строения национального парка.

В ходе реализации предыдущих этапов исследований [2] были обоснованы типологические единицы строения озерно-бассейновых систем – малые водосборы, приречья и приозерья. На исследуемой территории была выделена 171 малая структура бассейнового строения, в том числе 83 малых водосбора, 49 малых приречий и 39 малых приозерий. Наибольшую площадь в пределах территории оценки занимают малые водосборы, наименьшую – малые приозерья.

В то же время отдельные структуры бассейнового строения являются трансграничными по отношению к изучаемой территории, основная часть данных структур находится за пределами территории парка и его внешней охранной зоны. Таким образом, при разработке методики геоэкологической оценки территории данные структуры были исключены из списка оценочных единиц. Геоэкологическая оценка и выделение проблемных ситуаций состояния малых структур бассейнового строения выполнялись в пределах 117 основных структур бассейнового строения и 23 трансграничных (но находящихся большей частью в парке) структур.

Результаты и их обсуждение. Описание основных проблемных ситуаций состояния малых водосборов парка представлено в таблице.

Таблица – Проблемные ситуации современного состояния малых структур бассейнового строения Национального парка «Нарочанский»

Индекс	Критерий оценки	Уровень оценки	Проблемная ситуация
Б1	Распаханность	>35 %	Высокая степень распаханности территории водосбора
Б2	Удельный вес городских территорий	>20 %	Высокий уровень урбанизации территории водосбора
	Плотность населения в пределах городских территорий	>500 человек/км ²	
Б3	Удельный вес сельских территорий	>22,5 %	Высокий уровень селитебной нагрузки сельскохозяйственных территорий на водосборы
	Плотность населения в пределах сельских территорий	>150 человек/км ²	
Б4	Густота транспортной сети	>2,5 км/км ²	Высокая густота автомобильной сети (раздробленность территории водосбора)

Выделение лимитирующих факторов антропогенной нагрузки показало, что для абсолютного большинства водосборов (102 водосбора, занимающих практически 93 % территории исследования), согласно разработанной методике, отсутствуют проблемные ситуации.

Для остальных водосборов наиболее значимым лимитирующим фактором является *высокая распаханность* (для семи водосборов). Все эти водосборы находятся в западной части парка. Пять из них расположены в северо-восточной части от оз. Свирь и представляют собой три приозерья (приозерье от истока р. Свирица до впадения

руч. Свирский включительно (с водосбором ручья); приозерье от впадения руч. Свирский до впадения руч. № 3; приозерье от впадения руч. № 3 до впадения руч. Оселица) и два водосбора (водосбор руч. № 3 и водосбор руч. Оселица), которые объединяются в один полигон с высокой степенью распаханности. Остальные две структуры бассейнового строения с высокой степенью распаханности представляют собой два водосбора (водосбор руч. № 52 и водосбор руч. Ольшевский) и находятся в крайней северо-западной части парка.

Для двух крайне небольших по площади водосборов (площадь каждого составляет менее 0,8 км²), представляющих из себя приозерья, отмечается высокий уровень *урбанизации*. К данным структурам относятся приозерье от впадения ручья у д. Хотилки до истока р. Свирица, расположенное на северо-западе от озера Свирь, в пределах которого располагается пгт Свирь, и приозерье от впадения скиного канала м/с «Ленинский путь» до впадения р. Дробня, которое находится на северо-востоке от оз. Мястро, значительную часть данного водосбора занимает г. Мядель.

Высокий уровень *селитебной нагрузки сельскохозяйственных территорий* отмечается для четырех структур бассейнового строения, расположенных преимущественно в северной части парка. Три из данных структур представляют собой водосборы (водосбор р. Малиновка (Большой Перекоп) от истока до д. Швакшты; водосбор руч. Волма и водосбор оз. Лотвины, оз. Россохи и оз. Ходосы с регулирующими протоками) и одна – приречье (приречье от выхода из мелиоративной системы «Кобыльник» до впадения в р. Малиновка).

Для одного водосбора (приозерье от впадения руч. Минчаковский до впадения скидного канала м/с «Ленинский путь»), который расположен на северо-восточной части от оз. Мястро, характерно сочетание высоких значений для двух неблагоприятных факторов (*коэффициентов городских и сельских территорий*).

Всего для одного водосбора (водосбор оз. Ильшня), который находится в крайней северо-западной части парка и занимает площадь всего 0,22 км², характерна *высокая густота автомобильной сети* (раздробленность территории водосбора).

Таким образом, для территории Национального парка «Нарочанский» характерно наличие незначительного количества проблемных ситуаций состояния структур бассейнового строения, которые проявляются всего на 15 водосборах, занимающих около 7 % оценочной территории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токарчук, О. В. Общие методические подходы к проведению геоэкологической оценки малых структур бассейнового строения Национального парка «Нарочанский» / О. В. Токарчук, С. М. Токарчук // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2020. – № 1. – С. 131–139.
2. Токарчук, О. В. Картирование озёрно-бассейновых систем территории национального парка «Нарочанский» / О. В. Токарчук, С. М. Токарчук // Псков. регион. журн. – 2018. – № 4 (36). – С. 65–81.

УДК 504.54(476)

Г. С. ТРОЦЮК

Беларусь, Кобрин, средняя школа № 7 г. Кобрин

E-mail: Galja_2020@mail.ru

СТРУКТУРА АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КОБРИНСКОГО РАЙОНА

Антропогенные ландшафты – природно-территориальные комплексы, которые возникли в результате взаимодействия природной среды и хозяйственной деятельности человека. К антропогенным ландшафтам относится большинство современных ландшафтов Земли. Сегодня существует много их разновидностей, создано много вариантов классификаций, построенных на основе учета степени антропогенной преобразованности природного ландшафта, генезиса, целей использования и хозяйственной ценности.

Антропогенные ландшафты разделяются на две группы – техногенные и природно-антропогенные ландшафты. Природно-антропогенные представляют комплексы, сформировавшиеся в результате целенаправленного использования ресурсов природного ландшафта в конкретных видах хозяйственной деятельности, которая влечет за собой трансформацию природного комплекса.

В отличие от природно-антропогенных ландшафтов, техногенные ландшафты являются комплексами, созданными руками человека, и не имеют аналогов в природе.

Придерживаясь этой классификации, к природно-антропогенным ландшафтам Кобринского района относим селитебный ландшафт (сельский), сельскохозяйственный ландшафт (полевой, садовый и лугово-пастбищный), водно-антропогенный ландшафт, бelligеративный ландшафт, рекреационный ландшафт.

К техногенным ландшафтам Кобринского района относятся селитебный (городской) и дорожный ландшафты.

Структура антропогенных ландшафтов Кобринского района

Каркасные антропогенные ландшафты. К этой группы относятся два класса антропогенных ландшафтов: селитебные и дорожные.

Селитебные ландшафты – это антропогенные ландшафты населенных мест: городов и сел с их постройками, улицами, дорогами, садами и парками. По степени преобразованности селитебные ландшафты делятся на два типа: городские и сельские антропогенные ландшафты.

Сельские селитебные ландшафты коренным образом перестраивают природный ландшафт. Сначала подвергаются изменению растительность и животный мир. Через некоторое время терпят изменения почвы и формы рельефа: усиливается смыв почв, на склонах появляются овраги.

На территории Кобринского района находится 162 населенных пункта. Район делится на 11 сельсоветов: Батчинский, Буховичский, Городецкий, Дивинский, Залесский, Киселевецкий, Новоселковский, Остромичский, Повитьевский, Тевельский, Хидринский.

Городские селитебные ландшафты как тип ландшафта моложе сельских поселений. Природные условия города отличаются большим своеобразием. На большей части городской территории почти полностью уничтожена растительность, а почвы покрыты сверху асфальтом и камнем.

Кобрин является административным центром и единственным городом Кобринского района; занимает площадь 31,6 км².

Дорожные ландшафты. Дорога как инженерный элемент ландшафта формируется и функционирует в процессе строительства и активной эксплуатации, время от времени перестраивается. Развитие всех процессов, в том числе и природных, постоянно и полностью контролируется человеком (техникой).

Дорожные ландшафты характеризуются линейным распространением в пространстве. Кобринский район обладает развитой дорожной инфраструктурой. Длина железных дорог – 74,1 км, автомобильных дорог – 577,3 км, в том числе с твердым покрытием – 288,1 км. Судходство по Днепровско-Бугскому каналу и р. Мухавец.

Через город проходят автомагистрали М1 (Брест – Москва), являющаяся частью европейского маршрута E30, М12 (Кобрин – граница Украины (Мокраны)); часть европейского маршрута E85, а также автомагистраль М10 (Кобрин – Гомель), соединяющая между собой районные центры Полесья. Кроме того, через город проходят республиканские дороги Р2 (часть старой дороги Брест – Москва от Столбцов до Кобрина) и Р102 (граница Польши – Высокое – Каменец – Кобрин).

Фоновые ландшафты. Эта группа ландшафтов объединяет два класса – сельскохозяйственные и лесные антропогенные ландшафты. Они заполняют «свободные» места между селитебно-дорожным каркасом и прилегающими регионами. Кроме этого, сельскохозяйственные и лесные антропогенные ландшафты часто определяют направления специализации отдельных регионов, являются источником продуктов питания для населения, и в большинстве случаев от характера их эксплуатации зависит экологическая ситуация отдельных стран, регионов и ландшафтной сферы Земли в целом.

Сельскохозяйственные ландшафты наиболее распространены среди антропогенных комплексов. К сельскохозяйственным антропогенным ландшафтам относятся пашни, сады, плантации и сеяные луга, травяно-кустарниковые пастбища и луга антропогенного происхождения.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий Кобринского района – 96 588 га. Площадь пашни – 54 511 га. Балл сельскохозяйственных угодий – 28,8. Балл пашни – 30,6. Мелиорировано 68,5 тыс. га.

Точечные антропогенные ландшафты. Эта группа антропогенных ландшафтов объединяет промышленные, водно-антропогенные и беллигеративные ландшафты. По происхождению они техногенные, как и селитебные и дорожные, однако их пространственное расположение существенно отличается от групп каркасных и фоновых антропогенных ландшафтов. В основном они занимают незначительные площади по сравнению с уже рассмотренными классами антропогенных ландшафтов и, лишь в отдельных случаях, могут формировать промышленные или аквальные районы. По влиянию на природную среду промышленные, водные антропогенные и беллигеративные ландшафты значительно отличаются между собой. Бесспорно, что ведущая роль принадлежит промышленным, а затем водным антропогенным ландшафтам.

Промышленные ландшафты – наиболее яркие представители техногенных ландшафтов. Примером промышленных ландшафтов являются разрабатываемые месторождения полезных ископаемых на территории Кобринского района. Запасы полезных ископаемых обусловлены особенностями геологического строения местности и историей развития территории района. Основные полезные ископаемые района и некоторые их месторождения: глины (Подземное, Именин), сапропели

(Великолесское), торф (Гатча-Осовское), строительные пески, песчано-гравийный материал.

Водно-антропогенные ландшафты – это система водохранилищ, прудов, карьеров и каналов, сформировавшихся в процессе освоения рек, а также производные водные антропогенные ландшафтные комплексы, образовавшиеся в местах карьерных выработок, антропогенного карста, а также отстойники. В районе находится 315 артезианских скважин. Для двухстороннего регулирования водного режима на мелиоративных объектах расположены три водохранилища. Канал Бона является старейшим известным мелиорационным объектом в Республике. Важную роль в формировании водно-болотных антропогенных ландшафтов играет процесс взаимодействия водной и наземной сред.

Беллигеративные ландшафты. Беллигеративные ландшафты – ландшафты, формирующиеся в районах ведения боевых действий. Это остатки воронок взрыва, окопов, траншей, противотанковых рвов и других следов войн. По сравнению с другими антропогенными ландшафтами, процесс исследования беллигеративных ландшафтных комплексов имеет свои особенности.

Гуманистические антропогенные ландшафты. К этой группе относятся рекреационные, сакральные и тафальные классы антропогенных ландшафтов. В пространстве они в основном «точечные», как сакральные и тафальные, но могут формировать и определять структуру ландшафтов отдельных территорий, как рекреационные ландшафты. Гуманистические антропогенные ландшафты создают отдельные классы ландшафтов и встречаются в виде урочищ местностей в структуре других классов антропогенных ландшафтов. В большинстве случаев их не нужно охранять специальными законами – люди сами заботятся об этих ландшафтах.

Рекреационные ландшафты. Рекреационный ландшафт – это ландшафт, предназначенный и преобразованный для рекреационной деятельности. Результатом сочетания различных видов природных рекреационных ресурсов является возможное образование различных подклассов рекреационных ландшафтов – оздоровительного, лечебного, спортивного, познавательного.

Примерами рекреационного ландшафта на территории Кобринского района являются городской пляж, оздоровительный центр «Колос».

Тафальные ландшафты. Для чествования умерших всегда создавались специальные сооружения или выделяли отдельные территории для захоронения, представленные антропогенными ландшафтными комплексами. Они являются самыми старыми и, наверное, одними из универсальных структур. Увеличение количества захоронений стало «генератором» для развития соответствующих ландшафтов и обеспечило человечество богатой информацией относительно прошлого.

Только в городе насчитывается несколько кладбищ: еврейское кладбище, старое и новое городское кладбище.

Сакральные ландшафты. Сакральным ландшафтам ученые уделяют пока мало внимания, но заинтересованность в их познании возрастает. Сакральные ландшафты – совокупность сакральных мест или пространств определенной территории, которая связывается с очень существенными событиями или через ее уникальные географические характеристики.

Антропогенные комплексы любого типа и ранга хотя и обязаны своим возникновением человеку, создаются в конкретных физико-географических условиях с учетом и в тесной связи с существующими природными ландшафтами, каждый ландшафт отличается своими индивидуальными особенностями. Создавая прямые антропогенные

комплексы, человек стремится к тому, чтобы они наиболее рационально, по возможности гармонично «вписывались» в природную среду.

УДК [551.241:550.8.015](476)

А. К. ХИБИЕВ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: loter_mc@mail.ru

МОНИТОРИНГ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ЛОКАЛЬНЫХ ПОЛИГОНАХ БЕЛАРУСИ И ИХ СВЯЗЬ С ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКОЙ

Геофизические измерения на локальных полигонах Беларуси ведутся с целью обнаружения аномальных зон, установления их точных параметров и интенсивности протекающих в разломах современных тектонофизических процессов. В результате многолетних наблюдений на специальных геодинамических полигонах Беларуси установлено аномальное поведение во времени и пространстве гравитационного и магнитного полей в зонах современных активных разломов литосферы: на участках контакта разломов с блоками стабильной земной коры, в областях плоскостей сместителя наблюдаются значительные по амплитуде вариации полей во времени тенденциозной направленности; на площадях развития такого класса разломов картина протекания магнитного поля космофизического происхождения существенно отлична от поведения поля на блоках вне зоны разлома. Природа явления находит следующее объяснение. Вариации во времени и пространстве геофизических полей, генерируемых геологическими образованиями, обусловлены воздействием на их формы и физические характеристики, на их напряженно-деформированное состояние современных тектонофизических процессов. Отличительные особенности картины течения во времени и пространстве магнитного поля в зонах глубинных разломов обусловлены проникновением на большие глубины в литосферу электромагнитного поля ионосферы Земли (возмущенной процессами взаимосвязи магнитосферы Земли, солнечного ветра и космических лучей) и встречных индуктивных полей от глубинных электропроводящих слоев [1].

В качестве рабочей гипотезы изучения влияния геофизических полей на жизнедеятельность человека, животного и растительного мира из многолетнего опыта принято, что в зонах глубинных разломов литосферы падающий на земную поверхность магнитный поток космического происхождения проникает на большие глубины и возбуждает вторичное электромагнитное поле, возникающее при воздействии на находящиеся на глубинах электропроводящие линзы, которое, проходя по разлому вверх, выходит на поверхность земной коры. Таким образом, в зоне глубинных разломов постоянно протекает встречный поток электромагнитного поля, отрицательно влияющий на расположенные в зоне глубинного разлома экологические объекты. Предполагается, что зона разлома контролируется интенсивными прибортовыми интрузиями, создающими магнитные и гравитационные аномалии. Именно вариации этих полей во времени связаны с современным представлением об активизированности разломов. С целью установления факта активизации разлома были выполнены специальные синхронные геофизические наблюдения, а также площадная пешеходная магнитная съемка, результат которой представлен на рисунке.

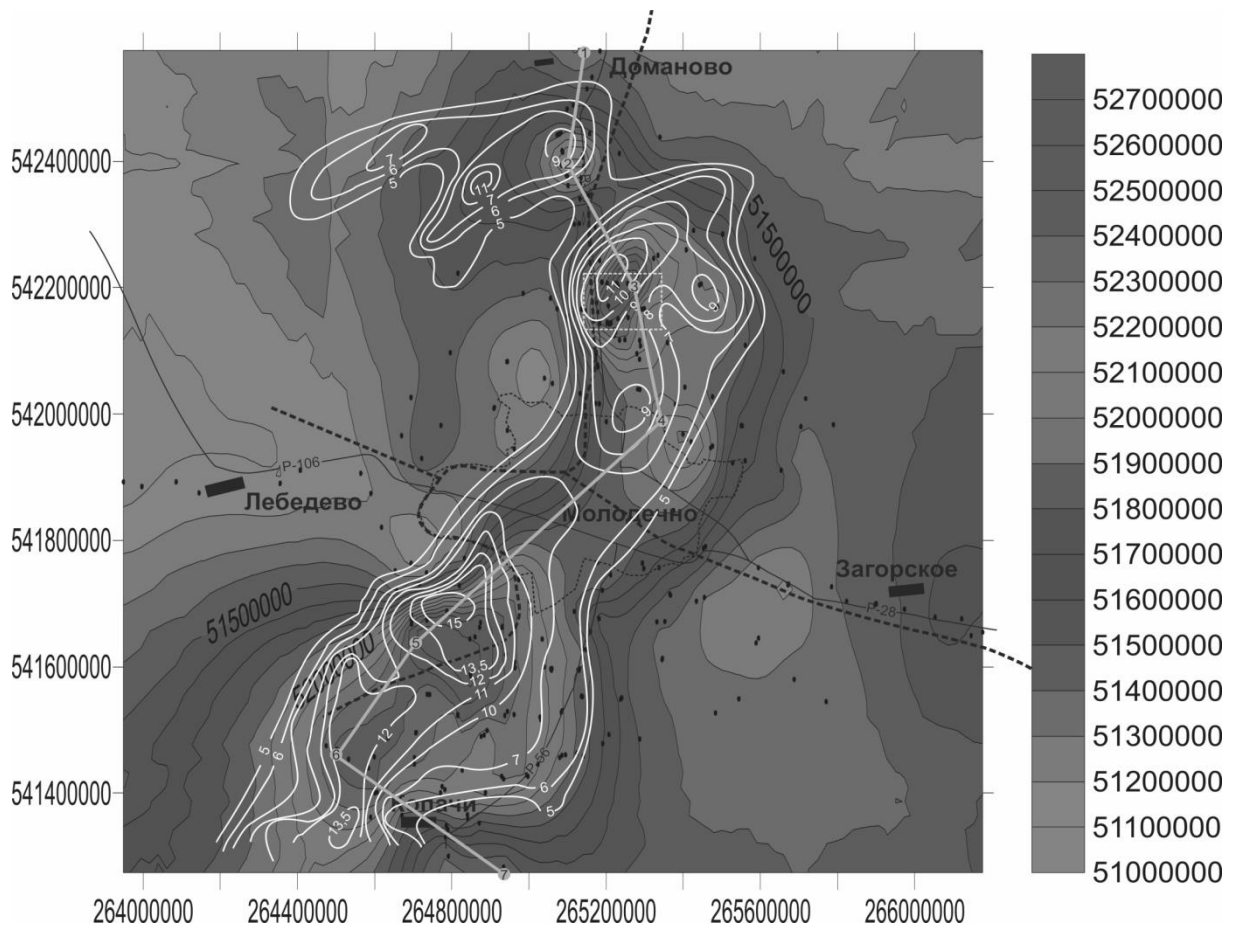


Рисунок – Карта аномального магнитного поля Молодечненского локального полигона.
Составили: Г. И. Каратаев, А. К. Хибиев, П. В. Шаблыко, С. Л. Сушкевич

Для оценки изменения значений магнитного поля со временем было проведено сравнение результатов магнитных наблюдений на Молодечненском полигоне в 2019 г. и данных геомагнитной съемки в 1988 г. (рисунок). Форма магнитовозмущающего тела практически не изменилась, в то же время зафиксирован рост абсолютного значения модуля поля T от 100–150 нТл до 500 нТл. Аномальное поведение магнитного поля в геопатогенных зонах коррелирует с аномальным поведением гравитационного поля тенденциозного характера [2].

По материалам научных и экспериментально-полевых исследований и данных о разломной тектонике, изменчивости структуры и интенсивности проявления геофизических полей и сейсмичности в пространстве и времени, данным техногенеза и медицинской статистики заболеваний населения Беларуси, литературным источникам, можно говорить о существовании уникального природного явления, существо которого определяется триадой «разломы литосферы – геофизические поля и геологические процессы – здоровье человека, состояние флоры и фауны, технические сооружения и аппаратура» и выражается формированием в литосфере геоэкологически неблагоприятных (геопатогенных) зон. При этом взаимосвязь этих трех элементов осуществляется через обладаемые ими физические поля.

В качестве «житейских», экологических объектов этого природного явления будем рассматривать: жизнь и здоровье человека, выраженные медицинскими характеристиками состояния его внешних и внутренних органов; состояние флоры и фауны; электротехнические системы. Тектонофизическую (эколого-геофизическую) модель данной триады будем характеризовать следующими положениями.

Первое положение. Литосфера разбита множеством разломов различной длины, ширины, глубинности и вещественного состава, которые являются каналами поступления из недр в верхние горизонты литосферы горячего магматического вещества, флюидов, газов и различных эманаций, в том числе радона. С геопатогенной точки зрения среди выделяемых по геолого-геофизическим данным разломов особую роль играют современно активизированные разломы, в которых в настоящее время непрерывно протекают своего рода электромагнитные бури, изменяются во времени параметры гравитационного и магнитного полей, формируется сейсмическое поле.

Второе положение. Крупные внутренние органы человека, объекты флоры и фауны, электротехнические устройства и приборы генерируют собственные физические поля, среди которых наибольшую практическую значимость имеет магнитное поле.

Третье положение. В зонах разломов, в особенности на участках их пересечений, геофизические поля и геологические (тектонофизические) процессы сильно возмущают физические поля «житейских» объектов, что непосредственно приводит к нарушению функционирования физиологических и технических процессов этих объектов, в частности к заболеванию внутренних органов человека и к нарушению психики [3].

Все изложенное говорит о том, что изучение триады «разломы литосферы – геофизические поля и геологические процессы – человек и объекты его жизнедеятельности» является новым геолого-экологическим направлением. Оно должно стать одним из ведущих факторов при выборе мест строительства санаториев, школ, больниц, заводов, изготавливающих прецизионную аппаратуру, химических заводов, метрополитена, железных дорог и автодорог, нефтегазопроводов, могильников химических отходов и других ответственных сооружений. Следует отметить, что в таких крупных городах, как Москва, Санкт-Петербург, Варшава, уже давно ведутся исследования геопатогенной обстановки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блох, Ю. И. Теоретические основы комплексной магниторазведки [Электронный ресурс] / Ю. И. Блох. – Режим доступа: <http://sigma3d.com/pdf/books/blokh-complex.pdf>. – Дата доступа: 12.10.2020.
2. Изучение вариаций геофизических полей в зонах активных разломов Беларуси в экологическом аспекте / Р. Г. Гарецкий [и др.] // Материалы международной научной конференции «Мониторинг состояния окружающей среды в целях устойчивого развития. 25 лет Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь». – Минск, 2018. – С. 129–133.
3. Каратаев, Г. И. Эколого-тектонофизическая среда Беларуси / Г. И. Каратаев, Р. Г. Гарецкий. – Минск : Беларус. навука, 2015. – 175 с.

УДК 556.388:556.535.8:556.555.8:661.632.2(476.2-2Гом)

О. В. ШЕРШНЁВ, А. И. ПАВЛОВСКИЙ, А. Ф. АКУЛЕВИЧ

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: gomelgeo@yandex.ru; aipavlovsky@mail.ru; aakulevich@gsu.by

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СТРОЕНИЯ ЗОНЫ АЭРАЦИИ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОМЕЛЬСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Зона аэрации и грунтовый водоносный горизонт образуют буферную зону, которая объединяет между собой все основные природные оболочки Земли, включая и техносферу. Ее мощность и строение влияют на миграцию загрязняющих веществ. Часть солей задерживается в зоне аэрации (сорбируется на породах или отлагается в порах горных пород и почв). Таким образом зона аэрации определяет защищенность грунтовых вод от загрязнения с поверхности.

Промышленная деятельность Гомельского химического завода (ГХЗ), связанная с размещением на площади более 90 га отвалов фосфогипса, рассматривается в качестве одного из ведущих факторов ответственных за загрязнение подземных вод.

Для оценки техногенного влияния на подземные воды в пределах производственной территории ГХЗ необходима детализация геолого-гидрогеологических условий, в том числе верхней части геологического разреза.

Объектом исследования является зона аэрации в пределах санитарно-защитной зоны ГХЗ. Геологическое и гидрогеологическое строение территории были изучены по данным инженерно-геологических изысканий, режимной и локальной сети мониторинга подземных вод ГХЗ за период 2017–2020 гг.

Зона аэрации района Гомельского химического завода расположена в пределах двух крупных геоморфологических элементов – водноледниковой равнины, сформировавшейся в спреднеплейстоценовое время после отступления днепровского ледника, и второй аллювиальной террасы р. Сож, сформировавшейся в верхнеплейстоценовое время. Эти геоморфологические элементы осложнены суффозионными западинами на водноледниковой равнине, эоловыми буграми и заболоченной ложбиной стока в пределах аллювиальной террасы и более поздними голоценовыми долинами рек Рандовки и Мильчи. В современное время появились мелиоративные каналы, отвал фосфогипса, промплощадка завода с техногенными срезками и подсыпками грунта, асфальтированием и застройкой территории, карьерные водоемы, дренажные каналы и каналы, дамбы обвалования, насыпи железных и автомобильных дорог. Таким образом, в настоящее время продолжается усложнение рельефа и литологического состава отложений, слагающих зону аэрации.

Проведенный нами анализ геологического строения зоны аэрации показывает, что ее строение представлено различными генетическими типами геологических образований. Среди них выделяются: отложения днепровской морены (супеси и суглинки), водноледниковые отложения времени отступления днепровского ледника (пески мелкие, пески пылеватые, супеси), аллювиальные отложения второй надпойменной террасы р. Сож (пески мелкие и пылеватые), эоловые отложения верхнеплейстоцено-голоценового времени (пески мелкие), аллювиальные отложения пойм рек Мильча и Рандовка (пески мелкие и пылеватые), аллювиальные старичные отложения (пески мелкие гумуссированные, ил), болотные отложения (зоторфованный грунт с сильно

разложившейся органикой), техногенные насыпные и намывные отложения (фосфогипс, строительные отходы, насыпной песчаный грунт, песчано-глинистый грунт строительных планировок и обратных засыпок). В разрезе зона аэрации может быть представлена однослойной толщей одного генетического типа, двухслойной толщей одного или двух генетических типов и трехслойной толщей двух или трех генетических типов (рисунок 1).

Мощность зоны аэрации не постоянная во времени и в пространстве и зависит от колебания уровня грунтовых вод, а в геологическом отношении – от генезиса, возраста и состава покровных отложений. За период 2017–2020 гг. амплитуда колебания мощности зоны аэрации по данным локальной сети мониторинга изменялась в широких пределах от 0,1 м до 1,04 м (рисунок 2).

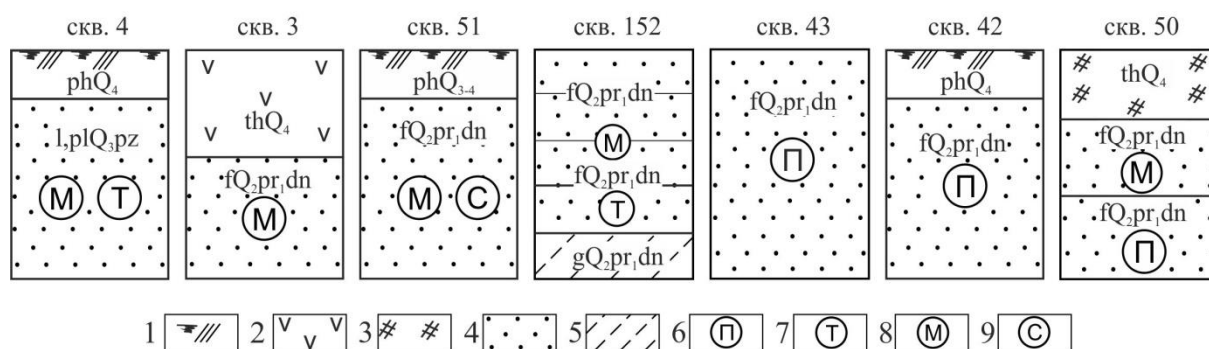


Рисунок 1 – Типичные разрезы литологических фаций в пределах санитарно-защитной зоны Гомельского химического завода по линии А–Б:
1 – почвенно-растительный слой; 2 – торф; 3 – насыпной грунт; 4 – песок; 5 – супесь; зерновой состав песка: 6 – пылеватый; 7 – тонкий; 8 – мелкий; 9 – средний

Примечание – Положение скважин см. на рисунке 3

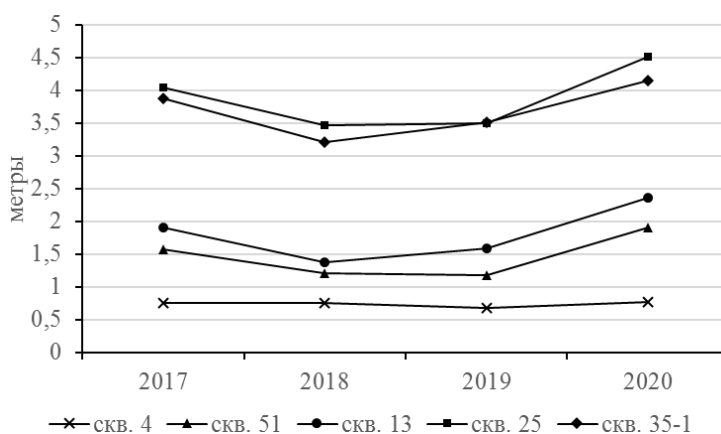


Рисунок 2 – Изменение уровня грунтовых вод (мощности зоны аэрации) по данным локальной сети мониторинга ГХЗ за период 2017–2020 гг.

Примечание – Положение скважин см. на рисунке 3

Мощность зоны аэрации в пределах санитарно-защитной зоны ГХЗ изменяется от 0 до нескольких метров. Она, как правило, не превышает 3–5 м, а на большей части составляет менее 1 м (рисунок 3). При этом на отдельных площадях, например в южной

части промышленной площадки, уровень грунтовых вод находится выше поверхности земли, и зона аэрации отсутствует. Пробуренные ОАО «Гомельгеосервис» в 1990-е гг. скважины на отвале фосфогипса не вскрыли грунтовые воды до глубины 12 м. Между отвалами фосфогипса мощность зоны аэрации определяется наличием дрен, замкнутых понижений, высотой отдельных площадок и склоновых накоплений фосфогипса.

Замеренное, по режимным гидрогеологическим скважинам, максимальное изменение мощности зоны аэрации связано прежде всего с сезонными факторами.

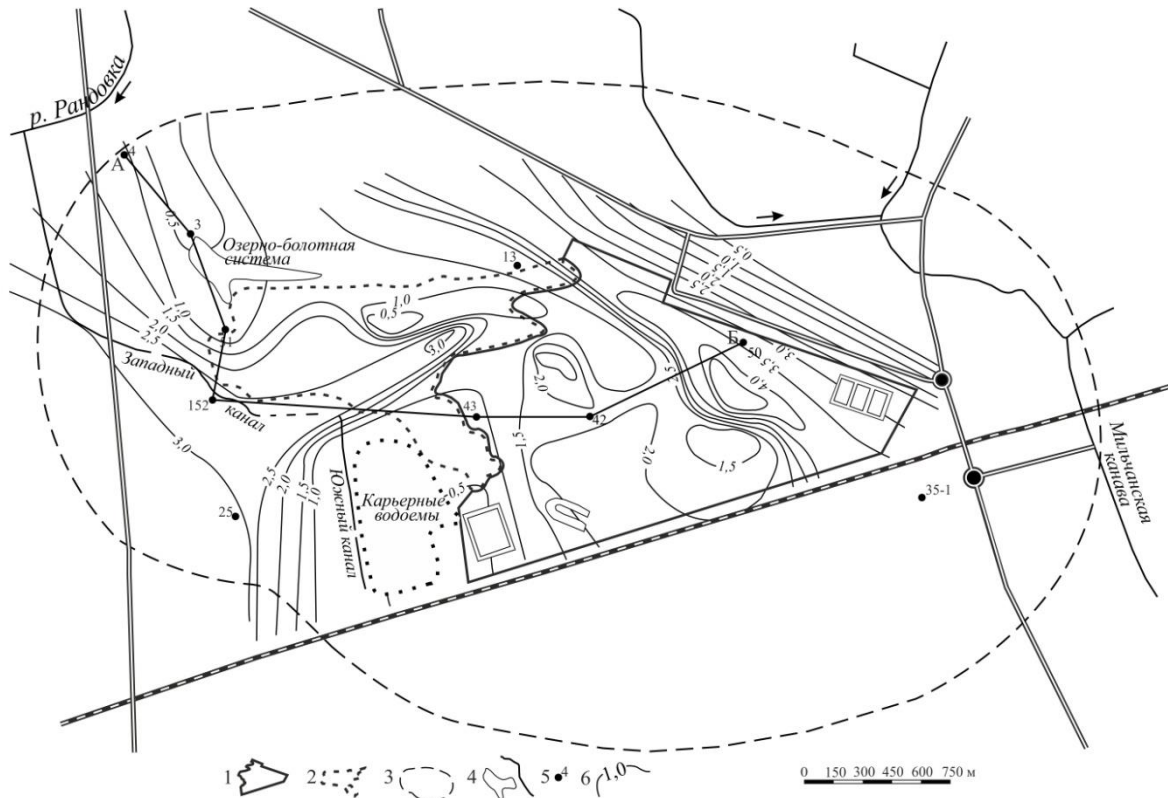


Рисунок 3 – Мощность зоны аэрации в пределах санитарно-защитной зоны ГХЗ (по данным локальной и режимной сети мониторинга подземных вод):
1 – площадка ОАО «ГХЗ»; 2 – контуры размещения отходов производства; 3 – границы санитарно-защитной зоны; 4 – водоемы и водотоки; 5 – скважины локальной и режимной сети мониторинга; 6 – изолинии мощности зоны аэрации

По результатам проведенного исследования в пределах санитарно-защитной зоны ГХЗ по распространению зоны аэрации выделены три группы участков:

- 1) участки, охватывающие наибольшую площадь и характеризующиеся постоянным наличием зоны аэрации при высоких и низких уровнях грунтовых вод;
- 2) участки постоянного отсутствия зоны аэрации, когда грунтовые воды смыкаются с поверхностными: это русла р. Рандовки и Мильчанской канавы, пруды-усреднители, выпуски технических вод в Мильчанскую канаву, отдельные участки Западного и Южного каналов, примыкающие к отвалу фосфогипса, отдельные карьерные водоемы, расположенные между отвалом фосфогипса и железной дорогой Гомель – Речица;
- 3) участки, которые затопляются на длительное время и на которых на период затопления зона аэрации исчезает. К ним относятся: площади в пределах заболоченных территорий, отдельные участки Западного и Южного каналов удаленные от отвала,

участки отдельных пересыхающих карьерных водоемов, расположенных между отвалом фосфогипса и железной дорогой Гомель – Речица, отдельные пониженные участки между высокими отвалами, территория, примыкающая к отвалу фосфогипса с севера, территория между промплощадкой и железной дорогой Гомель – Речица и др.

Исследование выполнено при поддержке фонда БРФФИ, договор № X20P-284 от 04.05.2020.

УДК 626.8

Н. Н. ШЕШКО, Н. Н. ШПЕНДИК, К. В. БАЛКА

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: shpendik@tut.by

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРОВ НА ТОРФОРАЗРАБОТКАХ

Снижение уровня грунтовых вод на осушаемых и прилегающих к ним территориях влечет за собой увеличение частоты и площади пожаров. Все месторождения торфа в осушенном состоянии являются пожароопасными территориями независимо от направлений их использования. Основной причиной возникновения пожаров является человеческий фактор и лишь в единичных случаях – природные явления, например удар молнии или самовозгорание штабелей торфа.

Факторами, влияющими на вероятность возникновения пожаров на участках месторождений торфа, являются продолжительность периодов без дождей, уровни грунтовых вод, влажность и температура воздуха, степень разложения торфа, а также влажность и степень покрытия поверхности торфяной почвы растительностью.

Возникающие пожары приводят к значительным финансовым потерям, связанным с затратами на пожаротушение, ухудшают санитарную и экологическую обстановку в прилегающих населенных пунктах, являются источником залповых выбросов углекислого газа в атмосферу, приводят к деградации ландшафтного и биологического разнообразия [1].

К наиболее пожароопасным участкам в пределах разрабатываемых месторождений торфа относятся:

- сухие бровки каналов, особенно в краевой зоне разрабатываемых болот и ограждающие дамбы;
- сухие откосы узкоколейной дороги;
- пойменные участки, прилегающие к торфяным разработкам.

Одним из методов борьбы с пожарами являются системы прогнозирования и моделирования. В этих системах происходит не распознавание уже имеющегося пожара, а составление прогноза его возникновения.

Рассмотрим прогноз развития пожара на планируемом к разработке месторождении торфа «Ель», которое расположено в восточной части Кобринского района Брестской области. Участок представлен луговыми землями с листовыми насаждениями (средний диаметр древостоя – 24 см).

Риск возникновения пожаров определяется метеорологическими характеристиками конкретного периода. Анализ метеорологических данных по станции г. Пружаны позволил установить, что среди летних месяцев для августа факторы возникновения

пожара имеют самые благоприятные значения (самый пожароопасный период). Для составления модели выбран самый пожароопасный период – август 2016 г.

Пространственное моделирование, как правило, подразумевает построение карты. В данном случае для визуализации распространения прогнозируемого пожара использовалась программа ArcGIS Desktop 10.5. Для оценки состояния пожарной опасности погодных условий используется комплексный показатель, который учитывает основные факторы, влияющие на пожарную опасность торфоразработок (температура воздуха на 12 часов; точка росы на 12 часов; число дней после последнего дождя). Также при моделировании необходимо учитывать линейные скорости распространения низовых пожаров (таблица 1).

Таблица 1 – Линейная скорость распространения пожара на трех стадиях пожара

Линейная скорость распространения	Стадия		
	1-я стадия	2-я стадия	3-я стадия
Фронтов (м/ч)	60	77	77
Флангов (м/ч)	30	32	32
Тылов (м/ч)	35	17	17

Размер начальной площади пожара принимаем исходя из локальных особенностей объекта. Для первой стадии принимаем 0,00003 га, а для последующей стадии – площадь первой стадии развившегося пожара в течение трех часов, для третьей стадии, соответственно, площадь второй.

Исходные данные для моделирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для моделирования пожара

Наименование показателя	Стадия		
	1	2	3
1	2	3	4
Комплексный показатель	2228,79	2228,79	2228,79
Скорость ветра, м/с	3	4	4
Начальная площадь пожара, га	0,00003	1,424	7,388
Класс горимости насаждений	II	II	II
Класс пожарной опасности по условиям погоды	III	III	III
Время суток возникновения пожара	09:00	12:00	15:00
Направление ветра	южный	южный	южный
Очаг возгорания	антропогенный	антропогенный	антропогенный

Результаты моделирования представлены на рисунке.

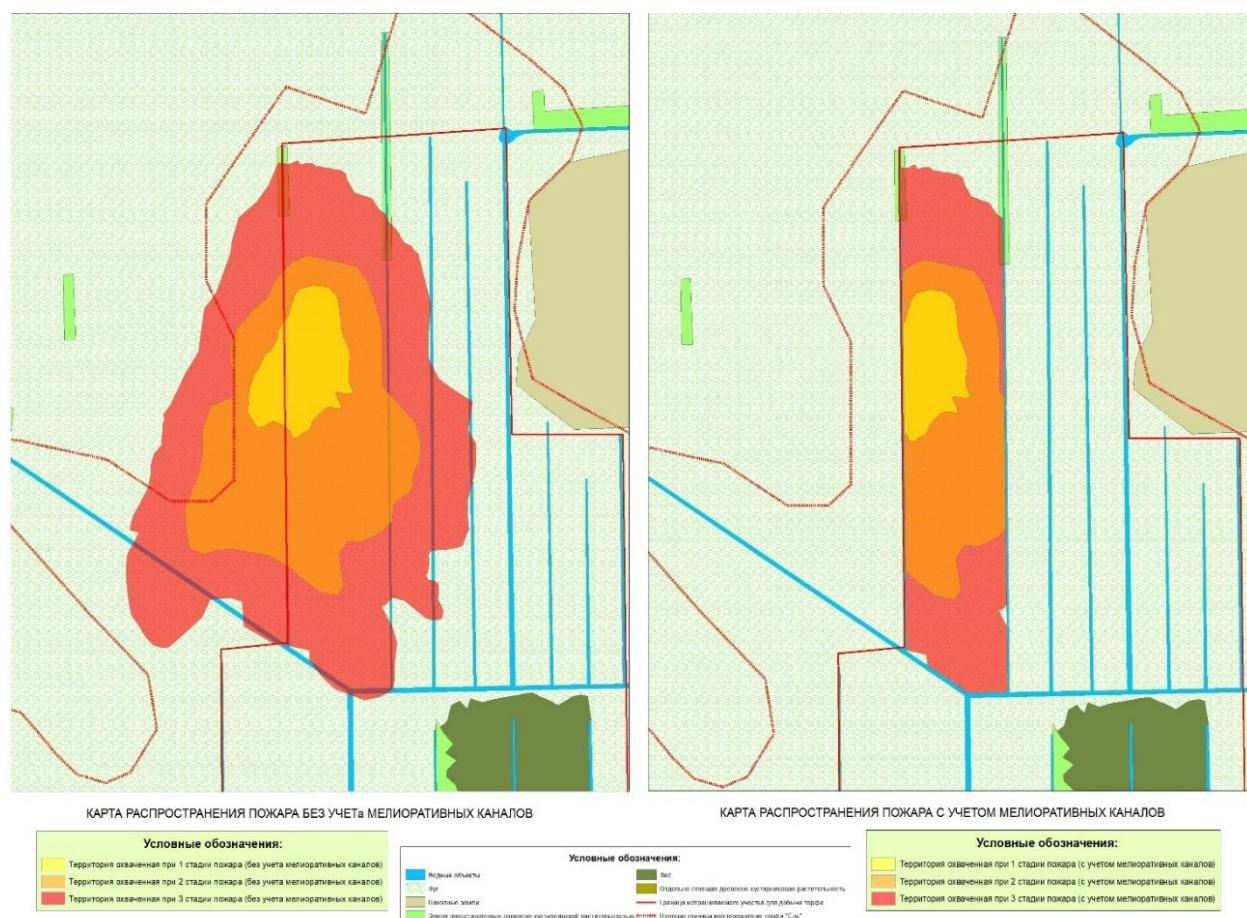


Рисунок – Моделирование распространения пожара с учетом мелиоративных каналов и без учета

Процессы горения, происходящие при торфяных пожарах, приводят, в зависимости от водного режима и типа торфа в залежи, к различным выбросам парниковых газов в атмосферный воздух. Согласно ТКП 17.09-04-2011 (02120) [3] определены выбросы моделируемого пожара (таблица 3), величина которых приведена в таблице 4.

Таблица 3 – Исходные данные и расчет объема сгоревшего торфа

Наименование показателя	Стадия		
	1	2	3
Площадь пройденная пожаром, м ²	11 292,634	44 247,671	75 914,738
Высота сгоревшего торфа (глубина прогорания), м	0,03	0,06	0,15
Объем сгоревшего торфа, м ³	338,779	2654,860	11 387,211

Таблица 4 – Удельные показатели выбросов парниковых газов в зависимости от стадии пожара и массы сгоревшего торфа

Стадия пожара	Масса сгоревшего торфа, т	Удельные показатели выбросов			Удельный показатель выбросов парниковых газов при торфяном пожаре на массу сгоревшего вещества, т/т
		Диоксида углерода, т/т	Метана, т/т	Заиси азота, т/т	
1	267,6354	110,4531	0,3747	0,0017129	118, 830
2	2097,3394	865, 5720	2,9363	0,0134230	931,219
3	8995,8965	3712,6065	12,5943	0,5757374	3994,178

Таким образом, в случае возникновения пожара на торфяной залежи и несвоевременной его локализации произойдет значительное воздействие на окружающую среду в результате выбросов парниковых газов.

Для предотвращения возникновения пожаров необходимо предусматривать ряд противопожарных мероприятий на торфоразработках:

- противопожарное водоснабжение;
- создание противопожарных разрывов эксплуатационных площадей;
- наличие пожарно-технического вооружения;
- организация службы пожарной охраны.

Обеспечение пожарной безопасности неразрывно связано с соблюдением основных нормативных требований в сфере правил безопасности и принятием инструкции по пожарной безопасности, действующей в рамках организации. Правильная эксплуатация технологического оборудования с соблюдением техники безопасности, строгое соблюдение технологического регламента обеспечат исключение возможности возникновения аварийных ситуаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Условия и последствия пожаров на осушенных болотах / С. Э. Вомперский [и др.] // Лесоведение. – 2007. – № 6. – С. 35–44.
2. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС. Кн. 2. – М., 1994. – 60 с.
3. ТКП 17.09-04-2011 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Климат. Выбросы и поглощение парниковых газов. Правила расчета выбросов при торфяных пожарах : утв. и введ. в действие постановлением М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 05.09.2011 г. № 13-Т.

УДК 504.5(556.047)](477)

Е. Н. ШПАК, Р. Б. ГАВРИЛЮК, О. И. ЛОГВИНЕНКО

Украина, Киев, ИГН НАН Украины

E-mail: shpak_lena@yahoo.com

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ НА ЗАГРЯЗНЕННОМ НЕФТЕПРОДУКТАМИ
УЧАСТКЕ СКЛАДА ГСМ**

Загрязнение подземной среды нефтепродуктами (НП) – экологическая проблема мирового масштаба. При больших масштабах загрязнения на поверхности грунтовых вод формируются линзы мобильных НП, которые необходимо извлечь откачкой [1–3]. В статье освещены результаты исследований, профинансированные по бюджетной программе «Поддержка развития приоритетных направлений научных исследований» (КПКВК 6541230).

Загрязнение геологической среды НП на территории склада ГСМ аэропорта «Борисполь» в виде линзы авиационного керосина было обнаружено в 1998 г. В результате утечек НП происходило их просачивание в зону аэрации, представленную проницаемыми лессовидными и аллювиальными супесями и песками, и последующая инфильтрация в грунтовые воды. Мощность слоя НП в скважинах достигала 0,9 м, а суммарный объем НП, накопившихся на поверхности грунтовых вод, составлял 1725 м³ или 1380 т.

В 1999–2000 гг. был разработан проект извлечения подземных вод, загрязненных НП, и пробурена сеть ликвидационных скважин. Однако выполненные работы не позволили полностью ликвидировать загрязнение. Это связано с тем, что количество ликвидационных скважин не было достаточным, чтобы покрыть всю область загрязнения, и расстояния между скважинами существенно превышали радиус влияния скважин.

С 2011 г. ИГН НАН Украины проводятся исследования на загрязненном НП участке склада ГСМ. Согласно данным мониторинга, наличие слоя НП наблюдалось практически во всех ликвидационных скважинах (рисунок 1).

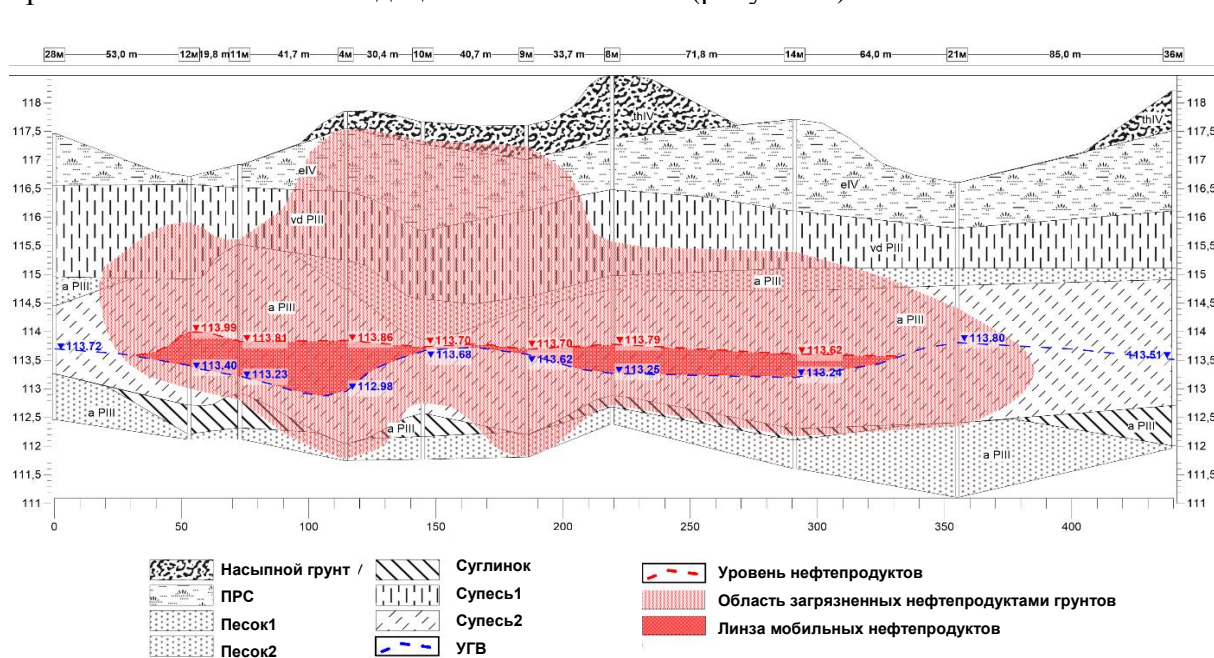


Рисунок 1 – Эколого-гидрогеологический разрез территории

За время проведения ликвидационных работ (2001–2019 гг.) было извлечено и очищено 35 267 м³ загрязненной воды и 353,81 м³ НП. Максимальный эффект наблюдался в первые три года (2001–2003 гг.), когда было откачено 281,96 м³ НП – 79,7 % от общего количества извлеченных НП. В период 2003–2019 гг. было откачено 71,84 м³ НП – 20,3 % от общего количества. В 2019 г. ликвидационные откачки были приостановлены в связи с достигнутой минимизацией угрозы распространения загрязнения, однако остается опасность загрязнения в результате потерь НП из трубопроводов.

Мощность слоя мобильных НП в отложениях T связана с мощностью НП в скважине T^w уравнением [1]:

$$T^w = T + \frac{h_d^{ao}}{1 - \rho_{r,o}}, \quad (1)$$

где h_d^{ao} – напор смещения НП в воздух; $\rho_{r,o} = \rho_o / \rho_w$ – относительный удельный вес НП: $\rho_{r,o} = 0,8/1 = 0,8$.

Из формулы (1) вытекает, что при $T = 0$

$$T^w = \frac{h_d^{ao}}{1 - \rho_{r,o}}. \quad (2)$$

Для определения минимального значения T^w , при котором существует связь между мощностью слоя мобильного керосина в скважине и грунте, необходимо найти

$$h_d^{ao} = \frac{h_d^{aw} \sigma_{ao}}{\sigma_{aw}}, \quad (3)$$

где $\sigma_{aw} = 72$ дин/см – поверхностное натяжение в системе флюидов «воздух – вода»; $\sigma_{ao} = 24,55$ дин/см – поверхностное натяжение в системе флюидов «воздух – керосин»; h_d^{aw} рассчитывается по формуле:

$$h_d^{aw} = \alpha^{-1} S_x^{1/\lambda} (S_x^{-1/m} - 1)^{1-m}, \quad (4)$$

$$\text{где } S_x = 0,72 - 0,35e^{-\varepsilon^4}, \quad \lambda = \frac{m(1-0,5^{1/m})}{1-m}, \quad (5)$$

$\alpha = 0,04$ 1/см; $\varepsilon = 1,296$; $m = 1 - 1/\varepsilon = 0,228$, полученные экстраполяцией уравнением Van Genuchten экспериментальных измерений содержание воды (θ_w) – капиллярный напор h_{aw} на образцах грунта с исследуемого участка. После подстановки значений α , ε , m получено $h_d^{aw} = 21,16$ см, а согласно уравнению (3) $h_d^{ao} = 7,215$ см. Подставив эти значения в формулу (2), получаем, что минимальное значение мощности слоя НП в скважине, при котором мобильный НП в грунте отсутствует, $T^w = 36,08$ см.

Таким образом, при отсутствии колебаний УГВ толщина слоя НП в скважине, при которой можно ожидать наличие слоя мобильных НП в грунте, $T^w \approx 0,36$ м, а значит при таких показателях ликвидационные откачки будут неэффективными.

Колебания УГВ снижают эффективность ликвидационных откачек НП, что хорошо прослеживается на объекте. За период наблюдений слой керосина практически исчезает при подъеме УГВ и восстанавливается при его снижении. При этом происхо-

дит дополнительное загрязнение зоны аэрации, т. к. при каждом подъеме УГВ и керосина формируется новая капиллярная зона. В июне 2014 г. зафиксировано наибольшее поднятие УГВ за весь период наблюдений, что привело к значительному уменьшению слоя керосина или его исчезновению в наблюдательных скважинах. Например, в скважине 15 мощность керосина уменьшилась с 1,07 до 0,20 м (рисунок 2).

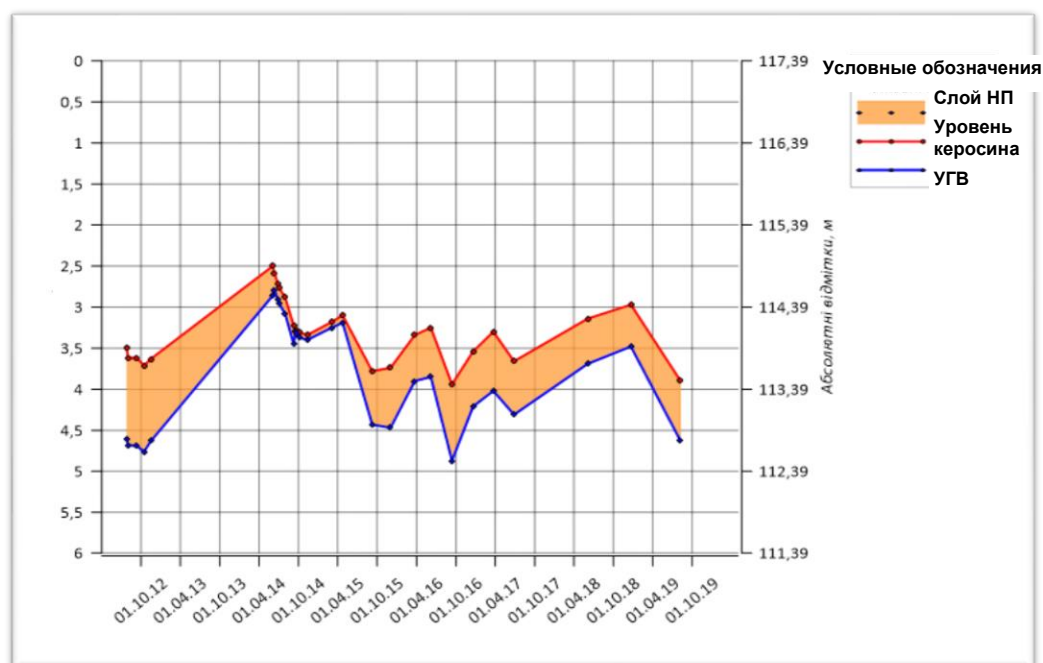


Рисунок 2 – Изменение толщины слоя НП при колебаниях УГВ

При дальнейшем снижении УГВ слой НП восстанавливался, но не в полной мере. Наибольшая мощность НП наблюдалась в сентябре 2016 г. при самом низком УГВ – 0,93 м, или 83 % от максимальной мощности в 2012 г.

Если учитывать колебания УГВ на протяжении 2011–2020 гг., возможность извлечения мобильных НП была только в отдельные периоды – при толщине слоя НП больше 0,36 м. Слой мобильных НП наблюдался на протяжении 2012, 2014–2017 гг. и в 2019 г. В период с октября 2013 г. по октябрь 2014 г. и в 2018 г. НП переходил в заземленное состояние в результате подъема УГВ и не фиксировался наблюдательными скважинами.

Для количественной характеристики зоны загрязнения необходимо оценить формирование капиллярной зоны «воздух – нефтепродукт – вода» при поднятии УГВ и НП, мощность капиллярной зоны «нефтепродукт – вода» и объем мобильной части линзы НП [1]. Расчет содержания керосина по вертикали в пределах выделенных зон выполнен по формуле Van Genuchten [4]. Согласно расчетам, в пределах линзы находится 404 м^3 керосина, в том числе в ненасыщенной зоне – $95,09 \text{ м}^3$, или 23,5 % от общего объема керосина в линзе, в насыщенной зоне с мобильным керосином – 146 м^3 , или 36,1 %, в насыщенной капиллярной зоне – 163 м^3 , или 40,3 %.

По данным наблюдений за уровнями воды та НП и расчетам объема керосина в линзе можно сделать вывод, что ликвидационные откачки привели к стабилизации распространения загрязнения и сокращению площади линзы НП почти на 35 % – с 2016 по 2019 г. площадь линзы уменьшилась с 7,89 га до 5,06 га. Максимальная мощность НП –

0,84 и 0,74 м – наблюдается в скважинах 4 м и 15 м. В других скважинах мощность НП изменяется от 0,47 м до 0,08 м, следовательно, мобильные НП в грунте практически отсутствуют. Если учитывать, что заметное уменьшение площади линзы НП произошло в период 2017–2019 гг. при отсутствии откачек, можно утверждать, что метод ликвидационных откачек в данных условиях неэффективен, и для восстановления загрязненного участка следует использовать другие методы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами / Н. С. Огняник [и др.]. – Киев : LAT&K, 2013. – 254 с.
2. Light nonaqueous phase liquids / C. J. Newell [et al.] // EPA Ground Water Issue. EPA 540-S-95-500. – 1995. – 28 p.
3. U.S.EPA. Cost and performance report for LNAPL characterization and remediation. EPA 542-R-05-016. – 2005. – 47 p.
4. Van Genuchten, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils / M. T. Van Genuchten // Soil. Sci. Soc. Amer. J. – 1980. – Vol. 44 (5). – P. 892–898.

УДК 55:550.43:550.75

**Н. Э. ШУКУРОВ, А. Х. ТУРЕСЕБЕКОВ, Ш. Р. ШУКУРОВ,
О. Ш. КОДИРОВ, Н. А. ОТАБОЕВА**

Узбекистан, Ташкент, ИГГ Госкомгеологии РУз
E-mail: nosirsh@gmail.com

ОЦЕНКА МЕТАЛЛОНОСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ АНГРЕН-АЛМАЛЫКСКОГО ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА (УЗБЕКИСТАН)

Отходы горно-обогатительного и металлургического производства занимают огромные территории и являются источниками экологического риска из-за попадания вредных составляющих в атмосферу, почву и воду. В этой связи проблемы охраны окружающей среды и безопасной жизнедеятельности в зоне действия горнорудных предприятий приобрели многогранный характер. Основная часть отходов горно-металлургического комплекса образуется на предприятиях цветной металлургии. При добыче и переработке руд цветных металлов с получением конечного продукта 2 % рудной массы перерабатывается в товарную продукцию, остальные 98 % идут в отвалы и хвостохранилища. Причем для получения 1 т меди перерабатывается 100 т товарной руды; для получения 1 т товарной свинцовой руды необходимо добыть 3 т рудного сырья.

В горнопромышленных комплексах Узбекистана в результате добычи и обогащения руд сформировались техногенные отходы, в которых заключены высокие промышленные концентрации: меди, молибдена, золота, серебра, свинца, цинка, никеля, кобальта, рения, селена, теллура, платиноидов, кадмия, висмута и др. Их можно назвать как техногенные месторождения. Характерной особенностью данного нетрадиционного типа руд является легкодоступность минерального сырья. Руды находятся на поверхности и не требуют значительных затрат на дезинтеграцию. Близость развитых инфраструктур горнопромышленных комплексов создает благоприятные условия для отра-

ботки техногенных месторождений, что позволяет более эффективно провести оценочные работы с определением запасов металлов с целью переработки и получения дополнительного количества промышленно ценных металлов. Содержание ценных компонентов в отходах в ряде случаев превышает их содержание в природных месторождениях. Реализация малоотходных технологий для переработки техногенных месторождений вовлекает в промышленное освоение отходы производства, одновременно способствуя оздоровлению окружающей среды.

В таблице 1 приводится классификация отходов горнодобывающей, металлургической и энергетической отрасли Алмалык-Ангренского региона. Самыми крупными по объему и занимаемой площади являются отвалы забалансовых руд и отходы обогащения (хвостохранилищ) Алмалыкского горнорудного района.

Таблица 1 – Классификация отходов горнодобывающей, металлургической и энергетической отрасли Алмалык-Ангренского района

	Горнодобывающая отрасль		Металлургическая отрасль	Энергетическая отрасль
1	Вскрышные отвальные породы при отработке медно-молибденовых, свинцово-цинковых, золоторудных и угольных месторождений	1	Отвальные шлаки медеплавильной печи	Шлаки Ангренской и Ново-Ангренской ГРЭС
		2	Отвальный медный клинкер цинкового завода	
2	Отходы забалансовых руд при отработке медно-молибденовых, золоторудных, свинцово-цинковых и урановых руд	3	Отвальный клинкер цинкового завода	
		4	Пыль КФП, пыль конверторная	
3	Отвальные хвосты обогащения медно-молибденовых, свинцово-цинковых и золоторудных месторождений			

На территории Алмалык-Ангренского горнорудного региона накоплено до 1 млрд т различных отходов, которые ежегодно наращиваются и не реализуются. По состоянию на 01.01.2019 г. на хвостохранилище № 1 числится 546,2 млн т хвостов обогащения, в них меди 610,5 тыс. т с содержанием 0,112 %, золота 114,0 т с содержанием 0,21 г/т и серебра 577,8 т с содержанием 1,06 г/т. По состоянию на 01.01.2019 г. на хвостохранилище № 2 числится 775,3 млн т хвостов обогащения, в них меди 801,6 тыс. т с содержанием 0,103 %, золота 156,5 т с содержанием 0,20 г/т и серебра 800,9 т с содержанием 1,03 г/т (таблица 2) [1].

Таблица 2 – Химический состав отходов в хвостохранилищах АГМК

Наименование	Количество, млн т	Медь		Золото		Серебро	
		%	тыс. т	г/т	т	г/т	т
Хвостохранилище № 1	546,2	0,112	610,5	0,210	114,0	1,06	577,8
Хвостохранилище № 2	775,3	0,104	801,6	0,200	156,5	1,03	800,9
Всего:	1321,5	0,107	1412,1	0,205	270,5	1,04	1378,7

Хвостохранилища № 1, 2 в настоящее время находятся в эксплуатации и являются действующими, срок эксплуатации СХХ рассчитан до 2025 г. На хвостохранилище № 1 ежегодно складывается 6,7 млн т и на хвостохранилище № 2 складывается 27,8 млн т хвостов обогащения. Минералогический состав текущих отвальных хвостов МОФ: нерудные минералы (94,2 %), находящиеся в основном в свободном состоянии (97 отн. %), редко в сростках с халькопиритом, пиритом, окислами и гидроокислами железа; размер зерен – 0,0165–0,8 мм; халькопирит (0,6), представлен угловатыми, реже изометричными зернами в свободном состоянии (38 отн. %, размер – 0,01–0,06 мм) и в сростках: с нерудными минералами (59 отн. %) по границам зерен размером 0,0275–0,11 мм, в виде включений в них (0,006–0,01 мм); с пиритом (3 отн. %), размер – 0,017–0,088 мм; в виде редких включений в агрегатах магнетит-гематитового состава, размером 0,017 мм; пирит (2,3 %), представлен в основном свободными от сростков (95 отн. %) зернами изометричной и угловатой формы размером 0,0165–0,65 мм, реже образующего сростки с нерудными минералами (3,4 отн. %), с халькопиритом (1,6 отн. %), в единичных зернах отмечены изометричные включения борнита; агрегаты магнетит-гематитового состава и гидроокислов железа – 3 %; единичные зерна борнита в пирите размером 0,015 мм; железной стружки – ед. знаки; ярозита – 0,5 %, присутствует в зоне с окислами сульфидов.

Забалансовые сульфидные руды рудника «Кальмакир» (отвалы А-7 и А-8) расположены в 2–4,5 км от медной обогатительной фабрики – 2 (МОФ-2). На отвалах А-7 и А-8 числится 74,5 млн т забалансовой руды, в ней меди 171 тыс. т с содержанием 0,23 %, золота 31,6 т с содержанием 0,424 г/т и серебра 132,2 т с содержанием 1,77 г/т. Главными рудными минералами забалансовых руд месторождения Кальмакыр являются пирит (3,6 абс. %), магнетит (2,1 абс. %), гематит (0,3 абс. %), халькопирит (0,4 абс. %). В виде единичных зерен встречены сфалерит, галенит, молибденит, минералы группы блеклых руд. Главными пороодообразующими минералами являются серицит (мусковит) – 41,2 абс. %, кварц (30 абс. %), минералы группы карбонатов (7,1 абс. %), хлорит (8,2 абс. %), плагиоклаз (4 абс. %), в меньшей степени распространены биотит и роговая обманка, составляющие 1,2 абс. % и 0,5 абс. % соответственно. К числу аксессуарных минералов относится эпидот, который встречен в виде единичных зерен. В декабре 2016 г. реализован проект «Вовлечение в отработку забалансовых отвальных руд месторождения “Кальмакыр”» с переработкой 4 млн т руды в год. Прогнозные показатели по извлечению меди в медный концентрат – 60 %, золота – 60 %, серебра – 40 %. В настоящее время комплекс остановлен из-за недостижения прогнозных показателей. Забалансовые окисленные руды месторождения «Кальмакир» (отвалы № 39, 9, 10, 8а, А-4) с общим количеством руды 63,8 млн т, в ней меди 209,0 тыс. т с содержанием 0,328 %, золота 31,1 т с содержанием 0,488 г/т и серебра 144,5 т с содержанием 2,27 г/т. Отвалы забалансовых окисленных руд разбросаны друг от друга на расстоянии от 2 до 20 км [1].

Образованные промпродукты и другие отходы из-за отсутствия рациональной технологии начали накапливаться на территории предприятий. В результате даже при значительном снижении объема выпускаемой продукции ущерб, наносимый предприятиями окружающей среде за счет накопления больших объемов указанных продуктов, с каждым годом ощутимо возрастает. Решение проблемы утилизации техногенных отходов направлено на детальное изучение вещественного состава высококомплексных техногенных месторождений для разработки высокоэффективных технологий извлечения металлов и на выявление участков аномальных концентраций токсичных элементов в районах, прилегающих к техногенным отходам. Длительное хранение техногенных

минеральных ресурсов нежелательно, так как вещество, находящееся в техногенных отходах, под воздействием природных, химических, микробиологических и техногенных процессов выветривается и окисляется за счет атмосферных осадков, природных вод и реагентов с выносом их за пределы их хранения, обедняя и тем самым нарушая экологическую обстановку в районе.

В перспективе главной задачей горно-обогатительных и металлургических производств должна стать минимизация поступления металлосодержащих отходов в отвалы за счет снижения потерь металлов на всех технологических циклах: от добычи и обогащения до металлургического передела. Огромный ресурсный, интеллектуальный и производственный потенциал создает реальные предпосылки и возможности для осуществления в Узбекистане модернизации горнорудной промышленности, привлечения иностранного капитала и интеграции в мировое сообщество.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хурсанов, А. Х. История и перспективы развития, пробы переработки техногенных месторождений Алмалыкского горно-металлургического комбината / А. Х. Хурсанов // Материалы Международной научно-практической конференции, 18–19 апр. 2019 г., Алмалык, 2019. – С. 3–21.

СЕКЦИЯ 5
МЕДИЦИНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ДЕМОГРАФИЯ И РЕКРЕАЦИЯ

УДК 574.9(476.7)+598.2

**И. В. АБРАМОВА, М. А. БОГДАСАРОВ, Н. Ф. ГРЕЧАНИК,
О. И. ГРЯДУНОВА**

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина
E-mail: iva.abramova@gmail.com; bogdasarov73@mail.ru

**ПРОЕКТ МУЗЕЯ ПОД ОТКРЫТЫМ НЕБОМ В Г. БРЕСТЕ
«ВАЛУНЫ БРЕСТЧИНЫ»**

В конце XX – начале XXI в. экологический туризм стал важным источником повышения благосостояния населения многих регионов мира. В последние годы в городах Беларуси с целью экологического воспитания и просвещения населения обустраивают экологические тропы, разрабатывают велосипедные маршруты, создают музеи. Экскурсии по таким маршрутам сочетают в себе познание и умеренные физические нагрузки.

Ледниковые валуны – неотъемлемая часть белорусского ландшафта, представляющая собой особую ценность с разных точек зрения: научной, прикладной, культурно-познавательной, воспитательной и др. [1]. В 1980-е гг. в Минске был создан музей под открытым небом, который в 1989 г. получил статус геологического памятника природы республиканского значения «Парк камней».

Валуны – неповторимая составная часть пейзажей в окрестностях г. Бреста. Они давно заслуживают пристального внимания, изучения и охраны наравне с подземными и поверхностными водами, охраняемыми растениями и животными, равно как научное, культурное и духовное наследие белорусского народа.

Учитывая важность валунов для познания природы родного края, необходимость сохранения наиболее ценных экземпляров и определения путей дальнейшего использования валунов из окрестностей г. Бреста, предлагается разместить в пределах территории города наиболее ценные и крупные валуны в виде ряда экспозиционных групп, соединенных велосипедным маршрутом.

Цель проекта – обеспечение сохранности валунов и создание условий для развития геоэкологического туризма на территории города с минимальным воздействием на окружающую среду. В ходе достижения цели последовательно будет решен ряд задач: разработка концепции размещения и обустройства композиционных групп валунов на территории города; разработка научно-практических рекомендаций по обустройству экспозиционных групп валунов ландшафтных территорий города; разработка макетов стендов, дающих информацию о петрографическом и минеральном составе валунов и их происхождении. Исходным материалом для создания композиционных групп ледниковых валунов на территории города является наличие их в пределах окрестных территорий города – Брестского, Каменецкого, Малоритского и Жабинковского районов.

Размещение композиционных групп ледниковых валунов в пределах территории города призвано способствовать воспитанию геоэкологической культуры, углублению геологических знаний жителей и гостей г. Бреста. Концепция музея под открытым небом соответствует направлениям Национального плана действий по развитию

«зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2025 г. и модели умного устойчивого городского развития «Брест: Симбио Сити 2050».

Экспозиционные группы ледниковых валунов могут быть локализованы в разных частях города – в микрорайоне Восток, на территориях близ ЦМТ, БрГУ имени А. С. Пушкина, на Набережной имени Ф. Скорины, в парке 1000-летия г. Бреста. Экспозиционные группы ледниковых валунов планируется снабдить информационными материалами, основное содержание которых будет включать сведения о роли древних материковых оледенений в формировании рельефа и рельефообразующих отложений, в том числе ледниковых валунов, а также краткую характеристику петрографического состава валунов.

Примерный перечень экспозиционных групп ледниковых валунов:

- форма и размеры ледниковых валунов;
- петрографические коллекции ледниковых валунов различного (магматического, осадочного и метаморфического) генезиса;
- валуны в духовной и материальной культуре человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Культывыя і гістарычныя валуны Беларусі / А. К. Карабанаў [і інш.]. – Мінск : Беларус. навука, 2011. – 235 с.

УДК 911

С. В. АРТЁМЕНКО

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: serg2462@mail.ru

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

В последнее время в научной литературе все чаще используется понятие «туристическое пространство». Его дефиниция часто носит интуитивный характер и четкого общепринятого содержания не имеет. Универсальным, учитывающим как объективные, так и субъективные подходы определением может быть следующая дефиниция туристического пространства – это *часть географического пространства, которая освоена туристически и в которой обнаруживается явление туристической активности любой величины, характера и интенсивности*. Такая формулировка туристического пространства имеет функциональный характер.

Составными элементами туристического пространства являются природное и культурное наследие, инфраструктура (в том числе туристическая) и человек. Так как пропорции первых трех составляющих могут быть разными (от заполнения ими большей части такого пространства до полного их отсутствия), единственным объективным атрибутом этого пространства является человек. Туристическое пространство без использующего его человека не существует.

Не всегда возможным является определение границ туристического пространства: во многих случаях они довольно размыты и не дают возможности точного их определения ни пространственным распространением объектов туристического освоения, ни локализацией туристических потоков.

Туристическое пространство – динамичная структура. Этот динамизм проявляется в связях между образующими ее элементами (актерами), а также в изменениях, происходящих со времени «открытия» туристического пространства туристами, через ряд фаз развития до утраты им его функций. Такие изменения происходят в результате процессов, которые приводят к изменениям как структурного, так и функционального характера. Основными фазами (этапами) развития туристического пространства можно определить существование предтуристического пространства, туристического пространства, нового туристического пространства, зрелого туристического пространства, старого туристического пространства, посттуристического пространства [1].

Можно вести речь о двух типах процессов формирования (развития) туристического пространства – реструктуризации и деградации. Реструктуризация приводит к ожидаемым изменениям, улучшению качества и повышению ценности пространства. Деградация приводит к упадку, снижению ценности и невозможности реализовать функции.

В туристическом пространстве могут происходить разного рода процессы реструктуризации, меняющие его характер и функции. Главными из них являются процессы модернизации и ревитализации. Модернизация не приводит к возникновению новых туристических пространств, но обеспечивает позитивные изменения (повышение эффективности, ценности и т. п.). Ревитализация – структурные и функциональные изменения определенных туристических пространств (городских, промышленных и др.).

Туристическое пространство может также и деградировать – частично либо полностью. Это может проявляться в структурных изменениях (исчезновение элементов пространства) или в психологических (снижение, утрата ценности).

Непосредственное либо опосредованное влияние на развитие туристического пространства оказывают туристы, жители соответствующего региона, предприниматели и региональные органы управления. Все эти группы акторов туристического пространства объединяет стремление получить определенную пользу для себя, их деятельность реализуется в определенном правовом пространстве.

Большинство привлекательных туристических пространств возникает в результате модернизации и ревитализации, однако не следует забывать о деградировавших пространствах. Они часто становятся объектами «нового» туристического интереса многочисленных групп туристов.

Таким образом, процессы, формирующие пространство, могут приводить либо к возникновению и совершенствованию аттрактивных туристических пространств, либо к появлению качественно «плохих» пространств, непригодных для выполнения специальных туристических функций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Włodarczyk, B. *Przestrzeń turystyczna. Istota, koncepcja, determinanty rozwoju* / B. Włodarczyk. – Łódź : Wydaw. Uniwersytetu Łódzkiego, 2009. – 268 s.

УДК 338.48-6:55(477.64)

А. А. БЕЙДЫК, О. И. ТОПАЛОВА

Украина, Мелитополь, МДПУ имени Б. Хмельницкого

E-mail: aabeydik@gmail.com; lesatopalova@gmail.com

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В УКРАИНЕ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПОРОЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

На современном этапе развития туризма и курортов в Запорожской области в туристско-экскурсионные маршруты все чаще включают новые туристские объекты, среди которых – геологические памятники. Наряду с этим в области стремительно развиваются зеленый (сельский), индустриальный, фестивальныи и другие виды регионального туризма. Потенциалом для их развития выступает природная составляющая база туристско-рекреационных ресурсов, которыми обладает Запорожская область. Но, несмотря на стремительное развитие новых направлений туризма, в приведенном выше списке нет геологического туризма. Однако восприятие геологических памятников как туристских объектов является сегодня весьма актуальным вопросом как регионального, так и всеукраинского уровня.

Термин «геологический туризм», или «геотуризм» (англ. *geotourism*), впервые ввел британский ученый Томас Хосе (Hose, 1995) и охарактеризовал его как оказание определенных услуг и образовательное обеспечение, где, кроме получения эстетических впечатлений, турист получает знания о геологии и геоморфологии территории. На сегодняшний день едва ли не единственными источниками информации о геологических памятниках Украины остаются путеводитель-справочник «Геологические памятники Украины» (1987) и четырехтомное издание «Геологические памятники Украины» (2006–2011) [1; 2]. Следует отметить, что эти издания ориентированы прежде всего на специалистов по геологии, а для туристов, имеющих культурно-познавательный интерес к геологическим памятникам как к объектам туризма, данные издания являются достаточно тяжелыми, в первую очередь из-за сложной геологической терминологии.

Теоретико-методологическую основу геологического туризма составляет ряд производных терминов: геотуристские объекты – геологические (геоморфологические) объекты, являющиеся предметом интереса туристов (каньоны, скалы, пещеры); геотуристские явления – явления, связанные с геолого-геоморфологическими процессами (гейзеры, эоловые процессы, береговая деятельность волн), геотуристские трассы – трассы, охватывающие геотуристские аттракции, размещенные на специально разработанном пути. Объектами геотуристского интереса являются объекты и явления неживой природы, которые образовались естественным способом, а также антропогенные формы и образования, возникшие в результате стихийной или целенаправленной деятельности человека. Среди них формы рельефа, геологические формы и явления, структурно-тектонические образования, геологические и геоморфологические процессы, формы антропогенного преобразования, инженерно-геологическая деятельность, произведения материальной культуры, музейные и другие экспозиции.

Основными предпосылками развития геологического туризма является природный потенциал региона. Запорожская область отличается от других регионов значительным природным потенциалом по развитию геологического туризма. Северная часть области расположена в пределах южной окраины Украинского кристаллического щита (Приазовский массив). В границах щита докембрийские кристаллические породы обнажаются в долинах рек Днепр, Верхняя Терса, в верховьях Конки и Молочной,

Лозоватки, Обиточной, Кильтичии, Буртичии, Берды. В Приазовье (в районе междуречья) выходят на поверхность или залегают непосредственно под небольшой толщей антропогенных отложений (в виде останцев) Бельмак-Могила, Токмак-Могила, Куксунгур-Могила, Ланцева Могила, Корсак-Могила. В целом щит составлен дислоцированными разновозрастными докембрийскими осадочно-метаморфическими и магматическими породами. Древнейшие отложения образуют породы Днепровского комплекса, представленного метаморфическими кристаллическими сланцами и архейскими гранитами, гнейсами и пегматитами. Верхнеархейская группа представлена ультрабазитами. Породы протерозоя представлены приазовским щелочным комплексом (граниты, сиениты, пироксениты). Сложность геологического строения территории Запорожской области определяет многообразие и уникальность тех геологических объектов, которые можно отнести в разряд геологических памятников природы. На территории области представлены почти все группы памятников: стратиграфические, петрографические, минералогические, геоморфологические, тектонические, магматические и палеонтологические. Представленная выше естественно-географическая характеристика указывает на высокий геотуристский потенциал Запорожского края, непосредственно способствует развитию геологического туризма, особенностью которого является посещение геологических объектов с целью познания строения и развития Земли. Кроме того, не менее значительным для развития геологического туризма в области является наличие многочисленных горных выработок. При добыче твердых полезных ископаемых появляются подземные горные полости (штреки, штольни и т. п.), которые, как правило, остаются незабутованными (т. е. незаполненными), что и привлекает спелестологов и сталкеров. Также при добыче и обогащении твердых полезных ископаемых на поверхности Земли накапливаются огромные массы горных пород, лишенных полезных ископаемых, но все еще обогащенных эндогенными минералами. Эти накопления техногенных отложений в виде терриконов или отвалов (которые изымают из природного круговорота значительные площади) приобретают все большую популярность среди туристов.

По данным на 1 января 2019 г. в Запорожской области действовали более 80 туристских маршрутов (среди которых два национального значения – «“Хортица”: взгляд сквозь века» и «По следам тачанок Нестора Махно»), в которых ключевыми объектами показа определены Национальный заповедник «Хортица», историко-археологический музей-заповедник «Каменная могила», разрушенный Таврический горно-обогатительный комбинат в г. Степногорске, природный заповедник «Каменные Могила» (Бердянский район) площадью около 400 га, основанный 5 апреля 1927 г. как особая природоохранная территория местного значения. Район урочища Каменные Могила в геологическом, биологическом, художественно-эмоциональном и историческом аспектах является одновременно уникальным и репрезентативным. Ежегодно туристские маршруты Запорожской области посещают тысячи туристов из разных стран и областей Украины. Но, несмотря на то что по территории области проходит достаточно много пешеходных и велосипедных походов и экскурсий, среди которых особой популярностью пользуется район Приазовской возвышенности и р. Берды (этот район получил в народе название Приазовская Швейцария), геологическим объектам на маршрутах уделяется недостаточно внимания. Увеличение посетителей напрямую зависит от популяризации геологического объекта и соответствующей инфраструктуры вокруг него. Основываясь на собственных и литературных данных, мы выявили основные геотуристские объекты Запорожской области, среди которых Пологовские каолины (Пологовский р-н), известняковые артели с. Терпение (Мелитопольский р-н), Токмак-Могила (или Синяя гора) (Черниговский р-н), Хортицкий гранитный массив (г. Запо-

рожье), гранитная скала над р. Бердой, Коса Обиточная (Бердянский р-н), Лысая гора (Васильевский р-н), скала Кварцитовая, или «Ослиные уши» (Бердянский р-н), Бельмак-Могила (Бердянский р-н), Каменная Могила (Мелитопольский р-н), промоина Молочного лимана (Мелитопольский р-н), Скельские штольни (НПП Большой луг, Васильевский р-н), скала Сова Пимонова (Бердянский р-н), Зеленая Могила (Бердянский р-н), гранитный массив Каменные Могилы (Бердянский р-н), Стульневский гранитный карьер (Черниговский р-н), Парк мегалитов (Черниговский р-н), «Святые источники» (с. Терпение, Мелитопольский р-н).

В 2018 г. Союзом зеленого (сельского) туризма в Запорожской области официально зарегистрировано более 35 усадеб зеленого туризма (УЗТ), значительное количество которых расположено вблизи геобъектов, доступных для посещения туристами. Например, УЗТ «Аллея роз» (пгт Мирный, историко-археологический музей-заповедник «Каменная могила»), УЗТ «Великий став» (с. Салтычия, Парк мегалитов), УЗТ «Казацкая усадьба» (с. Новопетровка, скала Кварцитовая, или «Ослиные уши») [4].

Кроме того, развитию геологического туризма в Запорожской области способствует проведение фестивалей на территории геотуристских объектов. Наиболее масштабные фестивали, ставшие брендом Запорожского края, – Международный фестиваль-конкурс детского и юношеского исполнительского мастерства «Аккорды Хортицы», Международный художественный пленэр «Хортица сквозь века», Всеукраинский казачий фестиваль «Покрова на Хортице», Всеукраинский конкурс-фестиваль «Хортицкий Кобзарь», фестиваль-конкурс на высшую театральную награду Приднепровья «Сичеславна», Межнациональный фольклорно-этнографический фестиваль «Гусарская бульба» (с. Гусарка, Бильмацкий р-н).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геологические пам'ятники Украины : справочник-путеводитель / Н. Е. Коротенко [и др.]. – Київ, 1987. – 156 с.
2. Геологічні пам'ятки України : в 4 т. / за ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського. – Київ, 2007. – Т. 2. – 320 с.
3. Петроченко, В. І. Природа Запорізького краю / В. І. Петроченко. – Запоріжжя : ТанDEM Арт Студія, 2009. – 199 с.
4. Садиби сільського зеленого туризму [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zotic.zp.ua/uk/mels/sadiba>.
5. Янущенко, Д. В. Перспективи розвитку геологічного краєзнавства в Запорізькій області [Електронний ресурс] / Д. В. Янущенко. – Режим доступу: <https://zpkrai.jimdo.com>.

УДК 338.48:75.81:379.85(477)

А. А. БЕЙДЫК¹, О. И. ТОПАЛОВА¹, Л. П. КУШНИР²

¹Украина, Мелитополь, МДПУ имени Б. Хмельницкого

²Украина, Львов, ЛНУВМБ имени С. З. Гжицкого

E-mail: aabeydik@gmail.com; lesatopalova@gmail.com; kushnirlesia@gmail.com

ОЦЕНКА И РЕЙТИНГ РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ

Углубление и систематизация представлений о спектре рекреационных ресурсов Украины находятся в плоскости вычисления основных количественных показателей, характеризующих 7 наиболее существенных ресурсных блоков территории Украины,

проведения их балльной оценки и определения доли потенциальных и актуальных рекреационных территорий по каждому региону Украины. Далее рассмотрим узловые позиции оценки природных рекреационных ресурсов, анализу которых посвящен ряд теоретико-практических разработок белорусских, российских, украинских авторов [1–8].

В природном блоке выделялись составляющие-виды ресурсов: геологические (спелеологические), орографические, климатические, гидрографические, растительные, животного мира. Выбор этой группы отражает значимость данных ресурсов для организации рекреационно-туристской деятельности. Балл оценки спелеологических ресурсов региона определялся с учетом: 1) закарстованности; 2) длины полостей; 3) глубины полостей. При оценке орографических ресурсов во внимание принимались качественные характеристики рельефа, учитывались наиболее известные горные вершины, которые находятся в пределах той или иной области (автономии). Климатические ресурсы оценивались по показателям: 1) средняя температура июля; 2) продолжительность периода с температурой более +100 °С; 3) количество осадков. При оценке гидрографических рекреационных ресурсов учитывались площади актуальных полос и рекреационных акваторий морей, актуальных полос и акваторий рек, озер, водохранилищ. При балльной оценке растительных ресурсов во внимание принимались две характеристики лесопокрытой площади территории (лесам, как более предпочтительному для организации рекреации и туризма типу растительности, отдавалось преимущество по сравнению с другими типами – растительностью степей, лугов, болот): 1) площадь лесов; 2) залесенность территории. Балльная оценка охотничье-промысловых животных (ресурсов животного мира) проводилась по показателям плотности населения и распространения основных видов животных – объектов охотничьего туризма. Интегрирующий балл природного блока определялся как сумма составляющих баллов покомпонентной оценки (таблица 1).

Таблица 1 – Интегральная оценка природных рекреационно-туристских ресурсов Украины

Административные единицы	Оценка ресурсов, баллы						Сумма составляющих баллов	Интегральная оценка природного блока, баллы
	спелеологических	орографических	климатических	гидрографических	растительных	животных		
АР Крым	5	5	5	3	2	4	24	5
Винницкая	4	4	4	2	2	4	20	4
Волынская	1	2	2	5	4	3	17	3
Днепропетровская	2	2	5	2	1	2	14	2
Донецкая	3	3	4	1	1	1	13	1
Житомирская	1	1	2	1	4	4	13	1
Закарпатская	4	5	3	4	4	5	25	5
Запорожская	1	3	5	2	1	1	13	1
Ивано-Франковская	4	5	2	2	4	5	22	4
Киевская	1	1	3	2	3	2	12	1
Кировоградская	1	2	4	2	1	2	12	1

Продолжение таблицы 1

Луганская	3	3	4	1	2	2	15	2
Львовская	3	5	1	3	4	4	20	4
Николаевская	3	2	5	3	1	2	16	2
Одесская	4	2	4	2	1	2	15	2
Полтавская	1	2	4	2	1	1	11	1
Ровенская	1	2	2	3	5	1	14	2
Сумская	1	1	3	3	2	4	14	2
Тернопольская	5	4	2	3	1	3	18	3
Харьковская	1	2	3	1	2	5	14	2
Херсонская	4	1	5	2	1	2	15	2
Хмельницкая	4	4	3	3	2	3	19	3
Черкасская	1	3	4	4	2	5	19	3
Черновицкая	5	5	1	2	3	5	21	4
Черниговская	1	1	3	2	3	2	12	1

Общий балл ресурсно-рекреационного рейтинга регионов Украины определялся как сумма баллов 7 блоков – общественно-географического, природного, архитектурно-исторического, инфраструктурного, природно-антропогенного, биосоциального, событийного (таблица 2).

Таблица 2 – Ресурсно-рекреационный рейтинг регионов Украины

Административные единицы (автономия, области)	Оценка блока, баллы							Сумма составляющих баллов	Общий балл ресурсно-рекреационного рейтинга
	общественно-географического	природного	природно-антропогенного	архитектурно-исторического	инфраструктурного	биосоциального	событийного		
	1	2	3	4	5	6	7		
АР Крым	2	5	5	5	5	5	5	32	5
Винницкая	5	4	1	4	1	5	3	23	4
Волынская	1	3	2	4	1	3	4	18	2
Днепропетровская	4	2	1	2	3	2	1	15	2
Донецкая	3	1	1	1	5	1	2	14	1
Житомирская	4	1	1	2	1	5	2	16	2
Закарпатская	1	5	4	3	1	2	1	17	2
Запорожская	3	1	3	1	2	1	1	12	1
Ивано-Франковская	2	4	2	3	1	4	5	21	3
Киевская	4	1	2	5	3	5	5	25	4
Кировоградская	5	1	1	1	1	2	1	12	1
Луганская	2	2	1	1	2	1	2	11	1

Продолжение таблицы 2

Львовская	1	4	1	5	2	5	5	23	4
Николаевская	5	2	1	1	2	2	3	16	2
Одесская	5	2	1	3	4	5	5	25	4
Полтавская	4	1	1	2	1	5	2	16	2
Ровенская	2	2	3	3	1	1	4	16	2
Сумская	3	2	2	2	1	4	1	15	2
Тернопольская	2	3	1	4	1	2	2	15	2
Харьковская	4	2	1	3	1	3	4	18	2
Херсонская	4	2	4	1	2	1	1	15	2
Хмельницкая	3	3	1	5	1	2	3	18	2
Черкасская	4	3	2	2	1	4	2	18	2
Черновицкая	3	4	1	3	1	2	2	16	2
Черниговская	3	1	3	4	1	5	2	19	3

По иерархии реалий уровня обеспеченности территории Украины рекреационными ресурсами и степенью продвижения турпродукта (очень высокий → высокий → средний → низкий → очень низкий) по различным критериям страна занимает центральное или предпоследнее звено, поэтому использование преимуществ геополитического положения страны и общественно-географического – ее регионов рассматривается как один из главных факторов развития транснациональных туристских связей, привлечения иностранных инвестиций в рекреационной индустрии и усиления ее роли в национальной экономике.

Сегодня с учетом ряда геополитических и социально-экономических трансформаций, разного рода ограничений доступа к ресурсам и территориям (Крым, Донецкий, Луганский регионы) новые методы получения эмпирической информации (в том числе аэрокосмические), показатели приведенных выше оценок пересматриваются и уточняются. В этой связи регионы, имеющие относительно скромные оценки, в новых реалиях подтянутся на более высокие уровни (например, более привлекательные рейтинги ожидают одесский, николаевский, херсонский, запорожский, донецкий участки Азово-Черноморского побережья Украины). Кроме того, существенным в развитии рекреации (триединой системы туризма – оздоровления – лечения) любой территории остается эластичность взаимодействия национальных и глобальных рекреационно-туристских трендов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейдик, О. О. Рекреационно-туристські ресурси України: Методологія та методика аналізу, термінологія, районування : монографія / О. О. Бейдик. – Київ : Київ. ун-т, 2001. – 395 с.
2. Бейдик, О. О. Унікальна Україна: географія та ресурси туризму / О. О. Бейдик, Н. О. Новосад. – Київ : Альтерпрес, 2013. – 572 с.
3. Бейдик, О. О. Теоретико-практичні аспекти рекреационно-туристського природокористування / О. О. Бейдик, О. І. Топалова // Вісн. КНУ. Сер. «Географія». – 2018. – Вип. 1 (70). – С. 15–22.
4. Географія туризму / В. И. Кружалин [и др.]. – М. : Федер. агентство по туризму, 2014. – 336 с.

5. Мироненко, Н. С. Рекреационная география / Н. С. Мироненко, И. В. Твердохлебов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 207 с.
6. Смаль, І. В. Основи географії рекреації і туризму : навч. посіб. / І. В. Смаль. – Ніжин : Вид-во НДПУ ім. Миколи Гоголя, 2004. – 264 с.
7. Смаль, І. В. Туристичні ресурси світу / І. В. Смаль. – Ніжин : Вид-во Ніжин. держ. ун-ту ім. М. Гоголя, 2010. – 336 с.
8. Пирожник, И. И. Основы географии туризма и экскурсионного обслуживания / И. И. Пирожник. – Минск : Университетское, 1985. – 253 с.

УДК 502/504

Ł. ZBUCKI

Polska, Biała Podlaska, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II

WPLYW PANDEMII KORONAWIRUSA NA NATĘŻENIE RUCHU W BIAŁOWIESKIM PARKU NARODOWEGO

Pod koniec roku 2019 w Chinach rozpoznany został nowy szczep koronawirusa (SARS-CoV-2), wywołujący zakaźną chorobę układu oddechowego (COVID-19). Na początku roku 2020 prowadzące do śmierci zachorowania odnotowywano już prawie na całym świecie, w związku z czym 11 marca Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ogłosiła pandemię. Skutkiem tego rządy poszczególnych krajów podejmowały działania ukierunkowane na zahamowanie jej rozwoju i ochronę ludności. W Polsce pierwsze obostrzenia wprowadzono 10 marca 2020 roku i w różnej formie trwają one do chwili obecnej (maj 2021).

Obostrzenia w ogromnym nasileniu dotknęły gospodarkę, która stopniowo podlegała zamrażaniu i odmrażaniu. Znalazło to odbicie w życiu tak zawodowym, jak i prywatnym. Jednym z sektorów gospodarki najbardziej czułych na różnego rodzaju kryzysy jest branża turystyczna. W czasie pandemii poddana była ona trojakim oddziaływaniom. Po pierwsze, wprowadzone przez polski rząd obostrzenia miały na celu ograniczenie rozpowszechniania się wirusa (np. zamknięcie hoteli i miejsc noclegowych, zamknięcie punktów gastronomicznych, wprowadzenie czternastodniowej kwarantanny). Po drugie, pojawiły się uzasadnione, osobiste obawy o zdrowie podczas wyjazdów. Po trzecie, wprowadzono bon turystyczny, by ożywić branżę, kiedy sytuacja stała się opanowana. To wszystko wpłynęło na aktualne preferencje turystyczne Polaków. Zmianie uległy: terminy wyjazdów, miejsca, czas pobytu oraz wiele innych kwestii.

Celem prezentowanych badań jest określenie zmian natężenia ruchu turystycznego na przykładzie jednej z popularniejszych destynacji podróżniczych, za jaką uchodzi Białowieski Park Narodowy. W badaniach wykorzystano unikalne dane kolekcjonerskie użytkowników telefonii komórkowej. Pozwoliły one na dokonanie analiz porównawczych na podstawie informacji odnoszących się do dwóch lat: roku 2019, a więc przed pandemią, oraz roku 2020, kiedy pandemia przybrała już na sile. Wyszute na tej podstawie wnioski pokazują, jak pandemia koronawirusa i związane z nią ograniczenia wpłynęły na ruch turystyczny w parku znajdującym się na liście światowego dziedzictwa UNESCO.

УДК 314:325.111

А. И. ИЛЬЮТЧИК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: iljutchik.nastena@yandex.ru

**АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА
ГОРОДСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

В соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 154-З «Об административно-территориальном устройстве Республики Беларусь» выделяется три категории населенных пунктов: города, поселки городского типа и сельские населенные пункты. Первые две категории относятся к городским населенным пунктам, что отражается в статистическом учете Национального статистического комитета и в нормативно-правовых документах республиканских и местных органов власти, а их население, соответственно, является городским.

Сегодня в Беларуси насчитывается 200 городских населенных пунктов различного типа: 10 городов областного подчинения, 1 город республиканского подчинения (г. Минск), 104 города районного подчинения, 85 поселков городского типа (78 городских поселков, 1 курортный поселок (Нарочь) и 6 рабочих поселков) [1].

Особый статус г. Минска определяется законом Республики Беларусь «О статусе столицы Республики Беларусь – города Минска» от 12.07.2000 г. № 410-З. К городам областного подчинения относятся не только областные центры (Брест, Витебск, Гродно, Гомель, Могилев), но и крупные города с населением более 50 тыс. человек с соответствующей инфраструктурой. Так, в Брестской области, помимо Бреста, два города областного подчинения – Барановичи и Пинск. В Минской области – Жодино, в Витебской области – Новополоцк, в Могилевской области – Бобруйск.

Самое большое количество поселений городского типа по состоянию на 2020 г. насчитывается в Минской и Витебской областях – 42 и 41 соответственно, наименьшее количество расположено в Могилевской области – 23 населенных пункта городского типа. В то же время самое большое количество городов областного подчинения расположено в Брестской области, городов районного подчинения в Минской области – 23, а поселков городского типа в Витебской области – 22 (рисунок 1).

Практически все городские поселения в Беларуси являются административными центрами. Административный центр – населенный пункт, в котором находятся местный Совет депутатов и исполнительный и распорядительный орган. В соответствии с Законом Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 154-З «Об административно-территориальном устройстве Республики Беларусь» выделяется три уровня административно-территориального деления:

- Первый уровень: столица Беларуси и области.
- Второй (базовый) уровень: города областного подчинения, районы.
- Третий (первичный) уровень: города районного подчинения, поселки городского типа (городские поселки, курортные поселки, рабочие поселки) и сельские населенные пункты [2].

Если рассматривать городские поселения с точки зрения размещения административных центров, то можно сделать вывод, что только 13 городских населенных пунктов не являются центрами административных единиц.

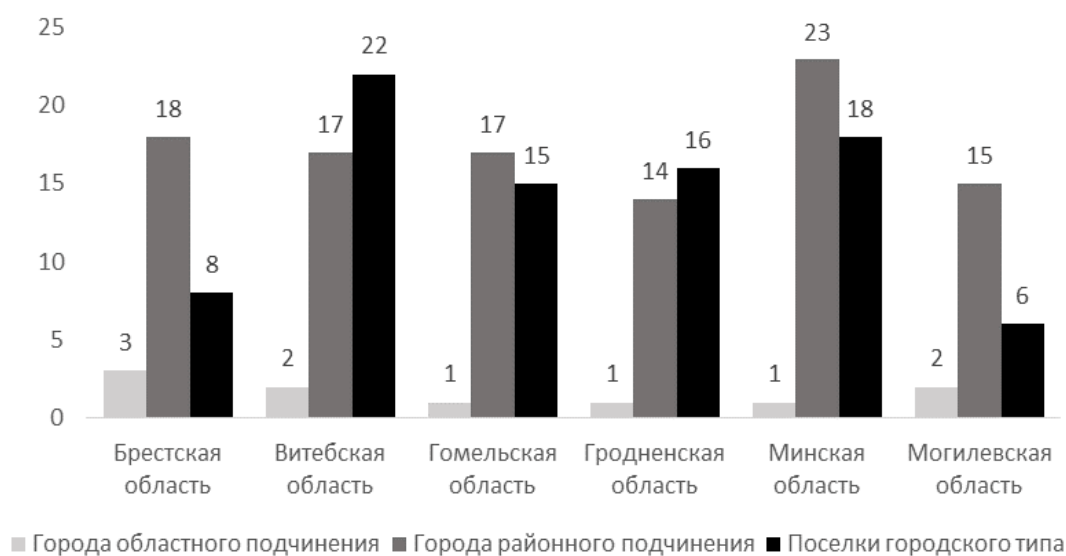


Рисунок – Число городских населенных пунктов по областям Беларуси за 2020 г.

К административно-территориальным единицам первого уровня относятся 6 областей и г. Минск. Второй (базовый) уровень включает в себя 118 районов и 10 городов областного подчинения. Третий, или первичный, уровень административно-территориальных единиц образуют 104 города районного подчинения, 19 городских поселков, находящихся в районном подчинении и 65 поселков городского типа (59 городских поселков и 6 рабочих поселков), входящих в состав сельских советов.

Из всех городских поселений Беларуси к первому уровню отнесен только г. Минск, который имеет особый статус: он является столицей Беларуси, областным центром и центром района. К базовому уровню относятся 10 городов областного подчинения, шесть из них имеют статус областного центра, они же являются центрами районов. Например, г. Брест – областной центр Брестской области и центр Брестского района. Барановичи, Бобруйск и Пинск – центры одноименных районов. Новополоцк является центром только Боровухского сельского совета Полоцкого района.

Третий уровень самый многочисленный по количеству поселений городского типа. Из 104 городов районного подчинения 90 являются центрами районов, 29 из них же – центры сельских советов. Давид-Городок и Скидель являются центрами сельских советов. 12 городов районного подчинения не обладают статусом административного центра.

Из 85 поселков городского типа не является административным центром только курортный поселок Нарочь в Минской области. Из 78 городских поселков 19 – центры районов и 8 из них центры сельских советов, остальные 59 городских поселков и 6 рабочих поселков являются только центрами сельских советов.

Рассмотрев административную структуру городских поселений Республики Беларусь, можно сделать вывод, что в последние годы число городских поселений меняется за счет присоединения городских поселков к территории городов, перехода в другую категорию населенных пунктов за счет увеличения или уменьшения численности населения.

Более 40 городских поселений совмещают в себе функции нескольких административных центров, а 13 не являются центрами. В частности, это 12 городов районного подчинения. Это связано с тем, что в районе расположены города с большим населением и более развитой инфраструктурой.

Работа выполнена в рамках НИР «Миграционный фактор трансформации городского населения Беларуси в условиях глобализации и цифровизации общества», включенной в задание подпрограммы 12.5 «Социология» ГПНИ № 12 «Общество и гуманитарная безопасность белорусского государства» на 2021–2025 гг. (№ государственной регистрации 20211332 от 17 мая 2021 г.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 06.05.2021.
2. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pravo.by>. – Дата доступа: 08.05.2021.

УДК 338.48:75.81:379.85(476)

В. К. КАРПУК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина
E-mail: karpuv_victor@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЭКОТУРИЗМЕ

Сохранение биологического разнообразия – одна из важных задач, стоящих перед нашим обществом. Для реализации этой задачи необходимо, чтобы не только специалисты, но и широкие слои населения знали основные закономерности и принципы формирования природных сообществ. Именно поэтому система экологического просвещения должна включать не только средства массовой информации и экологические дисциплины в различных учебных заведениях, но и экологические тропы, способствующие непосредственному общению с природой.

Одним из основных направлений развития экотуризма в Беларуси является экотуризм на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ), который является самой безопасной формой туристического природопользования, развивающейся на природоохранных территориях.

Экотуризм – форма туризма в относительно нетронутые уголки окружающей среды для знакомства с живой природой, древними и современными памятниками культурного наследия при бережном отношении к окружающей среде.

Брестская область имеет значительный потенциал для развития экологического туризма. Этому способствует наличие уникальных природных и культурных объектов, высокий удельный вес сельского населения в регионе, хорошая сеть дорожно-транспортных коммуникаций. С целью сохранения биоразнообразия и природного наследия созданы Национальный парк «Беловежская пуца», 19 республиканских заказников, 27 заказников местного значения, 31 республиканский и 51 местный памятник природы. Национальный парк «Беловежская пуца» и ландшафтный заказник «Прибужское Полесье» (входит в состав трансграничной территории Западное Полесье) имеют статус биосферного резервата ЮНЕСКО. Для развития рекреационного экотуризма в Брестской области на базе государственных природоохранных учреждений (ГПУ), осуществляющих управление республиканскими заказниками, создано 7 эколого-просветительных центров, разработано и оборудовано 39 туристско-экскурсионных маршрутов и экологических троп. Все эти природные и историко-

культурные достопримечательности Брестской области используются в туристической деятельности не в полном объеме. Проводится оптимизация туристической деятельности, привлечение зарубежных туристов.

Современные тенденции развития экологического туризма на ООПТ характеризуются положительной динамикой: ежегодно увеличивается поток экотуристов, разрабатываются разнообразные программы, ведется информационная работа и постепенно реконструируется инфраструктура. Имеется целый ряд общих проблем. К ним относятся недостаточная реклама, крайне ограниченный выбор рекреационных услуг и низкая комфортность мест отдыха и ночлега. Многие охраняемые территории испытывают недостаток практических навыков в воплощении идей экологического туризма и образования. Стихийно используемые для экотуризма маршруты не имеют ни соответствующего оборудования, ни информационного обеспечения. Турфирмы не имеют налаженных связей с заповедниками и национальными парками, отсутствует необходимая информация, следует отметить и недостаточную правовую базу.

Приоритетной согласно действующему белорусскому законодательству на ООПТ является природоохранная и научная деятельность, а не эколого-просветительская, как того требует природопознавательный туризм. Таким образом, при наличии уникального и обширного природного потенциала экологический туризм в Брестской области в силу ряда объективных и субъективных причин, обозначенных нами, находится лишь в начальной стадии развития.

Эколого-просветительская деятельность – приоритетное направление деятельности государственных природных заповедников, национальных парков и заказников. В связи с этим создание экологических информационных центров, экологических троп и маршрутов, природных визит-центров приобретает особо важное значение.

Экологическая тропа (учебно-туристическая тропа) – обустроенный и особо охраняемый прогулочно-познавательный маршрут, созданный с целью экологического просвещения населения через установленные по маршруту информационные стенды. Маршрут экологической тропы прокладывается через различные экологические системы и другие природные объекты, архитектурные памятники, имеющие эстетическую, природоохранную и историческую ценность, при этом люди получают устную (с помощью экскурсовода) или письменную (стенды, аншлаги и т. п.) информацию об этих объектах. Цель создания экологической тропы – формирование экологической культуры граждан, воспитание у них бережного отношения к природе, обеспечение сочетания активного отдыха на природе с экологическим просвещением и образованием. Организация экологической тропы – одна из форм развития экологического мышления и мировоззрения.

Экологическая тропа «*В краю вертлявой камышевки*» была создана в Республиканском биологическом заказнике «Споровский». По назначению данная тропа является учебной, но может быть использована в качестве познавательно-прогулочной тропы. Маршрут начинается в сосновой посадке, посетители по склону проходят вниз к берегу Ясельды, переправляются через р. Ясельда на противоположный берег. Далее маршрут проходит по территории низинного болота. Посетители возвращаются на левый берег Ясельды, далее проходят вверх по склону через сосновую посадку по направлению к визит-центру заказника [1].

Основные темы информационного насыщения – характеристика водоемов и водотоков; болота как особые водные объекты, их роль в природе и жизни человека; уникальность болота «Споровское»; растительный и животный мир низинного болота; воздействие человека на природные комплексы; охраняемые виды растений и животных.

Экологическая тропа «Ольманские болота». Целью создания маршрута является формирование экологической культуры людей, воспитание у них бережного рационального отношения к природе, а также регулирование рекреационной нагрузки на природные комплексы и объекты Республиканского ландшафтного заказника «Ольманские болота». Это маршрут в 1,5 км по деревянному настилу, предусмотрен подъем на вышки, выход к озеру.

При развитии экологического туризма необходимо определять допустимые нагрузки исходя из следующих факторов: устойчивости животного мира к воздействию фактора беспокойства, характеристики маршрута (его длины, извилистости, заселенности территории и т. д.), благоустройства маршрутов и стоянок для туристов, а также психофизической комфортности и соблюдения природоохранных норм и правил.

Развитие экотуризма на территории Брестской области будет способствовать установлению баланса между экономическими (прибыль от туристской деятельности), социальными (отдых, экологическое воспитание) и экологическими (охрана природы) интересами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологические туры: разработка и продвижение / И. В. Абрамова [и др.]. – Минск : БГЭУ, 2011. – 166 с.

УДК 379.85(075)

М. А. КОМЛЕВА, О. А. ЛЮБИЦЕВА, В. А. ЧЖЕН

Украина, Киев, КНУ имени Тараса Шевченко

E-mail: mariannaemerald@ukr.net

ТУРИЗМ В КИТАЕ: НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Политика «реформ и открытости», проводимая в Китае с 1979 г., сильно изменила жизнь страны. Прекратилась длительная тысячелетняя изоляция Китая. Ныне он широко открыт всему миру. Одним из следствий этого стало стремительное развитие туризма, ставшего частью социально-экономического сектора Китая, приносящего большие доходы в бюджет и создающего рабочие места. Китай действует последовательно: осуществив модернизацию в сельском хозяйстве, промышленности, сферах оборонной и высоких технологий, стал активнее проводить культурную экспансию в другие страны прежде всего через развитие образования и туризма.

Становление современного туризма в Китае началось в 1949 г. В 1951 г. было создано первое государственное бюро путешествий по обслуживанию китайцев – хуацяо, а в 1954 г. – международное бюро путешествий Китая для обслуживания иностранцев. В 1964 г. для совершенствования управления туризмом было создано Главное управление путешествий и туризма Китая и началось активное развитие внутреннего и международного туризма. В 1983 г. Китай был принят во Всемирную туристическую организацию (ВТО). Сейчас в стране официально работают более 13 тыс. туристических фирм, туристов обслуживают более 10 тыс. «звездных» отелей. Прогнозировалось, что к 2020 г. Китай займет первое место в мире по числу принятых иностранных граждан и четвертое место – в рамках туров. За последние годы Китай посетили

сотни миллионов туристов, ежегодно приносящих десятки миллиардов долларов США в бюджет страны. Активно развивается и внутренний туризм, ежегодный доход от которого составляет сотни миллиардов юаней. Значительно выросло число китайских туристов в другие страны. В 2004 г. общее количество путешествующих китайцев внутри страны и за ее пределами превысило 110 млн человек, а общие доходы от этого достигли 1 триллион юаней.

Региональные особенности туризма в Китае. Китай занимает значительную территорию, окруженную со всех сторон (кроме востока и юго-востока) пустынями, горами, лесами, что повлияло на его длительную географическую и политическую изоляцию. Китайские географы выделяют на своей территории три крупные географические области (зоны) – Восточную муссонную, внутреннюю континентальную Северо-Западного Китая и Цинхай-Тибетское нагорье. Эти области имеют разные природные условия и ресурсы, историко-культурные особенности, этнический состав населения, демографические, социально-экономические, экологические проблемы, что в комплексе и определяет их туристический потенциал.

Восточная муссонная область расположена в муссонном климате. Здесь выделяют Северо-Восточный Китай, Северный Китай, бассейн среднего и нижнего течения Янцзы, Юго-Западный Китай и Южный Китай.

Северо-Восточный Китай (провинции Хэйлунцзян, Цзилинь, Ляонин) находится в умеренном климате – холодная зима, теплое лето. Рельеф – обширная равнина, окруженная горами. Население более 100 млн человек: хань (90 %), маньчжуры, монголы, корейцы и др. Природная среда влияет на характер людей, широкий и открытый. Они любят крепкие напитки и жирную свинину. Развита промышленность – лесная, горнодобывающая, машиностроение. Производится товарное зерно. Это основной в Китае район по запасам древесины и лесозаготовкам. Здесь много диких зверей и редких растений. «Три главных сокровища Северо-Востока» – женьшень, мех соболя и панты оленя. Ареал амурского тигра. Много заповедников (Чанбайшань включен в сеть биосферных заповедников мира).

Развивается экологический, профессионально-деловой, медицинский, рекреационный, познавательный, этнический, спортивный туризм.

Северный Китай (провинции Хэбэй, Шаньдун, Хэнань, Шаньси, Шэньси и города центрального подчинения Пекин и Тяньцзинь) занимает средний и нижний бассейн Хуанхэ, колыбели китайской цивилизации. Здесь 5 (из 7) столиц Китая. Терракотовые статуи Сианя – «8-е чудо света». Родина Лаоцзы и Конфуция. В Цюйфу известны «3 кунских памятника»: молельня Куна, лес Куна, поместье Куна, а в Цзоусяни менская молельня, менское поместье, менский лес. Эти места посещают властители и поэты, чтут как «родину предков и литературы». Здесь расположено Лессовое плато. Природные ресурсы района – земельные, минеральные (уголь, нефть, природный газ), водные. Крупнейшая энергетическая база Китая.

Развиваются профессионально-деловой, промышленный, водный, рекреационный, познавательный, этнический, экологический, медицинский, аграрный туризм.

Бассейн нижнего и среднего течения р. Янцзы (провинции Цзянси, Чжецзян, Хунань, Хубэй, Аньхой, Цзянсу и г. Шанхай) – это настоящий водный мир (каналы, реки, озера) Китая. Здесь собирают два урожая в год. Это главная житница Китая. Здесь много рыбы и риса, тутовые и бамбуковые рощи. Лотос, рыба, речные крабы и креветки. Главный район производства тутового шелкопряда, цитрусов, чая. Много воды создает особый колорит городам. Здесь два наиболее привлекательных для туристов города Китая – Сучжоу («восточная Венеция») и Ханчжоу (окончание Великого канала),

расположена «столица фарфора» Цзиндэчжэнь. В бассейне Янцзы проживает треть населения Китая, сосредоточено 25 % пашни, собирается 40 % зерна, 30 % хлопка. Лесные и минеральные (нефть, металлические, неметаллические) ресурсы. Дает 40 % валовой продукции народного хозяйства Китая. Расположены крупные города Чунцин, Ухань, Нанкин, Шанхай. Полоса Шанхай-Нанкин – место вложения крупных иностранных инвестиций.

Развиваются водный, профессионально-деловой, аграрный, рекреационный, медицинский, познавательный, экзотический, этнический, *sopping* туризм.

Юго-Западный Китай (провинции Сычуань, Юньнань, Гуйчжоу, город центрального подчинения Чунцин) окружен горами. Сычуань и Чунцин расположены в котловине, а Юньнань и Гуйчжоу – на плато. Сложный рельеф, закрытость территории сдерживали ее развитие. Новые железные и шоссейные дороги соединили район с другими частями страны. В Сычуани плотное население, развитое сельское хозяйство, большие запасы минеральных и гидроресурсов. В Чунцине проживает более 30, а во всей агломерации более 100 млн человек. Это крупный транспортный узел, промышленный центр, много минеральных ресурсов. В Юго-Западном Китае живут больше 20 этносов. Здесь расположен известный карстовый район Гуйчжоу и объект туризма «каменный лес», сохранились редкие животные и растения, а в Сычуани – занесенные в Красную книгу панды.

Развиваются промышленный, этнический, рекреационный, познавательный, экзотический, спортивный туризм.

Южный Китай (провинции Гуандун, Фуцзянь, Гуанси, Хайнань, Тайвань) расположен в субтропическом и тропическом климатах. Это была всегда удаленная часть Китая со своей культурой. Здесь много диалектов китайского языка. Южный Китай – это «родина» китайских эмигрантов» (хуацяо). Для них создаются «специальные экономические зоны» (СЭЗ) Китая. Район богат водными ресурсами. Строится много малых ГЭС. 2,5 тыс. лет назад здесь был построен канал, соединивший бассейны Янцзы и Чжуцзянь. В районе развит знаменитый карстовый рельеф, чистая вода, бамбуковые рощи. Гуйлинь – любимое туристами место. Из городов здесь выделяется Гуанчжоу – крупный экономический центр, порт, «город цветов», торговли и промышленности. Рядом с ним много СЭЗ. Здесь плотное население, но комфортные условия жизни.

Развиваются познавательный, курортный, рекреационный, водный, этнический, экзотический, элитарный, экологический, *sopping* туризм.

Внутренняя континентальная область Северо-Западного Китая (провинция Ганьсу, автономные районы Синцзян-Уйгурский, Внутренняя Монголия, Нинся-Хуэйский). Здесь 80 % всех пустынь Китая. Такла-Макан – самая крупная и засушливая (50 мм осадков) из них. Туристов влекут пустыни. Барханы двигаются, песком засыпаются дороги, поля, селения. Археологи находят древние города. Здесь находится уникальное «кочующее озеро» Лобнор. Основное занятие местных народов – скотоводство. Привлекает их своеобразная культура и быт (жилье, праздники). В оазисах развиты садоводство, виноградарство, бахчевые, пшеница, проложены знаменитые подземные каналы. Уйгуры занимаются также торговлей, изготовлением ковров, изделий из меха, знаменитых тюбетеек. Великий шелковый путь. Запасы подземных вод, нефти.

Развиваются этнический, познавательный, экзотический, элитарный, спортивный, *sopping* туризм.

Цинхай-Тибетское нагорье (провинции Цинхай и Тибет) – «крыша мира», самое высокое нагорье в мире. В рельефе чередуются высокие горы, глубокие ущелья и котловины. Геологически молодое Цинхай-Тибетское нагорье нарушило циркуляцию

в атмосфере Земли. Высокая сейсмичность, гейзеры, термальные источники. Высокая солнечная радиация, большие суточные перепады температуры, разреженный воздух, сильные ветры. Растения здесь низкие, с коротким периодом вегетации, развитой корневой системой. Много озер с чистой водой. В долинах растет ячмень, пшеница, картофель. Нагорье населяют тибетцы (более 90 %). Они имеют крепкое здоровье, терпеливы, неприхотливы, открыты, гостеприимны, любят песни, танцы, национальные праздники. Тибетцы носят длинные халаты, высокие сапоги, едят мясо и цампу (ячменный хлеб), пьют молочный чай и слабую ячменную водку. Важный объект туризма – озеро Кукунор. Добывают соль.

Развиваются познавательный, элитарный, этнический, эзотерический, религиозный, экзотический, спортивный туризм.

Современные тенденции развития туризма в Китае. Главная тенденция – развитие международного туризма. Расширяется его география. Туры становятся все содержательнее и направлены на близкое знакомство с китайской культурой (национальные фестивали и праздники, бесплатные посещения музеев). Качество туризма улучшается. Стали доступными практически все уголки Китая. Развиваются проекты «Китай – здравница Востока», «Новый Шелковый путь» и др. Мировая пандемия коронавируса нанесла сильный удар туризму Китая – международному и внутреннему.

УДК 911

В. И. НОВИКОВА

Украина, Киев, Институт географии НАН Украины

E-mail: novykova.valeriya@gmail.com

ПРИРОДНЫЕ РЕКРЕАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ: МЕСТО В КЛАССИФИКАЦИИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В САНАТОРНО-КУРОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В ресурсной базе рекреации А. А. Бейдык [1; 2] выделяют следующие основные блоки (рисунок 1): 1) **природные** рекреационно-туристские ресурсы (РТР); 2) **природно-антропогенные** РТР, к которым относит природоохранные объекты и территории (национальные природные парки, биосферные и природные заповедники, заказники, памятники природы, региональные ландшафтные парки, заповедные урочища, парки-памятники садово-паркового искусства, ботанические сады, зоопарки и др.); 3) **общественно-исторические** РТР, которые, в свою очередь, разделяет на: а) **архитектурно-исторические** РТР (различает шесть типов архитектурно-градостроительных сооружений: общественной, промышленной, военной, сакральной (культовой) архитектуры, садово-паркового искусства, архитектурные монументы и скульптурные памятники); б) **биосоциальные** РТР (связанные с определенным жизненным циклом (рождение, деятельность, пребывание, смерть, захоронение) конкретной выдающейся личности объекты); в) **событийные** РТР (в зависимости от события политические (общественно-политические, социальные), военные, культурные (археологические, образовательные, религиозные), экономические (хозяйственные, социально-экономические, финансовые), экологические).

Отдельную группу составляют **трансресурсные** (сквозные) объекты, которые могут принадлежать к любой из известных ресурсных группировок, входить в любую из ресурсных групп. К ним А. А. Бейдык [1; 2] относит **гомогенные** ресурсы (социаль-

ные и природные объекты, явления, события, происхождение которых тесно связано как с территорией конкретной страны (где они расположены или происходили), так и с территорией той зарубежной страны, в пределах которой этот объект, явление, событие первоначально возникло), **парарекреационные** объекты (объекты, явления любого происхождения, которые ни юридически, ни фактически не вовлечены в туристскую индустрию, но характеризуются определенным познавательно-туристским потенциалом) (рисунок 1).

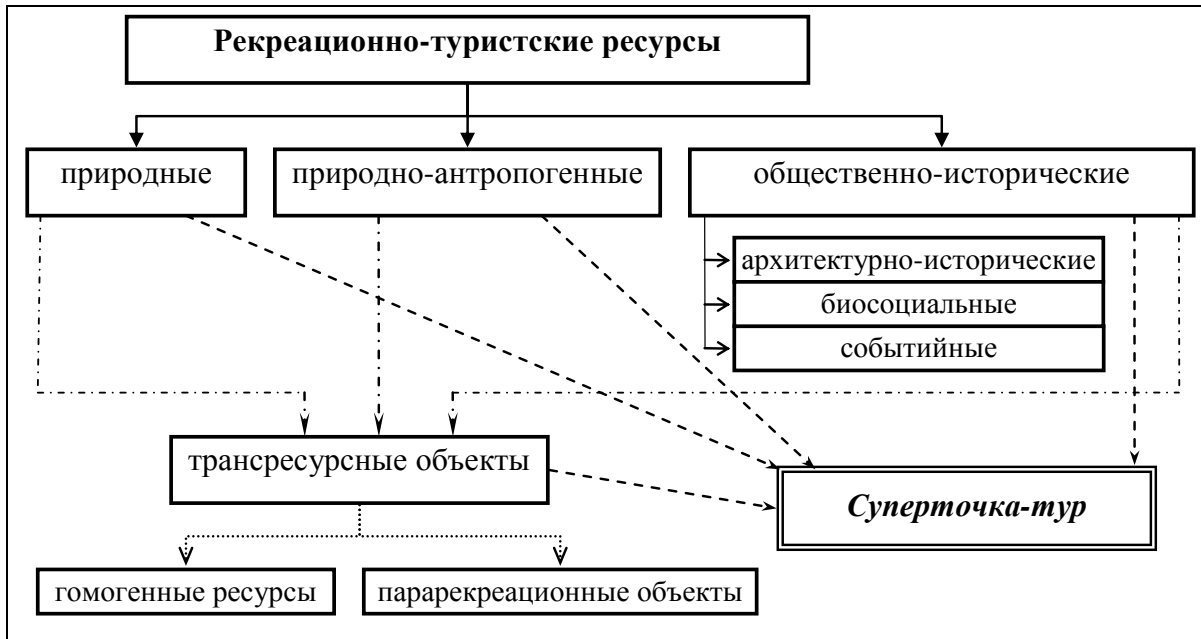


Рисунок 1 – Структура рекреационно-туристских ресурсов [1; 2]

Такой специфический вид рекреационно-туристских ресурсов, как **суперточка-тур** [1; 2], – занимающая доминирующее положение (высоту) в пределах окружающего пространства точечная территория, которая объединяет уникальные природные и общественные ресурсы, являясь квинтэссенцией знаковых для этой страны и ее народа РТР, и характеризуется существенной социально-исторической значимостью событий, происходивших или происходящих в ее пределах либо в пределах визуально воспринимаемого с нее пространства, включает все предыдущие группы (рисунок 1).

В структуре рекреационно-туристских ресурсов (рисунок 1) важная роль [1; 2] отводится **природному** блоку – используемые в сфере рекреации объекты и явления натурального происхождения. К природным РТР он относит орографические, спелеологические (природные пещеры), климатические (явления, характеристики, процессы), водные (реки, озера, моря, океаны, водохранилища, каналы, минеральные источники), растительные, фаунистические (животные), ландшафтные.

И. В. Смаль [5] наряду с **общественным** (социально-культурным), **технологическим**, **событийным** блоками в структуре туристических ресурсов тоже выделяет **природную** составляющую, к которой относит климатотерапевтические, лесные, водные, флорофаунистические, бальнеологические, орографические, ландшафтные. Ресурсами первого порядка, которые имеют непосредственное влияние на развитие рекреационного процесса, он считает климатотерапевтические, водные, бальнеологические, ландшафтные. А к природным туристским ресурсам второго порядка, которые косвен-

но влияют на рекреацию, относят остальные (орографические, лесные, флорофаунистические или биотические) составляющие, хотя во многих случаях они могут играть ведущую роль при распространении отдельных видов рекреационной деятельности (например, альпинизм, скалолазание, сафари и т. д.).

Большинство природных рекреационных ресурсов обладает лечебно-оздоровительными свойствами, но наиболее ценными считаются те, которые используются в санаторно-курортной деятельности. На базе трех основных природных лечебных факторов различают три типа курортов: бальнеологические, грязевые и климатические. Наряду с основными выделяются смешанные курорты, на которых одновременно используется несколько природных лечебных ресурсов [3; 4] (рисунок 2).

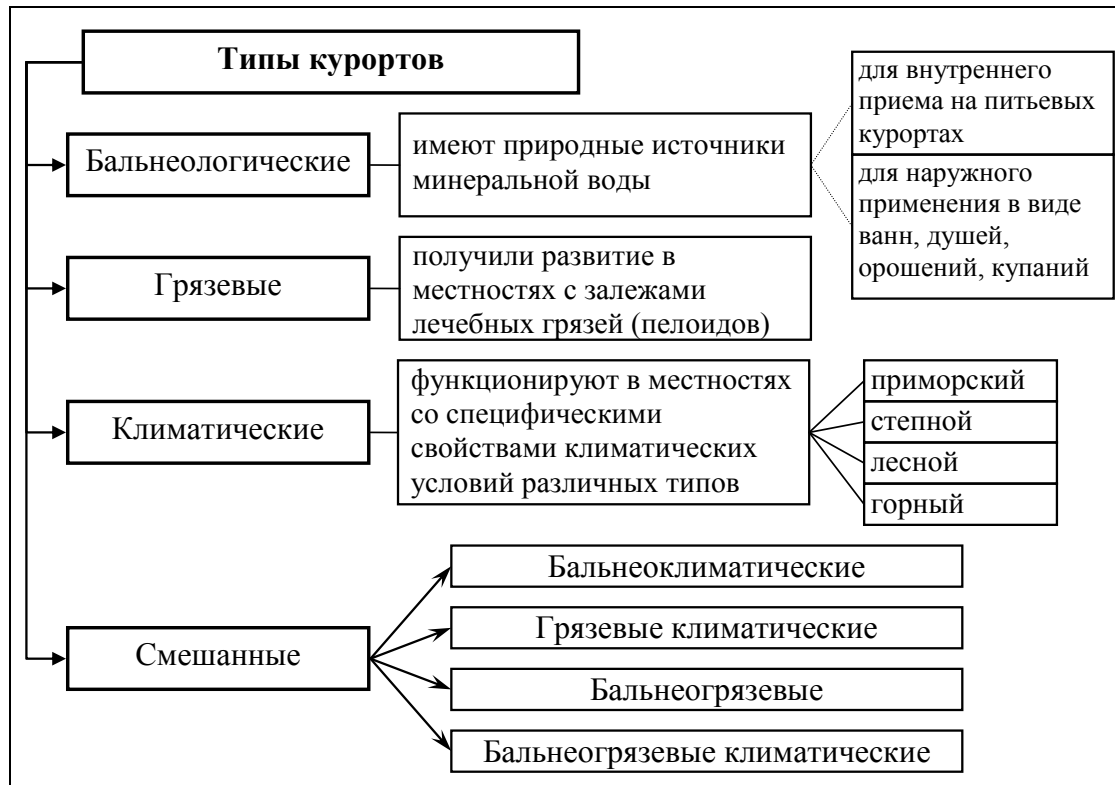


Рисунок 2 – Типы курортов [3; 4]

В мире все большую популярность приобретает СПА – комплекс физиотерапевтических процедур, в которых используют природные лечебные ресурсы в сочетании с психотерапевтическими методами в условиях повышенного комфорта пациента (таблица).

Таблица – Перспективные направления СПА-процедур [3]

Направления СПА-процедур	Характеристика СПА-направлений
Талассотерапия	Использование в оздоровительных целях морской воды, морского климата, морской соли, морепродуктов растительного и животного происхождения, песка, лиманных мулов и грязей
Винотерапия	Использование производных виноградной лозы (виноградные листья, винные дрожжи, масло виноградных косточек, оболочка виноградной ягоды, виноградные экстракты, сок, вино)

Продолжение таблицы

Ароматерапия	Лечение, основанное на применении натуральных эфирных масел, вводимых в организм через кожу, дыхательные пути, слизистые оболочки (ванны, массаж, ингаляции, полоскания, компрессы)
Фанготерапия	Лечение грязями; стимулирует обмен веществ, глубоко очищает кожу, выводит шлаки и токсины, улучшает работу нервной и эндокринной систем, повышает защитные силы организма
Апитерапия	Использование в лечении меда и продуктов пчеловодства
Галотерапия	Благотворное влияние на организм человека микроклимата соляных пещер; в искусственной соляной пещере дополнительно применяют программы релаксации, действие которых основано на использовании объемного света и звука
Стоун-терапия	Применение в лечении различных типов обработанных и необработанных камней для проведения стоун-массажа, ванн с горячими камнями и других процедур
Ландшафто-терапия	Оздоровление действием природной красоты, шума леса, морскими пейзажами

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейдик, О. О. Рекреаційні ресурси України : навч. посіб. / О. О. Бейдик. – Київ : Альтерпрес, 2009. – 400 с.
2. Бейдик, О. О. Термінологічний апарат рекреаційної географії: підходи та предмет-об’єктна сутність / О. О. Бейдик, Л. В. Ільїн, В. І. Новикова // Перспективи розвитку туризму в Україні та світі: управління, технології, моделі : монографія. – Луцьк : ЛНТУ, 2016. – С. 9–24.
3. Новикова, В. І. Природно-лікувальні ресурси санаторно-курортного комплексу України / В. І. Новикова, А. С. Пустовойт // Туризм і гостинність в Україні: стан, проблеми, тенденції, перспективи розвитку : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., Черкаси, 16–17 жовтня 2014 р. – Черкаси : Брама-Україна, 2014. – С. 381–391.
4. Новикова, В. І. Санаторно-курортна сфера: інфраструктурна складова, стан розвитку в Україні / В. І. Новикова // Географія та туризм. – 2011. – Вип. 16. – С. 93–101.
5. Смаль, І. В. Туристичні ресурси світу / І. В. Смаль. – Ніжин : Вид-во Ніжин. держ. ун-ту ім. М. Гоголя, 2010. – 336 с.

УДК 553.99(477)

Е. А. РЕМЕЗОВА, У. З. НАУМЕНКО

Украина, Киев, Институт геологических наук НАН Украины
E-mail: elena.titania2305@gmail.com; uznau@gmail.com

РАЗВИТИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЯНТАРНОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ И ПРЕОДОЛЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НЕКОНТРОЛИРУЕМОЙ ДОБЫЧИ

Отсутствие знаний о геологической природе янтаря-сукцинита, особенностях его происхождения, географического распространения, условиях залегания, стратиграфического положения в разрезе россыпей и необоснованном прогнозе залежей негативно

сказывается при поисках и разработке месторождений янтаря и янтаропроявлений. Нерешенность и недоучет перечисленных вопросов привели к незаменимым потерям драгоценного самоцвета и природы Украинского Полесья. Следовательно, необходимы инновационные подходы к информационному моделированию исследований, разработок и эксплуатации рассыпных месторождений, а особенно месторождений янтаря-сукцинита. Необходима разработка научно обоснованного прогноза месторождений и янтаропроявлений в целях их экологически оправданной добычи.

Формирование россыпей имеет свои климатические, фациальные и тектонические особенности, потому необходимо их возникновение привязывать к морфоструктурам, связанным с тектоническим строением.

Месторождения янтаря на территории Украины относятся к числу непромышленных из-за относительно низких технико-экономических показателей с недостаточной технологической изученностью. В связи с этим переоценка янтарных рассыпных месторождений является важным заданием, которое влияет на экономику страны.

Невзирая на большой вклад в изучение россыпей многих известных исследователей, вопрос о коренных источниках россыпей актуален и в настоящее время, так как его решение в значительной степени позволяет пересмотреть ресурсный потенциал.

Залежи янтаря в Украине приурочены к месторождениям и рудопроявлениям слишком сложного геологического строения с переменчивыми количественными или качественными параметрами залежей и крайне неравномерным гнездовым распределением янтаря из-за мощности отложений и площади их развития. Пределы залежей устанавливаются лишь по данным опробования. Залежи контролируются факторами палеогеографии, и возможность прогноза и экстраполяции россыпи слишком усложнена [4].

На территории Украины проявления и месторождения янтаря представлены россыпями, которые связаны с отложениями Припятского и Днепровского бассейнов Балтийско-Днепровской янтарной провинции и Карпатской субпровинции. Промышленные месторождения янтаря Припятского бассейна связаны с осадочными отложениями прибрежно-морских лагунно-дельтовых фаций, с породами межигорской свиты харьковской серии и берекской свиты олигоцена [1].

Геологическое изучение янтарных залежей направлено в основном на определение состава вещества, количества, качества и технологических свойств сырья, геологического строения, горно-геологических и других условий гидрогеологии залегания залежей для последующего обоснования проектных решений относительно способа и системы добычи и схемы комплексной переработки минерального сырья.

Исходя из этого, разработка методики поисков янтарных залежей требует комплексных исследований, необходимости предварительного моделирования искомым объектов и способов их обнаружения,

В этой ситуации значительно возрастает роль геофизических методов, применение которых позволяет на начальном этапе решать многие задачи, в том числе существенно сокращать площади поиска, прогнозировать погребенные формы рельефа и морфоструктурные особенности локализации россыпей, оценивать предварительно параметры объектов, а в экономическом плане – сокращать объемы дорогостоящего геологического, геохимического и минералогического опробования. В условиях болотистого рельефа Полесья геофизические методы и позволяют изучать строение толщ рыхлых отложений и определять их мощность, картировать рельеф погребенных коренных пород и выявлять морфоструктурные обстановки. В результате производятся локализация перспективных на обнаружение новых рассыпных залежей участков, предварительное оконтуривание обнаруженных залежей, происходят сокращение

объемов опробования, экономия времени полевых работ и, как следствие, значительное уменьшение стоимостных показателей геолого-разведочных работ.

Еще один из перспективных вспомогательных методов изучения – дистанционный поиск ископаемых – связан с привлечением спутников. Технология заключается в приеме, регистрации, анализе данных об изучаемой поверхности земли. Спутниковые методы разведки основаны на структурном и спектральном анализе недр. В процессе удается спрогнозировать расположение зон с залеганием нужной породы, подсчитать объемы ископаемых на территории, выявить и отследить геологические аномалии и пр.

В результате проведенных авторами работ с учетом новых комплексных подходов к методологии поисков и моделирования процессов янтарообразования уточнены условия образования, поисковые критерии, расширены перспективы для дальнейших поисково-прогнозных работ. Выделенные в ходе исследования участки требуют дальнейшего изучения с целью уточнения запасов янтаря. Отдельной проблемой является разработка кондиций для подсчета запасов и учет при их подсчете данных нелегальных горных выработок. Последний подход был использован при проведении разведки ряда месторождений Волынской области.

Большой научный интерес вызывает изучение хода событий относительно этапов «жизни» янтаря, что дает нам возможность оценить, насколько важным для янтаря являются условия его захоронения в природе и интенсивность воздействия на янтарь процессов окисления. Считаем, что динамика транспортировки и погружения янтаря и вообще янтароподобных смол в воде имеет для его дальнейшей истории первостепенное значение, поскольку морская вода насыщена кислородом, долго в ней янтарь существовать не может и сравнительно быстро разрушается.

Из анализа геологического строения и распространения морских эоцено-олигоценых отложений, истории развития гидросети в мезозое и кайнозое УЩ и его склонов, многочисленных находок янтаря-сукцинита авторы считают территорию восточного и юго-восточного обрамления УЩ перспективной для поиска крупных промышленных россыпей янтаря-сукцинита в верхнеэоценовых отложениях обуховской свиты [2; 3].

Применение методов моделирования имеет хорошие перспективы для решения проблем освоения месторождений и экологических проблем, связанных с добычей янтаря. В последние десятилетия янтаропроявления и месторождения стали открывать не специалисты-геологи, а несанкционированные старатели путем проходки подряд через леса, поля, луга, болота, копанок и намывов грунта гидромотопомпой до глубины 20 м, при этом нанося огромный вред природе полесского края.

Для повышения эффективности моделирования предлагается методика фреймовой организации, показавшая результативность в разных направлениях обращения с геологической средой. Методика модифицируется для алгоритмов исследования россыпных объектов, в частности россыпей янтаря [5]. В качестве объекта инфогеологических исследований взяты межигорская и обуховская свиты, как продуктивный горизонт янтароносных россыпей. Фреймы подчиненного порядка – это палеогеновые мелководные отложения эоценового моря, представленные глауконит-кварцевыми песками и алевритами.

В пласте янтарь распределен неравномерно, он встречается как в верхних частях янтароносной толщи, так и в нижней части. Это может быть объяснено тем, что накопление янтаря происходило за счет взаимодействия выноса материала палеодолинами и течениями различного характера, которые циркулировали в морском бассейне (сгонно-нагонные, вдольбереговые). Т. е. модель месторождения янтаря должна включать

ряд подмоделей: литолого-фациальную, содержания янтаря, мощности пласта, рельефа подошвы и кровли пласта. Модель также должна включать на региональном уровне палеогеографические схемы и для детализации событий россыпеобразования крупномасштабные палеогеоморфологические реконструкции.

Для изучения последствий разрушительной работы нелегальной добычи янтаря хорошо зарекомендовал себя метод спутникового мониторинга геоэкологического состояния территорий, нарушенных копателями, – дистанционное зондирование. Этот метод дает возможность получать детальные данные о территориях, нуждающихся в рекультивации. Это дает нам возможность разделить участки на категории, где необходимо применять различные методики рекультивации и их очередность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галецький, Л. С. Перспективи пошуків нових родовищ бурштину в Україні / Л. С. Галецький, О. О. Ремезова // Від смоли хвойних до бурштину. Ідентифікація викопних смол : зб. матеріалів наук. семінару. – Київ, 2012. – С. 15–22.
2. Мацуй, В. М. Геолого-географічні особливості формування, пошуку та прогнозу українського бурштину-сукциніту / В. М. Мацуй, У. З. Науменко // Укр. геогр. журн. – 2020. – № 4 (112).
3. Науменко, У. З. Етапи геологічного розвитку та генетичний тип корінного першоджерела розсіпів бурштину-сукциніту України / У. З. Науменко, В. М. Мацуй // Геол. журн. – 2020. – № 4.
4. A comprehensive approach to the exploration and development of atypical amber deposits and the legal issues of the amber industry in Ukraine / Olena Remezova [et al.] // *Górnictwo odkrywkowe*. – 2020. – № 1. – P. 36–42.
5. Innovative approaches to information modeling of placer deposits [Electronic resource] / O. O. Remezova [et al.] // XXth International Conference “Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects”. – Mode of access: https://www.dropbox.com/s/0t0g77vhe8fpl17/Geoinformatics2021_Proceedings.zip?dl=0.

УДК 504

Э. А. САВЧУК

Беларусь, Минск, БелИСА
E-mail: Savchuk@BELISA.ORG.BY

УСТОЙЧИВЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕНД ОБРАЗА БУДУЩЕГО ШВЕЦИИ – БИОЭКОНОМИКА

С начала второй промышленной революции (1890–1950) капитализм в Швеции развивался в тренде линейной экономики, которую можно охарактеризовать как однонаправленную модель производства и массового потребления. Сегодня шведское правительство, бизнес-сообщество и общество переосмысливают устаревшие подходы развития экономики, ориентированной на одностороннюю производственную эффективность. Поскольку неизбежными последствиями ускоренного экономического роста и потребления являются глобальные экологические проблемы, такие как выброс парниковых газов и прочие негативные последствия, приносящие невосполнимый урон окружающей среде, в стране всеобщего процветания, которой стремится стать Швеция, основная идея устойчивого будущего состоит в возможности повторного использова-

ния сырья и материалов для создания эффективных цепочек добавленной стоимости, чтобы продукты становились экологичными, более пригодными для вторичной переработки, чтобы невозобновляемые материалы со временем заменялись возобновляемыми, чтобы конечные пользователи были вовлечены в общее дело [1]. Поэтому на смену традиционной (линейной) концепции экономики, которая разобщена в целях и средствах, Швеция все больше потворствует приходу экономики замкнутого цикла (циркулярной или будущей экономики). Этот устойчивый тренд зафиксирован в национальной стратегии циркулярной экономики [2], в которой определены направления и цели долгосрочного и устойчивого перехода шведского общества, что является важным шагом на пути к тому, чтобы Швеция стала первой в мире страной, отказавшейся от выбросов для достижения экологических, климатических и глобальных целей, стоящих на повестке дня на период до 2050 г.

Решению экологических, энергетических, продовольственных и природных проблем, с которыми сталкивается Швеция, призвана содействовать биоэкономика, отождествляемая как совокупность компонентов циркулярной экономики, базирующейся на использовании возобновляемых биологических ресурсов суши и моря (леса, животные, в том числе водные и микроорганизмы) для производства пищевых продуктов, материалов, энергии и эффективного использования отходов.

Переход Швеции к биоэкономике замкнутого цикла в рамках проекта «Биоэкономика 2.0» объединяет более 50 заинтересованных сторон – компаний, исследователей и организаций, принявших участие в уникальной инициативе [3].

В рамках этого комплексного проекта проведены углубленные исследования по разработке технологий и созданию новых возможностей для использования остаточных потоков лесного, сельского хозяйства и аквакультуры. Сегодня ценность остаточных потоков часто заключается в их энергосодержании, поскольку они используются для получения энергии. Из остаточной продукции можно производить продукты питания, химикаты и топливо. Это позволит не только расширить знания об анализируемых цепочках добавленной стоимости, но и получить результаты, которые возможно будет внедрять при разработке других связанных биоэкономических решений. Инновационный проект включает шесть подпроектов. Координационная деятельность обеспечивает взаимосвязь между подпроектами и выполнение ряда совместных исследовательских мероприятий, направленных на изучение новых областей использования остаточных потоков от лесного, сельского хозяйства и аквакультуры [4].

«От побочных потоков в сельском хозяйстве до инноваций». Бюджет – 3 млн шведских крон, координатор – Лундский университет. Ожидаемые результаты: отходы шелухи овса, используемые в настоящее время в основном в качестве топлива и в производстве крахмала, а также вторичного картофельного волокна, ввиду доступности этой биомассы должны использоваться намного лучше, поскольку в обществе существует потребность в функциональных продуктах, оказывающих положительное влияние на здоровье.

«Производство капролактона из сахарной платформы». Бюджет – 5,3 млн шведских крон. Ожидаемые результаты: разработка надежных и стабильных катализаторов, имеющих высокую активность и разумную цену, с последующей коммерциализацией этого процесса. В ходе экспериментов в реакторе высокого давления исследуется чистота сахара и влияние примесей на производство капролактона, важного химического вещества, используемого для производства клеев и биопластов. Ожидается, что впоследствии капролактон может быть использован во многих сферах, включая производство биопластиков.

«Лесные отходы для комплексного производства съедобных грибов и биотоплива». Бюджет – 8,98 млн шведских крон, главные партнеры – Шведский университет сельскохозяйственных наук, Университет Умео и Шведская ассоциация производителей грибов. Ожидаемые результаты: разработка интегрированной производственной цепочки, в которой лесные остатки используются в качестве субстрата для выращивания грибов. Отработанный грибной субстрат перерабатывается в качестве сырья для производства биотоплива. Основное внимание уделяется составу субстрата, параметрам пастеризации, ферментативному гидролизу, экономическому и экологическому анализу жизненного цикла.

«Пребиотики из леса и моря». Бюджет – 7,7 млн шведских крон, главные партнеры – Технологический университет Лулео и Лантбруксуниверситет. Ожидаемые результаты: использование экологически безопасного сырья, а именно лесного и морского, для производства продуктов питания. Мероприятия: разработка химических и ферментативных процессов на основе лесных остатков (ветви, корни и ботва) и клетчатки морских ежей; оценка, можно ли переработанную биомассу использовать в качестве пребиотиков для потребления человеком; укрепление иммунной системы выращиваемых рыб; оценка положительного влияния технологии на рыбное хозяйство и др.

«Гидротермальное предварительное сжижение остаточных потоков лесного и сельского хозяйства». Бюджет – 6,1 млн шведских крон, цель: повышение рентабельности всей переработки лигноцеллюлозы. В процессах, основанных на древесном сырье, всегда производятся такие отходы, как опилки, лигнин и кора. Ожидается достичь более широкого диапазона их применения за счет создания высококачественной био-нефти в процессе гидротермального ожигения. Биомасло может использоваться как возобновляемое жидкое топливо и имеет потенциал в производстве химикатов.

«Обработка рапсового жмыха для получения экологически безопасных белков и сырья для новых биопродуктов». Бюджет – 3,6 млн шведских крон. Ожидаемые результаты: разработка методов для извлечения и утилизации рапсового белка, а также остаточных жиров, минералов и других веществ из рапсового жмыха. Белок будет использоваться, как субстраты для пробиотических бактерий (пребиотиков), в качестве композитов в пищевой промышленности и биологический пестицид против заражения растений. В рамках проекта генерируются новые растительные белковые продукты из уже доступного сырья, а также создаются материалы для новых биопродуктов.

Швеция относится к числу стран, которые выбрали последовательный планомерный переход от традиционной линейной неустойчивой экономической модели, разобщенной в целях и средствах, основанной на принципе «покупай, производи, выбрасывай», к биоэкономике будущего, в которой экологичные продукция и материалы имеют высокую ценность. На практике это подразумевает становление государства будущего всеобщего благосостояния за счет взаимодействия власти, бизнеса и общества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Scenarios for sustainable futures beyond GDP growth 2050 / A. Svenfelt [et al.] // *Futures*. – 2019. – № 111. – P. 1–14.
2. Правительство Швеции утвердило национальную стратегию циркулярной экономики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.azertag.az/ru/xeber/Pravitelstvo_SHvecii_utverdilo_nacionalnuyu_strategiyu_cirkulyarnoi_ekonomiki-1532773. – Дата доступа: 03.03.2021.
3. Nya biomaterial, produkter och tjänster [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.bioinnovation.se>. – Date of access: 05.03.2021.

4. Bioekonomi 2.0 – Bästa uppskattning av restflöden [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.bioinnovation.se/projekt/bioekonomi-2-0-battre-valorisering-av-reststrommar-2>. – Date of access: 05.03.2021.

УДК 314.04+911.3(476)

А. А. СИДОРОВИЧ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: brestsid@gmail.com

ТРАНСФОРМАЦИЯ РЫНКА ТРУДА БЕЛАРУСИ В КОНТЕКСТЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ

Демографическое старение населения – увеличение доли населения старше трудоспособного возраста – наряду со снижением объема предложения услуг труда и изменения его структуры оказывает значительное влияние на трансформацию рынка труда. Соотношение между основными возрастными группами населения определяет степень демографической нагрузки на производительное население. Население трудоспособного возраста составляет основу занятых в экономике, а население нетрудоспособного возраста выступает основным получателем государственных доходов. Одним из наиболее универсальных показателей демографической нагрузки выступает коэффициент общей демографической нагрузки, который рассчитывается по следующей формуле:

$$ДН = \frac{ЧМ + ЧС}{ЧТН},$$

где **ДН** – коэффициент общей демографической нагрузки; **ЧМ** – численность населения младше трудоспособного возраста; **ЧС** – численность населения старше трудоспособного возраста; **ЧТН** – численность трудоспособного населения.

Демографическая нагрузка в целом в Беларуси и по отдельным областям не превышает 100. Наименьшая демографическая нагрузка характерна для г. Минска, который привлекает трудоспособное население из других регионов (рисунок 1). Самые большие показатели отмечаются в Брестской и Минской областях – соответственно 79,5 и 80,8, что выше, чем в менее благополучных в демографическом отношении Витебской и Могилевской областях. Это обусловлено тем, что в первых двух регионах относительно более высокая доля детей в общей численности населения.

В начале 2018 г. выделялось 22 административно-территориальных района с демографической нагрузкой от 100 и более, т. е. численность населения нетрудоспособного возраста превышала численность трудоспособного населения. Самая высокая демографическая нагрузка характерна для районов с наибольшей долей населения пенсионного возраста – Бобруйского (120), Зельвенского (113), Свислочского (111) и Петриковского (110). Высокие значения данного показателя имеют место и в районах со средним удельным весом лиц старше трудоспособного возраста и долей детей выше среднего – Дрогичинском (103) и Ивановском (101).

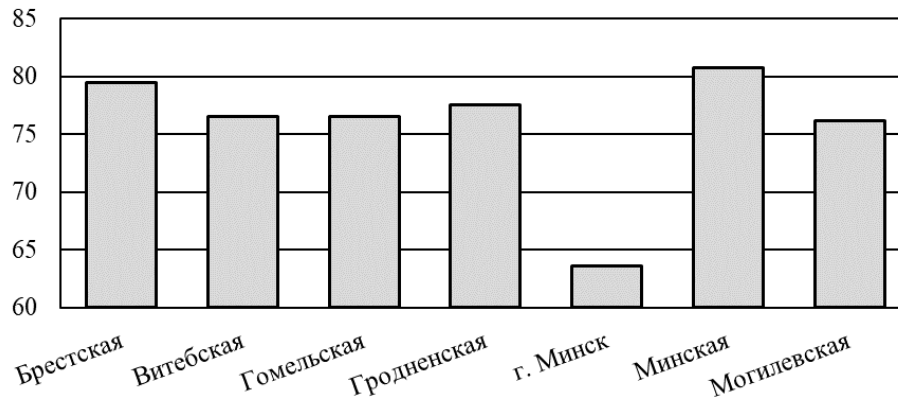


Рисунок 1 – Коэффициент общей демографической нагрузки, 2018 г.

Низкая демографическая нагрузка наблюдается в районах с крупными индустриальными центрами (Борисовский, Жлобинский, Мозырский районы) либо учреждениями высшего образования (Горечский район) [1]. Так, в Горечком районе расположена Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, в которой обучается около 5,7 тыс. студентов дневной формы получения образования, что составляет 12 % всего населения района (рисунок 2).

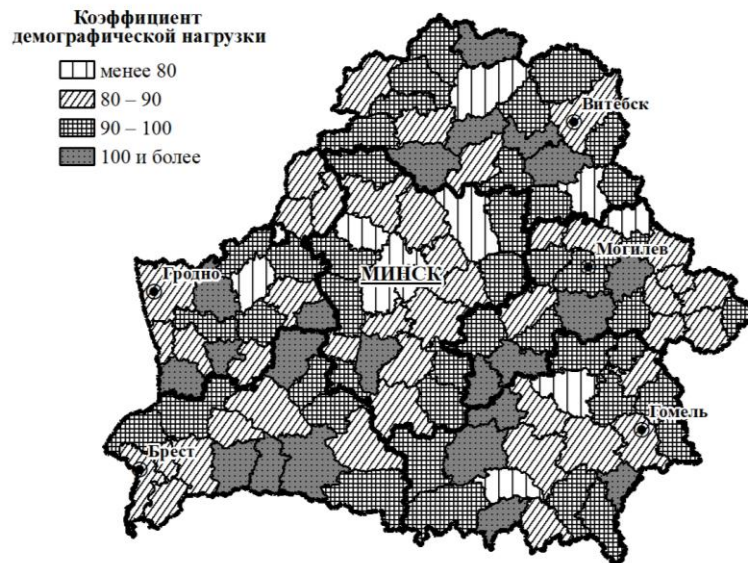


Рисунок 2 – Коэффициент общей демографической нагрузки, 2018 г.

В дополнение к коэффициенту общей демографической нагрузки анализируется коэффициент регрессии возрастной структуры, который характеризует соотношение численности лиц старше трудоспособного возраста и численности детей (лиц моложе трудоспособного возраста). Лишь в двух районах число детей превышает численность лиц пенсионного возраста – Кормянском и Минском (0,9). Относительно низкие показатели (менее 1,2) характерны для ряда районов, входящих в группу наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС – Брагинского, Кормянского, Краснопольского, Наровлянского и Хойникского (рисунок 3).

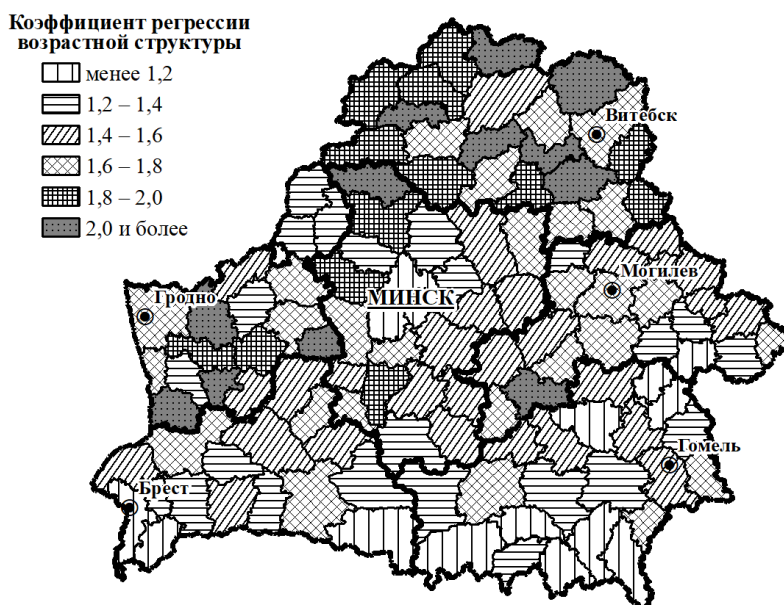


Рисунок 3 – Коэффициент регрессии возрастной структуры населения

В 81 районе коэффициент регрессии возрастной структуры превысил 1,5, в 17 районах – 2,0. На одного жителя в возрасте младше трудоспособного приходится два и более жителей пенсионного возраста в пяти районах Гродненской области – Дятловском (2,0), Зельвенском (2,6), Кореличском (2,4), Свислочском (2,4), Щучинском (2,3); в 10 районах Витебской области – Бешенковичском (2,4), Верхнедвинском (2,0), Городокском (2,2), Докшицком (2,0), Лиозненском (2,0), Миорском (2,0), Россонском (2,2), Сенненском (2,1), Ушачском (2,3), Шарковщинском (2,1) и в Мядельском районе (2,1) Минской и в Бобруйском районе (2,3) Могилевской областей.

Возрастной состав трудоспособного населения Беларуси и, следовательно, степень старения населения также могут быть выражены с помощью такого показателя, как средний возраст трудоспособного населения. Проведенные исследования свидетельствуют, что на мезогеографическом уровне наблюдается относительная территориальная однородность распределения среднего возраста трудоспособного населения [2]. Данный показатель варьирует от 35,3 лет в г. Минске до 38,0 в Витебской области. Однако на микрогеографическом уровне его дифференциация усиливается. В целом наиболее «молодое» трудоспособное население характерно для районов с большими, крупными и крупнейшими городами, а самое «старое» – для аграрных с центрами в малых городских поселениях. В 41 районе средний возраст трудоспособного населения составляет 40 лет и более. Наиболее «старыми» являются Зельвенский и Петриковский районы (42 года) (рисунок 4). Среди факторов, в наибольшей степени оказывающих влияние на территориальную дифференциацию возрастной структуры населения, главную роль играет размещение учреждений образования. Так, самый низкий средний возраст трудоспособного населения отмечен в Горецком районе (35,7).

Таким образом, демографическое старение населения сопровождается деформацией его половозрастной структуры и ростом числа смертей в трудоспособном возрасте за счет увеличения доли старших возрастных групп. Это, в свою очередь, в условиях миграционного оттока трудоспособного населения из большинства регионов страны в г. Минск, областные центры и урбанизированные районы столичного региона в значительной степени усугубляет процессы регионального формирования трудовых ресурсов.

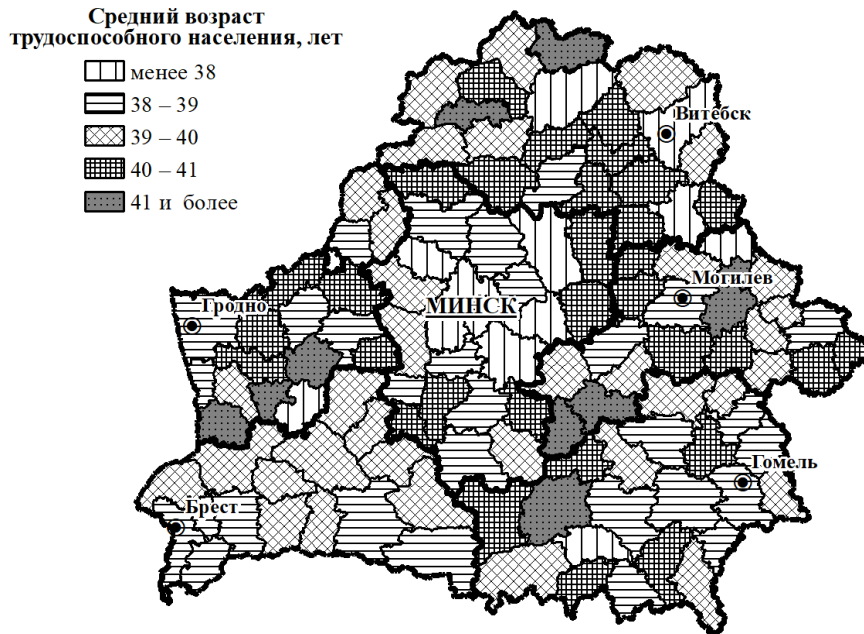


Рисунок 4 – Средний возраст трудоспособного населения, 2018 г.

Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ (грант № Г20М-030).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидорович, А. А. Половозрастной аспект демографической трансформации рынка труда Беларуси / А. А. Сидорович // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2020. – № 1. – С. 123–130.
2. Сидорович, А. А. Трудовые ресурсы Беларуси в начале XXI в. в контексте старения населения / А. А. Сидорович // Региональные особенности социально-экономического развития Беларуси и Литвы : сб. материалов Междунар. науч. семинара, Брест, 24–28 июля 2017 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: К. К. Красовский, Д. В. Никитюк. – Брест : БрГУ, 2017. – С. 29–32.

УДК 504.05

А. С. СЛАБОСПИЦКАЯ

Россия, Москва, Российский университет дружбы народов
E-mail: slabospickayaanastasia@gmail.com

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОЦИАЛЬНАЯ АВТОРЕКЛАМА

Экологическая социальная автореклама как метод социального воздействия имеет собственную целевую аудиторию. Он обращен к лицам, планирующим использовать в качестве средства передвижения машины и механизмы, работающие на двигателях внутреннего сгорания, т. е. самые распространенные среди населения СНГ автомобили [1]. С целью более наглядного понимания целевой аудитории обратимся к статистике. Данные по Российской Федерации наглядно демонстрируют растущую популярность личного автотранспорта и такси как способа ежедневного перемещения от места про-

живания до непосредственного места работы и в обратном направлении. Так, более 70 % населения используют личный или служебный автомобиль и (или) такси [2]. Объектом исследования является социальная реклама в области экологии и транспорта, предметом исследования – экологическая безопасность наземных автомобильных систем.

Предлагаемая социальная реклама будет нарочито демонстрировать вышеуказанной аудитории некоторые объективные негативные последствия от результата ее ежедневного выбора, мотивируя пользователя использовать транспортное средство с двигателем внутреннего сгорания как можно реже, тем самым будут достигнуты общественно полезные цели в сфере охраны окружающей среды [3; 5].

Данная социальная реклама будет направлена на достижение следующих задач: формировать общественное мнение об экологическом ущербе, оказываемом сжиганием топлива во время движения автотранспорта; обратить потребительскую модель поведения в обществе по отношению к природе; привлечь внимание граждан к этой экологической проблеме; стимулировать поиск и нахождение новых решений, что в целом укрепит государственную политику и институт гражданского общества [3; 6].

Реализация расчета данной экологической социальной рекламы возможна как минимум двумя способами. Первый способ заключается в том, чтобы рассчитать примерное значение итоговых данных через усредненный углеродный след от стандартных видов транспорта, имеющих двигатель внутреннего сгорания, которыми чаще всего пользуются люди, использующие спутниковые навигаторы (мотоцикл, автомобиль и т. д.), и времени, затрачиваемого на преодоление проложенного маршрута.

Второй способ отличается от первого тем, что пользователь может указать более точные исходные данные. Реализовать данный способ можно за счет указания пользователем конкретной модели используемого транспорта для преодоления проложенного маршрута в спутниковом навигаторе, что позволит более точно определить углеродный след, который будет оставлен во время поездки по проложенному маршруту. Также более точные расчеты можно получить за счет указания типа используемого топлива во время преодоления выбранного маршрута, указав количество пассажиров и (или) вес перевозимого груза, что также влияет на объем высвобожденного диоксида углерода двигателем внутреннего сгорания [5; 7].

Демонстрация пользователю исходных и полученных данных будет направлена на достижение повышения экологической осведомленности граждан, а также на повышение их экологической осознанности за использование двигателей внутреннего сгорания и мотивацию пользоваться более безопасными и менее вредными для окружающей среды видами транспорта [7].

Данная практика может быть полезна во всех спутниковых навигаторах, поисково-информационных картографических службах, любых картографических сервисах и технологиях, включая также сервисы агрегатора такси, доставки еды, продуктов, а также мобильные приложения к ним и т. д. [1].

Также данная социальная реклама может быть дополнена расчетом данных углеродного следа, который оставил бы более безопасный для окружающей среды и экологии транспорт, не использующий двигатель внутреннего сгорания и (или) использующий комбинированный режим работы двигателя на аналогичном маршруте [7; 11]. Данная опция поможет сформировать новый подход к экологическим проблемам, популяризировать альтернативные виды транспорта среди граждан, повысить социальную ответственность и укрепить государственную политику в сфере защиты природы и в целом укрепить институт гражданского общества.

В проведенном в ходе исследования опросе среди совершеннолетних граждан было установлено, что респонденты реже всего встречают социальную рекламу, направленную на привлечение общественности к экологическим проблемам.

Также около 88 % опрошенных заявили, что никогда не встречали социальную рекламу, содержащую в себе какое-либо упоминание об углеродном следе или ущербе от автотранспорта окружающей среде.

По данным опроса также удалось установить, что около 85 % граждан считают социальную рекламу эффективным способом помощи государству в привлечении внимания граждан к значимым проблемам в сфере экологии как на глобальном, так и на региональном уровнях.

Более 90 % среди опрошенных граждан утверждают, что социальная реклама помогает им более ответственно подходить к острым темам, освещаемым в социальной рекламе. Также более 90 % респондентов считают проблемы загрязнения окружающей среды актуальными, более того, свыше 90 % опрошенных граждан считают проблемы загрязнения окружающей среды недостаточно распространенными и популярными.

Таким образом, исходя из полученных данных, удалось проанализировать современный рынок социальной рекламы. Полученный вывод подтвердил актуальность экологической социальной рекламы в сфере урона, наносимого окружающей среде от двигателей внутреннего сгорания автотранспорта [7].

На сегодняшний день существует множество законов, ограничивающих объемы выбросов аэрополлютантов в атмосферу как обычными личными автомобилями, так и коммерческим крупногабаритным транспортом. Законотворческие органы Российской Федерации ведут работу по проработке проблемы экологии, однако в то же время существует дефицит в социальной части, которую отчасти могла бы восполнить вышеуказанная реклама. Именно в этом заключается ее главная цель – продолжение государственной политики в области защиты окружающей среды и гарантии ее высокого качества [6; 9]. Также, помимо государства, экологическая социальная реклама пользуется спросом среди благотворительных организаций, общественных фондов, а также коммерческих организаций, решивших направить внимание общественности на актуальные экологические проблемы, в частности на загрязнение окружающей среды автотранспортом [10; 11]. Благодаря проведенным исследованиям рынка социальной рекламы удалось установить, что существует определенный дефицит в данной области маркетинга, ради восполнения которого может использоваться экологическая социальная автореклама. Более того, по данным опроса целевая аудитория данного продукта готова к его потреблению, что также благоприятно повлияет на его спрос в будущем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грамматчиков, Алексей. Электрокары берут реванш / Алексей Грамматчиков // Эксперт. – 2020. – № 26. – С. 48–55.
2. Аргументы и факты [Электронный ресурс] : еженедельник. – 2017. – № 40. – 4 окт. – Режим доступа: <https://vl.aif.ru/gazeta/number/35995>. – Дата доступа: 08.05.2021.
3. О рекламе [Электронный ресурс] : Федер. закон Рос. Федерации, 13 марта 2006 г., № 38-ФЗ. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58968/.
4. Калмыков, С. Б. Социология рекламы в образовательной сфере / С. Б. Калмыков. – М. : АМИ, 2010. – 118 с.
5. Альферович, В. В. Токсичность двигателей внутреннего сгорания : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгора-

ния» : в 2 ч. / В. В. Альферович. – Минск : БНТУ, 2016. – Ч. 1 : Анализ состава отработавших газов. – 54 с

6. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : Федер. закон Рос. Федерации, 4 мая 1999 г., № 96-ФЗ. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/.

7. Шароглазов, Б. А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов : учеб. по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б. А. Шароглазов, М. Ф. Фарафонов, В. В. Клементьев. – Челябинск : Изд-во ЮОУрГУ, 2015. – 403 с.

8. Социальная реклама Nike «оправдания быть не может» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>. – Дата доступа: 08.05.2021.

9. Манова, В. А. Факторы, определяющие формирование инновационных транспортно-логистических комплексов [Электронный ресурс] / В. А. Манова, А. С. Лебедева // Транспортные системы и технологии. – 2020. – № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-opredelyayuschie-formirovanie-innovatsionnyh-transportno-logisticheskikh-kompleksov>. – Дата доступа: 15.05.2021.

10. Гумба, К. В. Социальная реклама в информационно-коммуникативном пространстве рынка с позиции социально этичного маркетинга [Электронный ресурс] / К. В. Гумба // ЭВР. – 2011. – № 4. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-reklama-v-informatsionno-kommunikativnom-prostranstve-rynka-s-pozitsii-sotsialno-etichnogo-marketinga>. – Дата доступа: 14.05.2021.

11. Анисимова, А. И. Исследование инноваций в сфере экологической безопасности транспорта мегаполиса / А. И. Анисимова, А. С. Лебедева // Экономика и экол. менеджмент. – 2020. – № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-innovatsiy-v-sfere-ekologicheskoy-bezopasnosti-transporta-megapolisa>. – Дата доступа: 13.05.2021.

УДК 004.031.42:502.3

О. В. ТОКАРЧУК, А. О. БЕЛЮК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: oleg.v.tokarchuk@mail.ru

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПОРТФОЛИО РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

В настоящее время в результате выполнения прикладных географических, эколого-географических и иных научно-исследовательских работ накапливается большое количество материала самого разного типа. Сюда относятся не только текстовые отчеты, но и карты и картосхемы (в том числе интерактивные), таблицы, графический материал, иллюстрации (в том числе фотографии) и др.

В большинстве случаев накопленный материал объединяется в отчетных документах, которые практически не тиражируются и представлены лишь в нескольких экземплярах. В то же время собственно отчет включает в основном текстовую и таблично-иллюстративную часть. Определенные виды научного материала, который сейчас создается в результате реализации эколого-географических работ (интерактивные карты, картографические веб-продукты разного типа, простые и картографические базы данных и др.) не входят в текст отчета, так как представлены преимущественно в элек-

тронном виде. В сам отчет могут включаться перечни гиперссылок на созданные базы данных, веб-продукты и веб-карты, скрины реализованных материалов и др.

Часть результатов научно-исследовательских работ распространяется посредством публикации статей в научных журналах и сборниках докладов научных конференций. В данном случае следует отметить, что научные публикации не отображают всех результатов исследования, затрагивают отдельные части (этапы) НИР и размещаются в самых разных изданиях – как в печатной, так и в электронной форме. Чтобы ознакомиться с результатами работы посредством научных публикаций, необходимо иметь общий список работ и открытый доступ к ним.

Ввиду этого значительную актуальность представляет развитие такого направления, как создание различных типов информационных продуктов, которые позволят объединить весь накопленный материал, представить его наглядно, а также свободно распространять с использованием облачных платформ в сети Интернет.

Для решения поставленной задачи в условиях свободного и повсеместного развития и использования интернет-технологий высокую актуальность приобретает такое направление, как создание веб-продуктов, которые позволяют значительно упростить процесс распространения информации. Для выполнения подобных продуктов можно использовать как конструкторы веб-сайтов, так и возможности других облачных платформ, в том числе и платформ картографирования.

В настоящей работе приводится опыт создания интерактивного портфолио результатов научно-исследовательской работы, выполненного с помощью шаблонов облачной платформы картографирования ArcGIS Online. Для реализации портфолио использовался шаблон «Story map Cascade». Данный шаблон позволяет сочетать описательный текст с картами, изображениями и мультимедийным содержанием в полноэкранный среде. В выполненные приложения может быть вставлен текст, картосхемы и иллюстрации, фотографии и таблицы, кроме того, к тексту могут быть привязаны гиперссылки и др.

Разработка и апробация методики реализации интерактивного портфолио научно-исследовательской работы проводилась на примере двух научно-исследовательских работ:

1. НИР «Комплексная геоэкологическая оценка современного состояния озерно-бассейновых систем НП «Нарочанский»» выполнялась в Брестском государственном университете имени А. С. Пушкина в период с 2016 по 2019 г. (в рамках государственной программы согласно договору с ГПУ «НП “Нарочанский”»).

2. НИР «Разработка многоцелевой интерактивной геоинформационной модели зеленой инфраструктуры крупных городов Беларуси для оценки ее влияния на формирование качества городской среды» реализовывалась в Брестском государственном университете имени А. С. Пушкина в период с 2019 по 2021 г. (грант БРФФИ Х19М-021).

В результате выполнения данных научно-исследовательских работ был реализован большой объем различных типов информационных продуктов: 1) электронные (интерактивные) карты; 2) картографические базы данных; 3) картографические веб-продукты (электронные атласы, справочно-информационные системы, виртуальные экскурсии и др.); 4) таблично-иллюстративный материал (графики, диаграммы, гистограммы, таблицы, схемы и др.); 5) фотографии; 6) текстовый материал (выполняет описательную, объяснительную, аналитическую и иные функции); 7) списки литературных и картографических источников и др.

Ввиду этого на заключительной стадии реализации каждой из научно-исследовательских работ были созданы интерактивные портфолио, в которых собраны основные результаты исследований.

Интерактивные портфолио состоят из следующих разделов:

- 1) «Общая характеристика НИР». Включает краткое описание НИР (цели, задачи, этапы, практическая, научная, социальная значимость и др.);
- 2) «Основные результаты НИР». Включает описание основных результатов НИР, полученных по каждому из этапов;
- 3) «Веб-продукты». Содержит полный перечень созданных в результате реализации НИР картографических веб-продуктов (интерактивные картографические базы данных, веб-карты, электронные атласы, информационно-справочные системы и др.) с привязанными к ним гиперссылками или ссылками на облачное хранилище;
- 4) «Научные мероприятия». Включает полный перечень научных мероприятий (конференций, семинаров, конкурсов и др.), на которых были представлены результаты исследования; ко многим из мероприятий привязаны гиперссылки для перехода на веб-страницы мероприятий, презентации докладов, конкурсные материалы и др.;
- 5) «Публикации». Включает полный перечень публикаций, сгруппированных по типам (статьи в научных журналах, сборниках научных трудов, материалах научных конференций и др.); к названиям публикаций привязаны гиперссылки на страницы репозитория университета, где расположены полнотекстовые материалы;
- 6) «Документы». Содержит перечень разных документов, отображающих результаты и значимость НИР (акты внедрения, регистрационные листы электронных изданий и др.).

Таким образом, в ходе выполнения научно-исследовательских работ эколого-географической тематики была предпринята попытка создания интерактивного портфолио с использованием современных средств ГИС для целей объединения и распространения полученных материалов. Созданные информационные продукты находятся в свободном доступе в сети Интернет и не только позволяют более наглядно увидеть результаты проведенных исследований, но и используются на практике в деятельности государственных и общественных организаций. Апробированная авторская методика может быть использована в ходе проведения подобных исследований применительно к другим научно-исследовательским работам либо направлениям. В частности, по разработанному алгоритму можно создавать портфолио научного исследователя (студента, магистранта, ученого), портфолио научной работы.

УДК 316.334.56

С. М. ТОКАРЧУК, А. О. БЕЛЮК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: svetlana.m.tokarchuk@mail.ru

МЕНТАЛЬНЫЙ ОБРАЗ ОЗЕЛЕНЕННОСТИ БРЕСТА

Введение. Одной из основных проблем формирования городской среды является создание комфортных условий для проживания и отдыха людей. Анализ литературных и интернет-источников, программ научных и научно-практических конференций и других материалов позволил выявить некоторые аспекты изучения состояния городской среды, которые в недостаточной степени изучаются в Беларуси. В частности, к ним относится проведение социологических исследований среди городского населения, направленных на изучение имеющихся сведений местных жителей о состоянии при-

родного компонента городской среды, существующих экологических проблем, а также их пожеланий, связанных с улучшением экологической обстановки в городе.

Материал и методика исследования. Цель настоящего исследования – изучение ментального образа озелененности г. Бреста.

Исследование проводилось на основании анкетирования населения Бреста об основных особенностях озеленения города и его микрорайонов. Анкета-опросник «Озеленение и благоустройство г. Бреста», включала 19 вопросов, объединенных в три блока.

Первый блок вопросов был связан со сбором сведений о респондентах. Помимо *стандартных вопросов (возраст, пол, микрорайон проживания)*, данный блок анкеты включал изучение основных предпочтений опрошенных. Например, были получены ответы на такие вопросы: «*Где Вы предпочитаете отдыхать?*», «*Какие территории Вы предпочитаете при отдыхе в условиях природной или близкой к природной среде?*», «*Как часто Вы посещаете зеленые территории?*», «*С какой целью Вы посещаете зеленые территории?*».

Второй блок вопросов касался изучения мнения респондентов о зеленых насаждениях города и основных особенностях озеленения Бреста в целом. Здесь участникам анкетирования было предложено ответить на такие вопросы: «*Достаточно ли озеленен город Брест?*», «*Как, на Ваш взгляд, изменилась ситуация с озеленением города в последнее время?*», «*Каких видов озеленения не хватает в нашем городе?*», «*Озеленение каких структурных элементов недостаточно и требует увеличения в городе?*», «*Какие существуют проблемы с зелеными насаждениями в Бресте?*».

Третий блок вопросов заключался в изучении мнения жителей об *особенностях озеленения и состоянии зеленых насаждений в пределах того микрорайона Бреста, в котором проживает респондент*. По результатам данного блока анкеты был не только выполнен анализ мнения жителей отдельных микрорайонов города об особенностях озеленения и благоустройства микрорайонов [1], но и составлена серия ментальных карт, которые в итоге были объединены в единую интерактивную систему [2].

Результаты и их обсуждение. Как уже отмечалось выше, первый блок вопросов был связан со сбором сведений о респондентах и их общим отношением к элементам зеленого каркаса города.

Согласно полученным результатам анкетирования, большая часть опрошенных предпочитают *отдыхать в условиях природной или близкой к природной среде* (т. е. в парках, скверах, лесопарках). Утвердительно на данный вопрос ответили 66,7 % респондентов. Остальные жители города, прошедшие опрос, любят *отдыхать в условиях искусственной городской среды* (в кафе, клубах, развлекательных центрах, кинотеатрах и др.).

Среди *природных территорий, в пределах которых предпочитают отдыхать жители Бреста*, наибольшую популярность имеют объекты зеленой инфраструктуры. 51,2 % респондентов предпочитают отдыхать при посещении парков, скверов и бульваров города. 27,8 % опрошенных указывают на то, что любят выезжать за пределы города и организовывать свой отдых в пределах пригородных лесных массивов. Остальные респонденты (21 %) наиболее благоприятным местом отдыха считают водные объекты, которые находятся как в черте города, так и в непосредственной близости к нему. Чаще всего указывают на крупные искусственные водоемы (Красный Двор, Сои) либо побережья рек (Мухавец, Лесная, Западный Буг).

Основная часть прошедших опрос (38,9 %) отметили, что *посещают природные территории* раз в неделю. 24,7 % делают это каждый день, 22,8 % опрошенных бывают в пределах элементов водно-зеленого каркаса города достаточно редко (раз в несколько

недель). Остальные респонденты посещают природные территории достаточно редко, намного реже, чем один раз в месяц.

Большинство респондентов, которые посещают природные территории каждый день, проходят их по дороге на работу или учебу либо гуляют там (сами, с друзьями или с детьми). Несколько респондентов отметили, что регулярно занимаются спортом в пределах ландшафтно-рекреационных территорий. Жители города, которые посещают природные территории раз в неделю или несколько недель, делают это с целью отдыха. Среди тех, кто бывает в пределах зеленых территорий редко, наиболее распространенной причиной является встреча с друзьями либо организованный отдых.

По результатам ответов на второй блок вопросов было изучено мнение жителей Бреста о зеленых насаждениях города и основных особенностях его озеленения в целом.

При ответе на вопрос *«Достаточно ли озеленен город Брест?»* респондентам было предложено выбрать один из пяти ответов. Следует отметить, что по результатам опроса было выбрано только три из предложенных вариантов ответов: 42,6 % респондентов считают, что Брест – хорошо озелененный город (озеленен лучше, чем большинство других известных им городов); 37,0 % опрошенных считают, что Брест – хорошо озелененный город, но данное озеленение крайне неравномерно; 20,4 % респондентов также считают Брест достаточно озелененным городом, но указывают на наличие ряда проблем с зелеными насаждениями (пониженная жизненность, недостаточная ухоженность и благоустроенность зеленых территорий и др.). Ни один из опрошенных жителей города не выбрал варианты ответов «озеленен недостаточно» и «озеленен очень плохо».

Большинство респондентов (64,2 %) при ответе на вопрос *«Как, на Ваш взгляд, изменилась ситуация с озеленением города в последнее время?»* считают, что она улучшилась. 19,1 % опрошенных считают, что ситуация в целом не изменяется и на протяжении нескольких лет остается примерно одинаковой. Ухудшение состояния зеленых насаждений отмечает около 5 % респондентов. Это связано как с общими тенденциями (например, влиянием на зеленые насаждения летних засух), так и с неудовлетворительными действиями городских служб (в частности, недостаточный уход за саженцами и др.).

На вопрос *«Каких видов озеленения, по Вашему мнению, не хватает в нашем городе?»* менее 1 % респондентов ответили, что в городе достаточно зеленых насаждений всех типов. Более половины респондентов (56,2 %) считают, что в городе недостаточно ландшафтно-рекреационных территорий (парков, скверов, садов). Также опрошенные указывали, что в Бресте желательно увеличить площади газонов и цветников. 37,7 % респондентов считают, что в городе не хватает деревьев.

Примерно равное количество ответов было получено на вопрос *«Озеленение каких структурных элементов недостаточно и требует увеличения в городе?»*. В данном случае 50 % опрошенных ответили, что в городе недостаточно озеленены многие городские кварталы (особенно в новых микрорайонах либо на придворовых территориях новостроек) и многие городские улицы (47,5 % ответов).

При ответе на вопрос *«Какие существуют проблемы с зелеными насаждениями в Бресте?»* респонденты как выбирали предложенные варианты ответов, так и достаточно часто предлагали свои. Из предложенных вариантов ответов наиболее популярными были следующие: «наличие старых деревьев» (50 % ответов), «недостаточная благоустроенность зеленых территорий (не хватает скамеек, мусорных баков, велодорожек и др.)» (44,4 % ответов), «наличие плохо приживающихся и больных деревьев» (40,7 %). Из индивидуальных вариантов ответов были предложены следующие: вырубка

старых деревьев без компенсационных посадок на данных территориях; умышленные повреждения молодых деревьев; значительное количество аллергенных деревьев; плохое состояние газонов и др.

Выводы. Таким образом было проведено исследование, отображающее мнение жителей г. Бреста о состоянии, основных проблемах и направлениях улучшения озелененности города. Работа имеет большую практическую значимость, ее результаты ориентированы на улучшение условий жизни городских жителей путем выявления проблемных состояний зеленых насаждений. Полученные результаты также позволяют определить «видимость» элементов зеленого каркаса города для населения, осмыслить его ценность и значимость для обеспечения комфортности жизни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токарчук, С. М. Ментальный образ озеленения и благоустройства микрорайонов города Бреста его жителями / С. М. Токарчук, Д. А. Трофимчук, А. О. Белюк // Псков. регион. журн. – 2021. – № 2 (46). – С. 132-148.
2. Ментальный образ озеленения микрорайонов Бреста: информационно-справочная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arcs.is/1GKfaH>. — Дата доступа: 30.05.2021.

УДК 551.4(476.5)

А. Б. ТОРБЕНКО, А. Н. ГАЛКИН

Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

E-mail: torbenko_a@mail.ru

ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ВИТЕБСКА СРЕДСТВАМИ ГИС

В любых исследованиях территориальных комплексов районирование выступает в роли важнейшего инструмента и в то же время является определенным результатом изысканий, применимым в дальнейшем на практике. Районирование территорий на основе анализа особенностей рельефа и его экологических функций не исключение. На современном этапе, когда объемы анализируемой в процессе территориальной дифференциации картографической и иной информации могут составлять гигабайты, альтернативы использованию для проведения районирования геоинформационных систем просто не существует.

В связи с этим на завершающей стадии эколого-геоморфологической оценки Витебска нами была поставлена цель – используя возможности ГИС, провести многоуровневое эколого-геоморфологическое районирование с учетом многочисленных природных, природно-антропогенных и техногенных параметров городских территорий.

Идеи районирования по характеру развития геоморфологических или геологических процессов, экологической устойчивости, напряженности экологической ситуации и пр. разрабатываются довольно давно. Однако дифференциация территории по комплексу разнородных параметров, которая учитывала бы как естественные, так и антропогенные характеристики (процессы), связанные с влиянием рельефа на качество окружающей среды, и при этом оставалась бы достаточно объективной, пока отсутствует.

В процессе анализа исходной информации о взаимосвязях городского рельефа и экологической обстановки нами были определены ведущие критерии, использованные

в дальнейшем при проведении эколого-геоморфологической характеристики территории Витебска. Кроме того, установлены уровни значимости каждого критерия в иерархии районирования.

Ведущими параметрами выбраны орография, характер четвертичных отложений, а также виды и характер протекания ведущих экзогенных процессов. Учитывались также гидрография и гидрогеологические условия, мезо- и микроклиматические особенности, характер растительности.

Перечень антропогенных факторов, наиболее четко взаимосвязанных с особенностями рельефа и определяющих комфортность окружающей среды для человека, включает характер выполняемых территорией функций в рамках градостроительного устройства, особенности транспортной инфраструктуры и нагрузки, особенности застройки и характер производственных процессов в промышленных зонах.

В структуре районирования ними предлагается три уровня иерархии территориальных систем: район – подрайон – микрорайон. Район – территория, выделяемая преимущественно по принадлежности крупным мезоформам рельефа в пределах исследуемой территории. На этом уровне рельеф определяет наиболее общие черты природных процессов, антропогенной деятельности и качества среды. В результате сопряженного анализа карт рельефа, экспозиции и крутизны склонов, четвертичных отложений и гидрографических бассейнов в пределах Витебска нами выделены 8 районов, один из которых территория г.п. Руба, который в 2018 г. вошел в состав города.

Подрайоны соответствуют элементарным геоморфологическим элементам мезоформ (например, пойма, террасы, склоны различных экспозиций и т. д.) либо крупным участкам с однородным сочетанием природных и антропогенных элементов в их пределах. Здесь взаимосвязь рельефа, характера и степени освоения, а также экологически значимых для человека параметров среды более тесная. Так, например, Центральный район нами разделен на три подрайона. Первый занимает левобережную низменную часть города в пределах поозерского пологоволнистого долинного зандра. Географическое положение в центральной части города, выравненность и устойчивость территории предопределили исторически сложившуюся высокую степень промышленной освоенности и транспортной инфраструктуры, что, в свою очередь, обуславливает высокие концентрации загрязняющих веществ, низкую привлекательность с точки зрения качества среды и жилищного строительства.

Второй подрайон – долина р. Западная Двина, которая характеризуется высокой потенциальной активностью экзогенных процессов, рекреационной привлекательностью и исторически является в какой-то степени градообразующим элементом.

Особняком в Центральном районе стоит гряда останцов отседания в пределах долинного зандра, в составе которой наиболее высокий участок носит название Юрьева Горка. Гряда достаточно живописна, характеризуется высокой степенью озелененности, что сдерживает активное развитие неблагоприятных геоморфологических процессов. Это наиболее возвышенная часть района, что обусловило здесь возведение главной ретрансляционной вышки города. У подножия гряды плотная коттеджная застройка.

Микрорайоны – территории, важнейшим критерием выделения которых является однородность антропогенной составляющей либо функциональной роли в градостроительной схеме города. Однако такая однородность, определяемая деятельностью человека, в свою очередь обуславливает развитие определенных природных, природно-техногенных и техногенных процессов и формирует наиболее целостные территориальные комплексы. Ярким примером микрорайона могут быть небольшие участки

сельскохозяйственного освоения по периферии города, промышленные зоны крупных предприятий, крупные овраги.

Таким образом, эколого-геоморфологическое районирование на базе использования геоинформационных систем позволяет выделить в пределах города объективно однородные территории разного иерархического уровня, что дает возможность оптимизировать процесс градостроительного планирования.

УДК 338.48:911.3:910.4(498)

С. В. ЧУБАРОВ, Е. В. ШАМАТУЛЬСКАЯ, А. С. МИНИН

Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

E-mail: sv.chubaro@gmail.com

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В РУМЫНИИ

В настоящее время современный туризм – это неотъемлемая составная часть социально-экономической деятельности. Во многих странах он играет основополагающую роль в экономическом секторе.

Румыния как туристическая страна известна еще с советских времен. В 1970 г. группа стран, включающая Венгрию, Чехословакию, Бельгию, Болгарию и Румынию, составила 10 % от общего количества международных прибытий. Однако уже в 1990-х гг. с международного рынка практически пропадает туристский продукт Болгарии, Чехословакии и Румынии. С румынского направления ушли ведущие мировые операторы, разладилась интеграционная система СЭВ, страна фактически утратила все значимые европейские и восточные рынки, туристская отрасль вошла в состояние стагнации. Попытки развивать туристическую направленность были не слишком успешными [1].

Спустя долгий период фактически полного отсутствия Румынии в туристической отрасли, которое в основном связано со сложной экономической ситуацией страны, она смогла вернуться на международный туристический рынок только в начале 2000-х гг. и в последующие годы стала активно уделять внимание данной отрасли.

Вопросами туризма в Румынии занимается целый ряд организаций, соподчиненных друг с другом, среди которых главным методическим и координационным органом в секторе туризма является Министерство регионального развития туризма, отвечающее за подготовку соответствующих законодательных актов, мониторинг и сбор статистической информации, развитие туризма в регионах и обеспечение качества и структуры туристических услуг. В настоящее время в Румынии функционируют несколько стратегий по развитию экологического, велосипедного и SPA-туризма в стране. С 2020 г. разрабатываются мероприятия по поддержке туристической отрасли, как наиболее пострадавшей в условиях пандемии коронавируса [1].

В зависимости от туристской специализации в Румынии выделяются четыре туристско-рекреационных района. Нами была выполнена оценка функциональной пригодности туристско-рекреационных районов по методике [2], которая предполагает расчет коэффициента пригодности местности для рекреации по следующей формуле:

$$K_{пр} = \frac{C_{фм}}{C_{фр}},$$

где S_{fm} – сумма функций местности; S_{fr} – сумма функций региона; $K_{пр}$ – коэффициент пригодности.

Исходным материалом для оценки стали данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Туристско-рекреационное районирование Румынии [2]

Основные туристско-рекреационные районы	Виды туризма
Нижнедунайская низменность	Экскурсионно-познавательный, деловой, образовательный, круизный, пешеходный, экологический, велотуризм
Побережье Черного моря	Купально-пляжный, экскурсионно-познавательный, лечебно-оздоровительный, шопинг, событийный (фестивали), круизный
Карпаты	Горнолыжный, экстремальный, экскурсионно-познавательный, гастрономический, бальнеологический, пешеходный, спортивный, сельский, событийный (фестивали), экологический
Дельта Дуная	Экологический, религиозный, пешеходный

На территории Румынии было выявлено 18 видов туризма. В соответствии с коэффициентом пригодности выделено три уровня привлекательности: низкий – 0–0,30; средний – 0,31–0,50; высокий – 0,51–1 (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка функциональной пригодности туристских районов Румынии

Основные туристско-рекреационные районы	Сумма функций местности	$K_{пр}$	Уровень привлекательности
Нижнедунайская низменность	7	0,38	Средний
Побережье Черного моря	6	0,27	Средний
Карпаты	10	0,55	Высокий
Дельта Дуная	3	0,16	Низкий

Полученные результаты свидетельствуют, что самым привлекательным районом для туризма и рекреации является район Карпат. Здесь создана сеть курортов на термальных водах, грязевых озерах, популярностью пользуются минеральные источники, кроме того, функционируют горнолыжные курорты и все необходимое для активного отдыха. К районам со средним уровнем привлекательности относится Нижнедунайская низменность и Побережье Черного моря. К последней группе относится район с низким показателем привлекательности – Дельта Дуная. Данный район меньше всего освоен в туристической деятельности, несмотря на его красоту и привлекательность. Основная специализация этого района – экологический туризм.

Анализ данных Национального института статистики Румынии свидетельствует об устойчивом росте числа прибывающих туристов начиная с 2011 г. Самые высокие показатели зафиксированы в 2019 г. (страну посетило 1281,5 млн человек), рост к предыдущему году составил 9,34 % (рисунок) [3].

Наибольшее количество зарубежных гостей прибывает из Европы – 74,1 % от общего числа иностранных туристов, при этом 84,1 % из них – из стран-членов Евро-

пейского союза. Больше всего туристов приезжает из Болгарии и Венгрии – по 25 % из каждой страны, из Италии – 10,1 %, из Германии – 8,5 %. Туристы из Польши и Великобритании составили по 4,4 % от общего числа иностранных посетителей, а доля французских туристов составила 4,3 % [3].

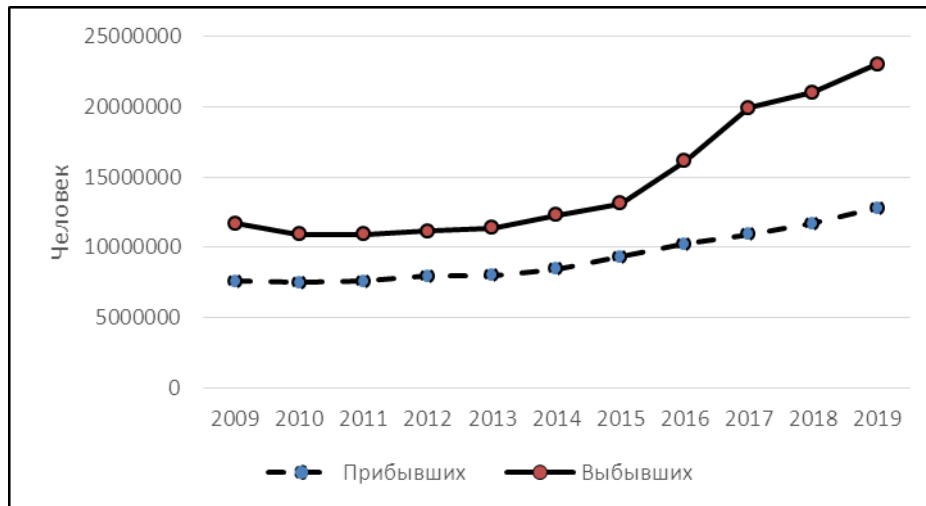


Рисунок – Показатели въездного и выездного туризма Румынии

В период с 2009 по 2019 г. прослеживается устойчивая тенденция роста показателей выездного туризма.

Доля доходов Румынии от международных поступлений от туризма в общем импорте товаров и услуг, начиная с 2013 г., стабильно увеличивается. Так, в 2019 г. она составила 6,5 %, по сравнению с 2018 г. этот показатель увеличился более чем на 15 %. По показателям доходов от туризма и количества прибытий Румыния уступает своим черноморским соседям – Болгарии и Украине. Общий вклад туризма в ВВП страны варьирует в пределах от 4,9–5,4 % [3].

Среди главных преимуществ туристического рынка Румынии можно выделить следующие:

- богатый природно-рекреационный и историко-культурный потенциал;
- сотрудничество с другими странами по созданию совместных туристических продуктов (Румыния и Молдова разрабатывают совместные турпроекты и маршруты, например: винный путь, посещение монастырей и др.);
- разнообразие лечебно-оздоровительных курортов;
- сравнительно низкие цены по сравнению с другими странами Центрально-Восточной Европы;
- специализация страны на различных направлениях туризма.

Несмотря на положительную динамику развития международного туризма Румынии, существует ряд трудностей, которые значительно замедляют процесс развития данной отрасли.

Основными факторами, затрудняющими развитие туризма в Румынии, являются:

- проблема средств размещения, а именно несоответствие уровня классности международным стандартам, положенным в основу европейской системы классификации гостиниц;
- несоответствующий уровень сервиса и широта набора предлагаемых услуг;

- среди стран Европейского союза в Румынии не самые качественные дороги;
 - необходимость модернизации сервиса и инфраструктуры туризма;
 - недостаточная самопрезентация Румынии на международном туристском рынке;
 - Румыния не является страной-участницей Шенгенской зоны;
 - высокая конкуренция со стороны других стран мезорегиона: Болгарии, Чехии, Венгрии, Словакии;
 - начиная с 2020 г. ограничения из-за пандемии коронавируса.
- В целях оптимизации и достижения максимального эффекта в туристической сфере, Румынии необходимо развивать следующие направления:
- сотрудничество с другими странами в сфере туризма и заимствование их опыта;
 - создание новых и перспективных туристических направлений за счет менее развитых туристических регионов страны;
 - вклад инвестиций в развитие агротуризма, горнолыжного и экологического туризма;
 - создание и расширение предложений гастрономических, промышленных, событийных туров;
 - ожидаемое вступление Румынии в Шенгенскую зону.
- У страны есть все необходимое для развития туризма: природно-рекреационный, историко-культурный потенциал, а также основа для развития и модернизации инфраструктуры туризма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особенности развития международного туризма в Румынии [Электронный ресурс]. – 2000–2018. – Режим доступа: <https://knowledge.allbest.ru/sport>. – Дата доступа: 02.05.2021.
2. География международного туризма. Зарубежные страны : учеб. пособие / авт.-сост. Л. М. Гайдукевич [и др.]. – Минск : Аверсэв, 2003. – 304 с.
3. Мировой атлас данных. Румыния [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knoema.ru/atlas/Румыния/topics/Туризм>. – Дата доступа: 07.05.2021.

УДК 330.15

А. Е. ЯРОТОВ, Н. В. ГАГИНА, Д. А. ЧИЖ

Беларусь, Минск, БГУ
E-mail: yarotau@mail.ru

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕСУРСОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКАНСКОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКАЗНИКА «СПОРОВСКИЙ»)

Малое и среднее предпринимательство (МСП) в Республике Беларусь является перспективно развивающимся сектором экономики, вклад которого в развитие страны постоянно увеличивается. Для его функционирования необходим определенный потенциал, одним из которых могут являться местные природные ресурсы, в том числе особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Эксплуатация комплекса природно-

экономических потенциалов на территории ООПТ должна осуществляться с соблюдением режима охраны, использования, нормативов допустимой нагрузки на ООПТ, утверждаемых органами государственного управления, планами управления ООПТ, другими нормативно-правовыми актами.

На примере экорегиона Ясельда и Республиканского биологического заказника «Споровский» на перспективу целесообразно для МСП развивать:

1) сельскохозяйственное производство, поскольку оно имеет высокий потенциал экономико-географического положения, а также комплекса природно-климатических условий (атмосферных осадков, почвенного плодородия и т. д.). Целесообразно увеличить долю посевов яровых культур в структуре зерновых; увеличить площади зерновых засухоустойчивых культур (пшеницы, ячменя, тритикале), многолетних трав, пожнивных и промежуточных культур; осваивать новые сельскохозяйственные культуры (топинамбур и др.); расширять площади плодово-ягодных насаждений; внедрять в практику новые интегрированные системы ведения сельского хозяйства и землепользования, например агролесоводство;

2) местные ремесла, так как в соседних сельсоветах имеются месторождения глинистых пород для производства грубой керамики (кирпича, черепицы, плитки), мела, песка. Эти природные ресурсы могут использоваться ремесленниками, индивидуальными предпринимателями для производства различных керамических изделий (сувениров и т. д.);

3) переработку древесно-кустарниковой растительности, в первую очередь в щепу, которая может использоваться для энергетических целей в виде древесных гранул и пеллет, декоративного и агротехнического мульчирования, строительных и отделочных целей (создания ДСП, ДВП, картона и бумаги, фанеры), копчения различных продуктов, изготовления поделок, сувениров и т. д.;

4) первичную и углубленную обработку тростниковой растительности для энергетических целей (в составе топливных гранул и пеллет для отдельных видов котлов и печей), плетения мебели и корзин, строительных и декоративных целей (покрытия крыш и др.), на корм лошадям и крупному рогатому скоту (до цветения); агротехническое мульчирование, органические удобрения;

5) водный туризм, так как водные объекты обладают потенциалом для промышленного лова рыбы (в первую очередь на оз. Споровское), туристических целей (развитие водных видов туризма: сплав на каяках, байдарках, катамаранах и каноэ), акватуризма (изготовление и проведение сплавов в туристических или соревновательных целях (к примеру, на фестивале водного туризма «Мотольская регата») на плотках, изготовленных из тростника, рекреационных целей для местных жителей и жителей городов Береза и Белоозерск;

6) любительскую орнитологию – бёрдвотчинг – как одно из направлений в специализации агроэкоусадеб в районе (организация экотурнаблюдений за птицами, проведение мастер-классов), как основа для проведения соревнования по фотобёрдингу (фотографированию птиц) и спортивной орнитологии, а также проведения фестивалей и праздников;

7) агроэкотуризм. При развитии туристического потенциала заказника и прилегающих территорий, других видов экономической деятельности рекреационные возможности ООПТ могут использоваться только как дополнительные и подчиненные ее природоохранным функциям. Развитие туристской и другой инфраструктуры должно происходить только при приоритетном учете природоохранных ограничений. Единственный выход здесь видится в развитии эксклюзивных (альтернативных) видов

туризма, которые способствовали бы выполнению главной задачи особо охраняемых природных территорий – охране природных комплексов – и одновременно помогали бы достигать цели, связанные с экологическим просвещением и получением рекреационного эффекта. Поэтому туристской специализацией должно быть обслуживание туристов, для которых главными видами рекреации являются занятия, основанные на минимальном потреблении экологических ресурсов и живом общении с природой.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 3

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: СОСТОЯНИЕ, ДИНАМИКА, ПРОГНОЗ

Власова Д. Б., Матусевич Е. И. Теоретические аспекты геоэкологической оценки уникальных озер Беларуси	3
Волчек А. А., Дашкевич Д. Н. Влияние рыбхозов на водный режим рек на примере Брестской области.....	5
Волчек А. А., Зубрицкая Т. Е. Динамика водопотребления Республики Беларусь с дифференциацией по областям	8
Волчек А. А., Шпока И. Н., Шпока Д. А. Особенности изменения минимального стока р. Днепр на территории Беларуси	12
Жогло В. Г. Естественные ресурсы подземных вод водосборов рек Лесная и Мухавец.....	14
Кочетков Д. А., Школин Н. А., Кубышкина Е. А. Возможные экологические последствия и поиск решений на р. Припять в связи с реновацией водного пути Е40.....	18
Мартынюк В. А., Андрийчук С. В. Ландшафтно-географические особенности озер проточного типа Верхнеприпятского физико-географического района	20
Овчарова Е. П., Санец Е. В. Малые водные объекты на городской территории: планы по реабилитации и реальность (на примере карьерного водоема по ул. М. Горьцкого, Минск)	25
Окоронко И. В. Биогенная нагрузка на водосборный бассейн р. Пина от антропогенных источников	28
Оношко М. П., Шиманович В. М. Проблема бария в подземных питьевых водах Беларуси	31
Санина И. В., Лютая Н. Г. Количественное и качественное состояние массивов подземных вод суббассейнов Верхнего Днепра и Десны	33
Силицкая О. В. Современное состояние подземных вод Беларуси	36
Субботин А. М., Корнилов А. Л., Петухова Г. А., Нарушко М. В. Гидрохимические показатели озер, расположенных в городской зоне г. Тюмени	39
Суховило Н. Ю. Устойчивость озер Беларуси к климатическим изменениям.....	41
Томаш М. С. Малые водоемы Гомеля: история и современное состояние	45
Шевченко А. Л., Скорбун А. Д., Нестеровский В. А. Изучение цикличности для понимания причин изменений режима грунтовых вод и их стока в реки.....	48
Шелест Т. А. Водохранилища Брестской области.....	51
Шершнёв О. В. Водопотребление и водопользование в Республике Беларусь	54
Яновский А. А. Многолетняя динамика зарастания поймы р. Ясельда	57

Секция 4

ЭКОЛОГИЯ И БИОРЕСУРСЫ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

Андреев П. А. Оценка плавательной активности <i>Daphnia Magna</i> в условиях наличия или отсутствия освещения при помощи технологии компьютерного зрения	61
Ардуанова А. М. Получение сорбционных материалов из лигнинсодержащих отходов для очистки сточных вод	64
Ачасова А. О., Ачасов А. Б. Мониторинг процессов водной эрозии как основа почвоохранной деятельности.....	67
Башилов А. В., Шутова А. Г., Войцеховская Е. А. Использование аборигенных растений флоры Беларуси в озеленении городских пространств	69

Бикбулатова А. Р. Моделирование распространения союза <i>Cirsio-Brachypodium pinnati</i> на территории Республики Татарстан и Южного Предуралья.....	72
Богатырева Е. Н., Серая Т. М., Касьяненко И. И. Оценка миграции подвижных форм тяжелых металлов по профилю дерново-подзолистых почв в зоне влияния животноводческих комплексов.....	76
Бойко В. И., Шевцова П. Ю. Анатомическое строение стебля некоторых представителей семейства Пасленовые	78
Бровко Г. И., Залесский И. И., Неглядюк К. А. Активизация овражной эрозии на Мизочском кряже	81
Вовк Е. В., Злобина Е. С. Закономерности распределения тяжелых металлов в почвах малых городов Украинского Полесья	84
Гайдукевич О. М., Курзо Б. В., Ворона М. В., Кляуззе И. В. Оценка состава сапропеля озерно-болотного комплекса «Колдычевское-Корытино» для выбора направлений его использования	87
Галкин П. А., Красовская И. А., Галкин А. Н. Оценка измененности геологической среды территории Витебска	91
Гусев А. П. Методика фитоиндикационной оценки ландшафтно-экологических тенденций в геосистемах локального уровня.....	94
Злобина Е. С., Кураева И. В., Кошлякова Т. А., Азимов А. Т. Закономерности распределения тяжелых металлов в почвах зоны влияния полигона твердых бытовых отходов (на примере г. Киева)	97
Климович О. А. Трансформация почв поймы р. Мухавец в черте г. Бреста.....	100
Кокош Ю. Г., Какарека С. В., Кудревич М. А. Изучение трендов химического состава атмосферных осадков на территории г. Минска	103
Колбас А. П., Колбас Н. Ю., Четырбок Е. А., Пастухова М. А. Оценка эффективности растений-кандидатов и методов увеличения их фиторемедиационного потенциала в условиях полиэлементного загрязнения почв тяжелыми металлами	106
Колисник К. М., Кравец Н. Б., Грицак Л. Р., Чайка И. В., Богатюк И. А., Дробык Н. М. Сезонная динамика прорастания семян <i>Carlina onopordifolia</i> Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł, <i>Carlina cirsioides</i> Klokov и <i>Carlina acaulis</i> L. в условиях <i>in vitro</i>	109
Корженевич С. В. Антропогенное влияние на окружающую среду западной части Припятского Полесья в контексте демографического развития региона.....	112
Кочетков Д. А., Кубышкина Е. Н., Танчев Г. А. Сравнительная характеристика трансформации почв Калужской области и Республики Татарстан	115
Крукоткина О. Ю. Изучение структуры парка автомобильных транспортных средств в Беларуси для целей оценки выбросов загрязняющих веществ.....	117
Кураева И. В., Кошлякова Т. А., Злобина Е. С., Стыч О. И. Эколого-геохимические исследования объектов окружающей среды лесостепной зоны Украины на примере Национального природного парка «Пирятинский»	120
Кухарик Е. А. О критериях оценки степени комфортности геологической среды для жизнедеятельности населения	123
Майорова О. Ю., Прокопьяк М. З., Грицак Л. Р., Дробык Н. М. Сохранение и восстановление популяций лекарственных видов растений с использованием биотехнологических методов.....	126
Макаренко Т. И., Кунцевич В. Б., Томсон А. Э. Перспективы развития торфяной отрасли Республики Беларусь	129

Михальчук Н. В., Брыль Е. А. Особенности накопления тяжелых металлов в почвах импактной зоны ООО «Белинвесторгсплав» (Белоозерск)	132
Осокина Н. П. Актуальные вопросы применения пестицидов и сохранение окружающей среды	137
Павловский А. И., Галкин А. Н., Шершнёв О. В. Типизация источников техногенной трансформации экологических функций геологической среды в районах добычи переработки полезных ископаемых на территории Беларуси	140
Ракович В. А., Ратникова О. Н. Рациональное использование выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Каменецкого района Брестской области	143
Розко А. Н., Федоренко Ю. Г. Применение геополимерных связующих для цементирования отходов при решении экологических задач.....	145
Spodytel A. O., Kuraieva I. V. Heavy Metals Content in the Soils around Rock Dumps.....	147
Сундетова А. М. Динамика ландшафтной структуры городов на основе данных дистанционного зондирования (на примере г. Лондона).....	151
Токарчук О. В., Токарчук С. М. Проблемные ситуации современного состояния малых водосборов Национального парка «Нарочанский».....	155
Троцюк Г. С. Структура антропогенных ландшафтов Кобринского района.....	158
Хибиев А. К. Мониторинг геофизических полей на локальных полигонах Беларуси и их связь с экологической обстановкой.....	161
Шершнёв О. В., Павловский А. И., Акулевич А. Ф. Анализ пространственной дифференциации строения зоны аэрации в зоне влияния Гомельского химического завода.....	164
Шешко Н. Н., Шпендик Н. Н., Балка К. В. Моделирование пожаров на торфоразработках	167
Шпак Е. Н., Гаврилюк Р. Б., Логвиненко О. И. Оценка эффективности восстановительных мероприятий на загрязненном нефтепродуктами участке склада ГСМ	171
Шукуров Н. Э., Туресебеков А. Х., Шукуров Ш. Р., Кодиров О. Ш., Отабоева Н. А. Оценка металлоносности и экологического риска техногенных отходов Ангрэн-Алмалыкского горнопромышленного района (Узбекистан).....	174

Секция 5

МЕДИЦИНСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ДЕМОГРАФИЯ И РЕКРЕАЦИЯ

Абрамова И. В., Богдасаров М. А., Гречаник Н. Ф., Грядунова О. И. Проект музея под открытым небом в г. Бресте «Валуны Брестчины»	178
Артёменко С. В. Проблема формирования туристического пространства.....	179
Бейдык А. А., Топалова О. И. Предпосылки развития геологического туризма в Украине (на примере Запорожской области)	181
Бейдык А. А., Топалова О. И., Кушнир Л. П. Оценка и рейтинг рекреационных ресурсов Украины	183
Zbucki Ł. Wpływ pandemii koronawirusa na natężenie ruchu w Białowieskim parku narodowego	187
Ильютчик А. И. Административно-территориальная структура городских поселений Республики Беларусь	188
Карпук В. К. Использование особо охраняемых природных территорий в экотуризме.....	190

Комлева М. А., Любищева О. А., Чжен В. А. Туризм в Китае: некоторые сведения, региональные особенности, современные тенденции.....	192
Новикова В. И. Природные рекреационные ресурсы: место в классификации, использование в санаторно-курортной деятельности	195
Ремезова Е. А., Науменко У. З. Развитие потенциала янтарной отрасли Украины и преодоление последствий негативного влияния неконтролируемой добычи	198
Савчук Э. А. Устойчивый экологический тренд образа будущего Швеции – биоэкономика.....	201
Сидорович А. А. Трансформация рынка труда Беларуси в контексте демографического старения	204
Слабоспицкая А. С. Экологическая социальная автореклама.....	207
Токарчук О. В., Белюк А. О. Разработка интерактивного портфолио результатов научно-исследовательской работы.....	210
Токарчук С. М., Белюк А. О. Ментальный образ озелененности Бреста.....	212
Торбенко А. Б., Галкин А. Н. Эколого-геоморфологическое районирование территории Витебска средствами ГИС	215
Чубаро С. В., Шаматульская Е. В., Минин А. С. Современное состояние и перспективы развития туризма в Румынии	217
Яротов А. Е., Гагина Н. В., Чиж Д. А. Об использовании ресурсов особо охраняемых природных территорий для развития малого и среднего предпринимательства (на примере Республиканского биологического заказника «Споровский»)	220

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О ЗЕМЛЕ:
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
И СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Сборник материалов конференции

В двух частях

Часть 2

Подписано в печать 07.09.2021. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Ризография. Усл. печ. л. 13,44. Уч.-изд. л. 15,19.
Тираж 99 экз. Заказ № 234.

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/55 от 14.10.2013.
Ул. Мицкевича, 28, 224016, Брест.