

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 ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ

Сборник материалов
VI Международной научно-практической конференции

Брест, 26–28 октября 2023 года

В двух частях

Часть 2

Брест
БрГУ имени А. С. Пушкина
2023

УДК 551.1/4
ББК 26.3
А43

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

Редакционная коллегия:

**С. А. Лысенко (гл. ред.), М. А. Богдасаров, Е. А. Кухарик,
О. И. Грядунова, И. В. Абрамова**

Рецензенты:

заведующий кафедрой туризма и страноведения
УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»
кандидат географических наук, доцент **С. А. Заруцкий**
доцент кафедры географии и природопользования
ФГБОУВО «Горно-Алтайский государственный университет»
кандидат геолого-минералогических наук, доцент **А. В. Шитов**

А43 **Актуальные** проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 26–28 окт. 2023 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 (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – Ч. 2. – 287 с.
ISBN 978-985-22-0633-4 (ч. 2).
ISBN 978-985-22-0631-0.

В сборник включены материалы, посвященные различным вопросам общей и региональной геологии, географии и природопользования, урбанологии и сити-менеджмента.

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

**УДК 551.1/4
ББК 26.3**

**ISBN 978-985-22-0633-4 (ч. 2)
ISBN 978-985-22-0631-0**

© УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», 2023

СЕКЦИЯ 2 ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 551.583(476)

Ю. А. БРОВКА

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: brovka.yuliya@mail.ru

ОЦЕНКА АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ И ПОВТОРЯЕМОСТИ ЕГО АНОМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ В МАЕ – СЕНТЯБРЕ 1991–2020 ГГ. НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

В условиях происходящих изменений климата как на глобальном, так и региональном уровне Всемирной метеорологической организацией рекомендовано рассчитывать климатические нормы за 30-летний период и для оперативных целей обновлять их каждые 10 лет. В связи с окончанием периода 1991–2020 гг. нормы этого периода внедряются в практику национальных гидрометеорологических служб, в том числе в Республике Беларусь (подготовлен и утвержден приказом начальника Белгидромета № 279-ОД/34 от 30.12.2021 сборник климатологических стандартных норм за 1991–2020 гг.). Актуализированные климатические нормы характеризуют период потепления климата.

В данной работе представлены результаты оценки атмосферного увлажнения на территории Беларуси в мае – сентябре в условиях потепления климата с использованием различных индексов (гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова (далее – ГТК), индекса засушливости Д. А. Педя (S), стандартизованного индекса осадков SPI (Standardized Precipitation Index), а также изменения повторяемости аномально засушливых или влажных условий по ГТК.

Использована градация и соответствующие характеристики условий увлажнения территории по ГТК [1]: более 1,6 – избыточно влажные, 1,31–1,6 – оптимальные, 1,01–1,3 – слабозасушливые, 0,71–1,0 – засушливые условия, 0,4–0,7 – очень засушливые, 0,21–0,39 – сухие, 0,2 и менее – очень сухие. Засуха отмечается при $ГТК \leq 0,7$. Значения индекса Педя характеризуют следующие условия увлажнения [2]: $S > 2$ – засуха, $1 < S \leq 2$ – засушливые условия, $-1 \leq S \leq 1$ – нормальные условия увлажнения, $-2 \leq S < -1$ – влажные условия, $S < -2$ – избыточное увлажнение. Индекс SPI рассчитан с помощью программы [3], использована классификация атмосферного увлажнения по SPI [4]:

экстремальная (-2 и менее), сильная ($-1,99\dots-1,5$), умеренная ($-1,49\dots-1$) засуха, слабая засуха ($-0,99\dots-0$), нормальное увлажнение ($0\dots0,99$), умеренное увлажнение ($1\dots1,49$), избыточное увлажнение ($1,5\dots1,99$), экстремальное увлажнение ($2,0$ и более).

Выполнен расчет индексов атмосферного увлажнения для метеостанций на территории Беларуси в соответствии с новыми нормативами ВМО за период 1991–2020 гг.; методом интерполяции получены карты пространственного распределения ГТК, S, SPI с мая по сентябрь за 30-летний период.

В летние месяцы, особенно в августе, отмечаются статистически значимые коэффициенты пространственной корреляции между индексами, в мае и сентябре – только между индексом Педа S и SPI.

Установлены оптимальные условия атмосферного увлажнения по ГТК за вегетационный период почти на всей территории Беларуси и его увеличение преимущественно в северной части страны, слабозасушливые условия – на локальной территории на юго-востоке, юго-западе и западе (рисунок 1). В летний период пространственное распределение ГТК схожее, но увеличивается площадь распространения слабозасушливых условий.

По индексу Педа вегетационный период 1991–2020 гг. (в сравнении с нормой 1961–1990 гг.) характеризуется преобладанием засушливых условий, распространением преимущественно в юго-восточном регионе, а также в центральной части и на северо-востоке страны засухи ($S = 2-3$ и более), что представлено на рисунке 1. В летний период около половины территории Беларуси характеризуется засушливыми условиями (индекс Педа увеличивается на юго-западе и западе).

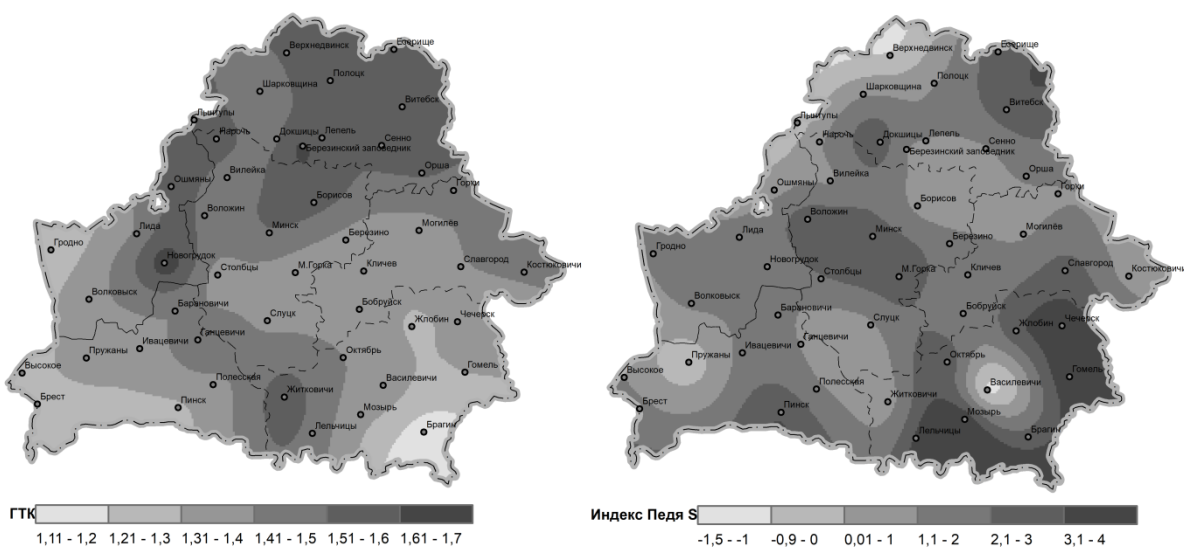


Рисунок 1 – Пространственное распределение индексов атмосферного увлажнения в мае – сентябре 1991–2020 гг.

По стандартизированному индексу осадков в мае – сентябре на половине территории Беларуси (почти весь юг страны, преимущественно восточные части Могилевской и Витебской областей) отмечается нормальное атмосферное увлажнение. Для остальной части территории характерны слабозасушливые условия (SPI до $-0,35$). Летний период характеризуется распространением слабой засухи на большей части территории, наиболее выраженной в западном регионе, в западной части Брестской и Могилевской области. Достаточное увлажнение сформировалось локально в разных регионах страны, особенно на юге.

Оценена повторяемость атмосферной засухи по ГТК (0,7 и менее) и избыточного увлажнения (ГТК более 1,6) в месяцы с мая по август за периодом 1991–2020 гг., а также ее изменения по сравнению с предыдущим 30-летним периодом (1961–1990). В период современного потепления климата (1991–2020), по сравнению с 1961–1990 гг., установлено уменьшение повторяемости в мае в восточной части Беларуси, особенно на юго-востоке, и увеличение ее в июне на юге Беларуси, наиболее выраженное в Гомельской области. В июле отмечается пространственная неоднородность в изменении повторяемости атмосферной засухи, наибольшее ее увеличение наблюдается на северо-западе и северо-востоке страны. Самый засушливый месяц в период потепления климата – август (рисунок 2); значительное увеличение повторяемости атмосферной засухи в этот месяц отмечено на большей части территории, особенно на юго-востоке, востоке и юго-западе, западе Беларуси. В сентябре заметное увеличение повторяемости засухи отмечено на севере, востоке и в центральной части страны.

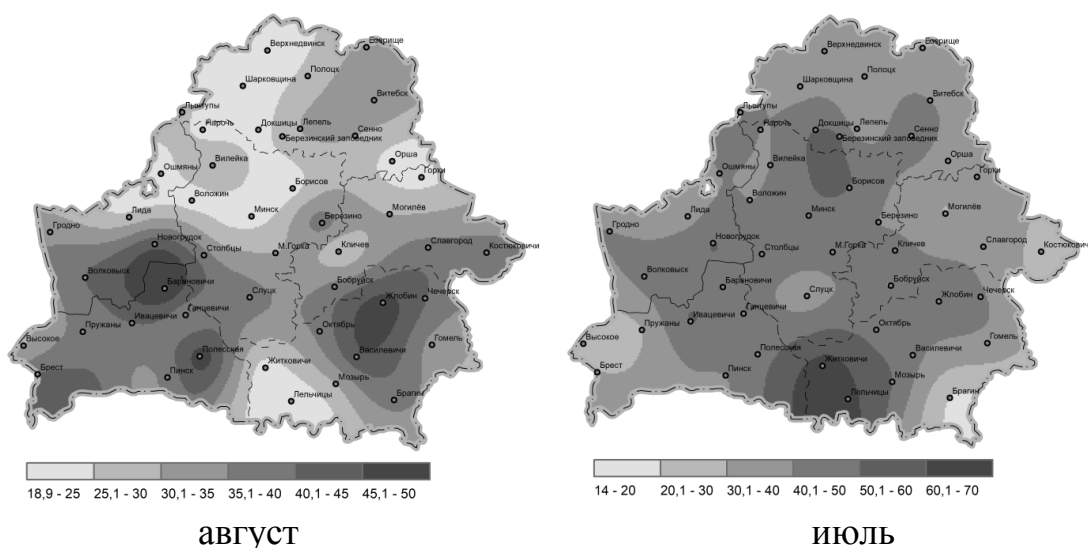


Рисунок 2 – Месяцы с наибольшей повторяемостью (% лет) атмосферной засухи (август) и избыточного увлажнения (июль) в 1991–2020 гг.

В период 1991–2020 гг. выявлено снижение повторяемости избыточного атмосферного увлажнения в июне и августе на большей части Беларуси, в сентябре – на востоке и в центральной ее части; при этом наибольшая повторяемость сохраняется на севере страны. Чаще всего избыточное увлажнение в период потепления отмечается в июле (рисунок 1) и мае. В июле выявлено значительное увеличение и максимальные значения повторяемости избыточного увлажнения на юге Беларуси. В мае отмечается сохранение наибольшей повторяемости аномально высокого увлажнения на северо-западе и заметное увеличение показателя на востоке и юго-востоке страны.

Проведена оценка изменений повторяемости аномалий атмосферного увлажнения по областям Беларуси в 1991–2020 гг. по сравнению с предшествующим 30-летним периодом. Увеличение повторяемости атмосферных засух во всех областях выявлено в августе (максимальное в Брестской и Гродненской областях – на 16–17 %) и июне (на 9–10 % на юге страны); менее выраженное увеличение показателя наблюдалось в сентябре и июле в отдельных регионах. Отмечено уменьшение повторяемости атмосферных засух в мае почти на всей территории Беларуси, максимальное – в Гомельской области (на 13 %). Повторяемость избыточного атмосферного увлажнения возросла в мае, особенно в восточной и юго-восточной части страны (на 13–18 %), в меньшей степени – в июле в отдельных областях. Значительное снижение повторяемости аномально высокого увлажнения отмечено в июне на всей территории страны (от 8 % в Витебской до 19 % в Могилевской области), в августе – во всех регионах (на 12–17 %), кроме севера Беларуси. Менее выражено такое снижение в сентябре.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Белорусской ССР. Материалы гидрометеорологических наблюдений / под ред. М. А. Гольберга, В. И. Мельника. – Минск, 1985. – 451 с.
2. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья : учеб. пособие по регион. климатологии / Ю. П. Переведенцев [и др.] ; науч. ред. Э. П. Наумов. – Казань : Центр инновац. технологий, 2011. – 296 с.
3. Standardized Precipitation Index – National Drought Mitigation Center [Electronic resource]. – Mode of access: <https://drought.unl.edu/monitoring/SPI/SPIProgram.aspx>.
4. Всемирная метеорологическая организация [Электронный ресурс] : рук. для пользователей стандартизированного индекса осадков. – Женева : ВМО, 2012. – № 1090. – Режим доступа: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=7771.

УДК 551.583

И. В. БУЯКОВ, С. А. ЛЫСЕНКО

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: buyakov-ivan@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ БАЛАНСА АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Как известно из курса общей физики, чем сильнее нагревается атмосфера, тем больше водяного пара ей необходимо для достижения состояния насыщения. Вследствие этого возрастает потенциальное испарение. В результате потепления климата в регионах, где сумма атмосферных осадков возрастает несущественно или наоборот сокращается, происходит систематическое иссушение почв и возрастает риск возникновения засух. Наибольшему риску подвержены южные регионы Беларуси, где преобладают легкие по механическому составу почвы, не способные эффективно удерживать влагу.

Наиболее важным элементом баланса атмосферного увлажнения является разность между осадками и эвапотранспирацией ($P - E$). Именно этот компонент водного баланса атмосферы расходуется на увлажнение или иссушение территории. По оценкам [1] в теплый период года в южных областях Беларуси потенциальное испарение уже превышает сумму выпадающих осадков.

Влагосодержание единичного столба атмосферы складывается из приходной части, формируемой поступлением влаги в результате процессов адвекции и местного испарения, и расходной, связанной с выпадением атмосферных осадков. При осреднении уравнения баланса атмосферной влаги за определенный промежуток времени (месяц) его можно записать в следующем виде (уравнение 1):

$$Q_{in} - Q_{out} + E - P = 0, \quad (1)$$

где Q_{in} и Q_{out} – количество влаги, поступающее в рассматриваемый регион и покидающее его в результате адвекции в единицу времени, E – суммарное испарение, P – сумма осадков.

Из уравнения (1) можно выразить величину влаги, образующуюся за счет адвекции и за счет переиспарения ранее выпавших осадков. Искомой неизвестной в этих уравнениях будет доля общего количества осадков, обусловленная местным испарением. Для его нахождения вводится дополнительное предположение, что атмосферные осадки,

обусловленные адвекцией влаги P^a и местным испарением P^r , пропорциональны соответствующим потокам влаги P_{out}^a и P_{out}^r , а коэффициент пропорциональности является константой. В этом случае осадки, обусловленные местным испарением (R), можно легко рассчитать по известным значениям суммарного испарения E и адвективного потока влаги Q_{in} (уравнение 2) [2].

$$R = (1 + Q_{in}/E)^{-1}. \quad (2)$$

Таким образом, среднюю долю осадков, выпадающих в заданном регионе за счет местного испарения, можно оценить на основании данных по суммарному испарению в этом регионе и адвекции в него влаги. Долю адвективной влаги в региональном осадкообразовании можно записать в следующем виде (уравнение 3):

$$1 - R = Q_{in}/(EA + Q_{in}). \quad (3)$$

Учитывая, что скорость адвекции влаги в регион складывается из ее составляющих для различных направлений переноса, можно отдельно определить доли местных осадков, обусловленных адвекцией влаги в регион с севера (N), юга (S), запада (W) и востока (E) (уравнение 4):

$$H_D = \frac{Q_{in}^D}{EA + Q_{in}}, \quad (4)$$

где индекс D определяет направление переноса, а Q_{in}^D – соответствующую этому направлению скорость поступления влаги в регион. Очевидно, что для суммы величин H_D и R должно выполняться следующее условие (уравнение 5) [3; 4]:

$$H_N + H_S + H_W + H_E + R = 1. \quad (5)$$

Для расчета влагооборота на территории Беларуси использованы среднемесячные данные по испарению, осадкам и потокам влаги в зональном и меридиональном направлениях, взятые из реанализа Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды ERA5.

По результатам вычислений была составлена схема составляющих баланса атмосферного увлажнения территории Беларуси для всего года, а также теплого и холодного периодов года (рисунок 1). На ней используются следующие обозначения: Q_{in} – суммарный поток влаги, привносимой в регион извне за единицу времени; Q_{out} – поток влаги, выносимой

из региона, включающий в том числе и влагу переиспарившуюся в регионе; P – сумма атмосферных осадков; E – суммарное испарение; \bar{R} – средняя для региона доля атмосферных осадков, обусловленных местным испарением; $P \cdot \bar{R}$ и $P(1-\bar{R})$ – суммы осадков, образованных за счет местного испарения и адвекции влаги соответственно; $E - P \cdot \bar{R}$ – вклад местного испарения в поток выносимой из региона влаги Q_{out} ; $P - E$ – составляющая баланса, которая характеризует увлажненность территории. При ее положительном значении происходит пополнение запасов почвенной влаги, формирование поверхностного и подземного стока, а при отрицательном – иссушение почв.

Для наглядного представления о величине потоков влаги сумма выпадающих осадков была принята за 100 %, а остальные составляющие вычислены в процентах от суммы выпадающих осадков.

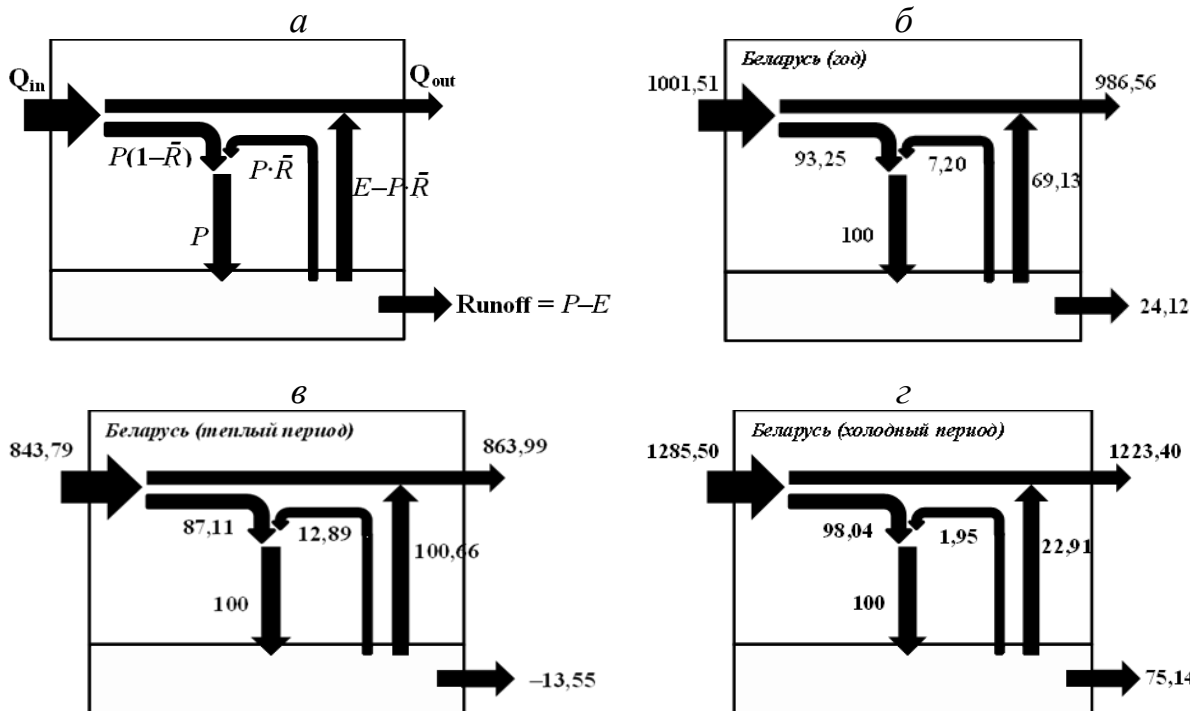


Рисунок 1 – Баланс атмосферного увлажнения Беларуси:
 а – общая схема, б – среднегодовой, в – за теплый период,
 з – за холодный период года

В целом в годовом разрезе разность осадков и испарения для территории Беларуси положительная и составляет 24 % от суммы осадков. Для холодного периода года характерно наибольшее его значение (75 % суммы осадков). В теплый период года ситуация противоположная, преобладает испарение на 13,5 % суммы осадков. Прослеживается

тенденция к уменьшению разности осадков и испарения в годовом разрезе (рисунок 2). В отдельные годы в теплый период дисбаланс между осадками и испарением достигал 40–60 % в сторону последнего.

Особенно явно это фиксируется в годы, когда наблюдались сильные засухи в 1999, 2002, 2011 и 2015 гг., когда положительная разность между осадками и испарением в холодный период года не смогла существенно скомпенсировать отрицательную величину теплого периода года.

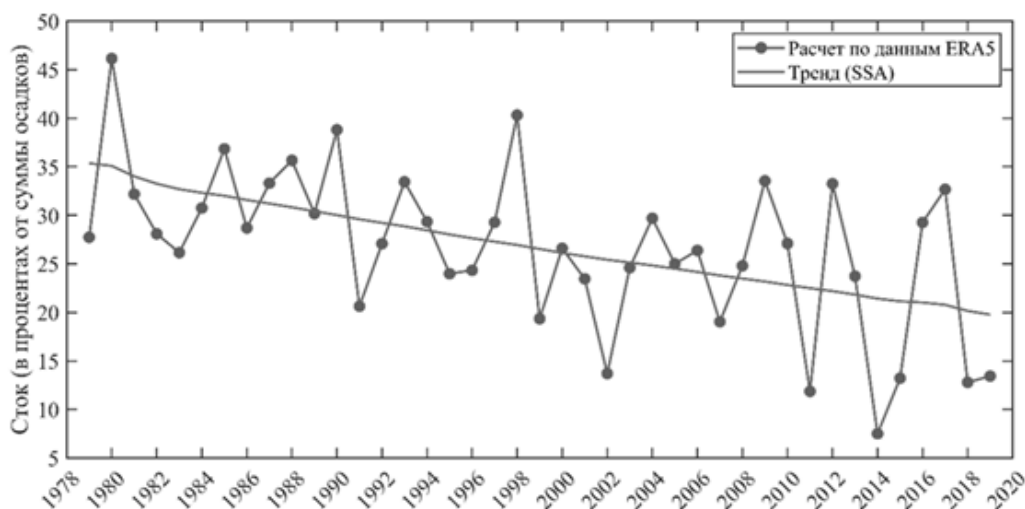


Рисунок 2 – Динамика и трендовая компонента годовой разности суммы осадков и испарения на территории Беларуси

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что потепление климата оказало значительное влияние на баланс атмосферного увлажнения. Годовая сумма атмосферных осадков в Беларуси превышает годовое испарение на 18–30 %. В теплый период на всей территории Беларуси отмечается отрицательный баланс атмосферного увлажнения – испарение превышает осадки на 8–23 %. Годовой баланс атмосферного увлажнения понижается во всех областях Беларуси. Так, если в конце 1970-х гг. трендовая компонента составляла 30–40 % по отношению к годовому количеству осадков, то к 2020 г. она уменьшилась до 18–25 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – Минск : Энциклопедикс, 2020. – 218 с.
2. Brubaker, K. Estimation of Continental Precipitation Recycling / K. Brubaker, D. Entekhabi, P. S. Eagleson // J. Clim. – 1993. – Vol. 6, № 6. – P. 1077–1089.

3. Eltahir, E. A. B. Precipitation recycling in the Amazon basin / E. A. B. Eltahir, R. L. Bras // Q. J. R. Meteorol. Soc. – 1994. – Vol. 120, № 518. – P. 861–880.

4. Li, R. Changes in precipitation recycling over arid regions in Northern Hemisphere / R. Li, C. Wang, D. Wu // Theor. Appl. Climatol. – 2018. – Vol. 131. – P. 489–502.

УДК 553.04

Т. П. ВОЛКОВА, К. В. РЕПИНА

Донецк, Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела

E-mail: voltep@rambler.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ДОНБАССА КАК ТРАНСГРАНИЧНОГО РЕГИОНА

Донбасс относится к трансграничным регионам, как с политических, так и с геологических позиций. Протягиваясь с территории Украины на северо-западе до Ростовской области России на юго-востоке, он является крупным структурным элементом Припятско-Днепровско-Донецкого палеорифта Европейской платформы. Вдоль всего Донбасса протягивается Южно-Донецкий глубинный разлом, отделяющий Днепровско-Донецкую впадину от возвышенной части – Приазовского блока Украинского щита. Благодаря своему положению и длительной геологической истории формирования, недра Донбасса и прилегающего к нему Приазовья исключительно богаты полезными ископаемыми [1].

Считается, что географические условия трансграничных регионов способствуют их экономическому развитию [2]. Промышленный потенциал Донбасса всегда был на высоком уровне. Традиционной для региона отраслью промышленности является топливно-энергетическая отрасль. Даже переход на альтернативные виды топлива существенно не изменил значение угледобывающих предприятий для региона. Они важны не только для развития экономики, но и для обеспечения уровня жизни и экологической безопасности населения. Одной из основных проблем при добыче угля является наличие метана, который является, с одной стороны, ценным сырьем, с другой – создает угрозу безопасности труда шахтеров. Хотя метан угольных месторождений во многих странах Европы утилизируется и широко используется

в промышленности, в Донбассе не реализована технология сопутствующего извлечения метана при добыче угля. Поэтому в настоящее время актуальны и продолжаются научные исследования в этом направлении. Разработаны комплексные геолого-геофизические методики, направленные на обнаружение локальных скоплений газа в угленосной толще.

Кроме того, практически весь уголь Донецкого бассейна содержит германий. Его концентрат получали попутно при коксовании угля. Последние годы большая часть оборудования не функционировала, а извлечение германия составляло всего 6 % от возможного. Поэтому экономически целесообразным является комплексное использование всех компонентов минерального сырья: угля, природного газа, германия, серы. Дополнительным фактором повышения эффективности использования сырьевой базы угольной промышленности является привлечение отходов предприятий – отвалы шахт и ТЭС, шламонакопители обогатительных фабрик, что дополнительно улучшит экологическую обстановку в Донбассе.

Второй стратегической отраслью для Донбасса является металлургическая промышленность. Недра прилегающего к Донбассу Приазовского блока Украинского щита содержат большое число рудных месторождений. Тут расположены Куксунгурское и Мариупольское месторождения пироксен-магнетитовых руд, освоение которых планировалось еще в начале 2000-х гг. Для производства ферросплавов могут быть использованы руды Мазуровского редкометального и Азовского редкоземельного месторождений Приазовья.

Мазуровское циркон-тантал-ниобиевое месторождение разрабатывалось в 50–60-х гг. XX в. и служило сырьевой базой циркониевой промышленности. По гравитационной схеме на Донецком химико-металлургическом заводе перерабатывались рыхлые руды коры выветривания, из которых получали цирконовый концентрат. Остальные редкие металлы не извлекались из-за низких содержаний и отсутствия технологии их обогащения. После отработки коры выветривания месторождения, в которой концентрации редких элементов были наиболее высокими, добыча цирконового концентрата была прекращена. После закрытия завода остался отвал обогатительной фабрики, сложенный отходами переработки редкометальных руд Мазуровского месторождения. Всего около 2 млн т руд и отходов. По минералогическому и химическому составу отходы обогащения идентичны составу коренных руд Мазуровского месторождения. По сути, это техногенное месторождение представляет собой полевошпатовое для керамической промышленности и редкометальное (тантал, ниобий) сырье для получения концентрата.

Азовское месторождение редкоземельных элементов и циркона прошло предварительную разведку, но в связи с отсутствием инвестиций для начала его эксплуатации так и не осваивалось. На поверхности коренных пород находится кора выветривания со средней мощностью 2,5 м. В ней содержания редких земель выше, чем в коренных породах и составляет 0,1–2,1 %, а содержание ZrO_2 варьирует в диапазоне 0,03–4,4 %.

Освоение производства ферросплавов из руд этих месторождений может способствовать производству новых специальных видов сталей, что позволит не только отказаться от импорта, но и экспортировать ферросплавы. Особенностью месторождений является комплексность руд и возможность их полного использования (без образования отходов) для потребностей металлургической, керамической, химической отраслей промышленности.

Вполне достаточно в пределах Донбасса и флюсо-доломитного сырья для металлургической промышленности. Это месторождения карбонатных пород (Еленовское и Новотроицкое), флюорита (Покрово-Киреевское), ставролитовых сланцев. Широко распространены в Донбассе месторождения огнеупорных глин, которые являются сырьем для керамической, фарфоро-фаянсовой и строительной промышленности. Это наиболее качественные огнеупорные глины дружковско-часовъярского геологического типа. В Донбассе находятся все известные месторождения и перспективные площади Дружковской субпровинции глин, которые широко использовались на фарфоро-фаянсовых заводах Донецкой области (Славянск, Дружковка) [3].

Важной составляющей экономики трансграничных регионов является туризм. Для его развития в Донбассе есть очень много заповедников, памятников природы и архитектуры [4]. Изумительная природа Донбасса, близость теплого моря всегда привлекали большое число туристов. Ближайшее будущее Донбасса связано с восстановлением и дальнейшим экономическим развитием региона. Для его гармоничного развития необходима научно обоснованная стратегия при планировании добычи полезных ископаемых при соблюдении всех экологических мероприятий и полного извлечения всех компонентов минерального сырья с использованием современных технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазаренко, Е. К. Минералогия Донецкого бассейна / Е. К. Лазаренко, Б. С. Панов, В. И. Павлишин. – Киев : Наук. думка, 1975. – 502 с.
2. Корнеевец, В. С. Международные трансграничные и трансграничные регионы: признаки, особенности, иерархия / В. С. Корнеевец // Вестн. Рос. гос. ун-та им. И. Канта. – 2010. – Вып. 1. – С. 27–34.

3. Генетические особенности месторождений огнеупорных глин Донецкой области / Т. П. Волкова [и др.] // Тр. РАНИМИ : сб. науч. тр. – Донецк : РАНИМИ, 2017. – № 3 (18). – С. 137–153.

4. Репина, К. В. Пам'ятки природи у карбонатних породах Донбасу / К. В. Репина // ГЕОТУРИЗМ: Практика і досвід : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. – Львів : Каменяр, 2018. – С. 206–207.

УДК 556.53:504.064.36(476.1)

А. А. ВОЛЧЕК

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: Volchak@tut.by

ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Решение водно-экологических проблем Белорусского Полесья невозможно без совместного решения проблем Украинского Полесья, так как данная территория является единым природно-территориальным комплексом, сформировавшимся на месте бывшего так называемого моря Геродота. Припять является главной рекой Полесья, которая формирует водный режим всей территории. Площадь ее бассейна составляет 114,3 тыс. км², длина реки – 748 км. На украинскую часть бассейна приходится 57 %, на белорусскую – 43 % площади водосбора. Около 200 км река протекает по территории Украины, затем почти 500 км – по территории Беларуси. Устьевой участок реки длиной 70 км находится в пределах Украины [1; 2].

Сохранение количественных и улучшение качественных показателей водных ресурсов Полесья, рациональное использование природно-ресурсного потенциала территории как единого природного образования, сохранение биоразнообразия, оптимизация водохозяйственной деятельности и совместное управление водными ресурсами всей территории являются основополагающими принципами водной политики двух государств.

За период независимости в Беларуси и Украине сложились свои подходы к юридической, экономической и экологической оценке водно-ресурсного потенциала Полесья. Все это усложняет использование водных ресурсов, в особенности трансграничных речных систем.

Ключевые проблемы территории рассмотрены ниже.

Предупреждение и предотвращение угроз наводнений – одна из самых актуальных и сложных проблем в Полесье. Наводнения в бассейне р. Припять – это естественные, повторяющиеся процессы. Поэтому ставится задача повышения эффективности управления водным режимом. Среди причин, усугубляющих последствия наводнений, можно выделить активное зарастание речных русел и пойм, что приводит к уменьшению их пропускной способности, а русла рек из меандрирующих превращаются в разветвленные на рукава. При этом уменьшаются скорости течения и повышаются уровни прохождения максимальных расходов воды. Время затопления пойм может достигать 2–3 месяцев и более.

Наряду с традиционными методами борьбы с наводнениями (обвалование затопляемых территорий, регулирование русел и пойм) необходима разработка новых решений, связанных с восстановлением пропускной способности русел, разработкой систем раннего оповещения наводнений, разработкой подходов и методов управления системой противопаводочных мероприятий, разработкой альтернативных методов борьбы с наводнениями. На межгосударственном уровне необходимы следующие решения: разработка механизма и нормативно-правовых основ обмена информацией о водохозяйственной ситуации в бассейне; создание совместной программы управления бассейном; инвентаризация и экспертная оценка существующих национальных и региональных проектов, программ и схем защиты от наводнений с целью совместной бассейновой реализации [1; 2].

Проблема оптимизации использования осушенных земель как фактор формирования водных ресурсов. Общая площадь осушенных земель в бассейне Припяти составляет 22 % от всей его территории, а общая площадь осушенных болот еще выше – 64 % от общей площади болот. Это позволило увеличить сельскохозяйственные угодья и привело к трансформации водно-болотных угодий. В результате меженный сток, особенно малых рек, может резко снижаться, что способствует активному зарастанию их русел. Это усугубляется на фоне проблем с эксплуатацией гидромелиоративных систем, что приводит к уменьшению пропускной способности каналов и к подтоплению сельскохозяйственных угодий.

Осушительные системы в бассейне оказывают негативное влияние на биоразнообразие и качество речных вод. Это требует реконструкции мелиоративных систем с учетом современных экологических требований, а некоторые земли могут быть ренатурализованы. Эта работа требует научного обоснования и прогноза. Повышение плодородия на осушенных землях возможно при проведении ряда агро-мелиоративных мероприятий: углубление и разрыхление пахотного слоя почв, проведение планировок поверхностей и др.

Проблема использования водопитательной системы Днепроовско-Бугского канала (далее – ДБК). Решение этой проблемы напрямую затрагивает интересы двух стран. Наиболее важным являются следующие положения: определение и юридическое закрепление статуса водозабора ДБК и Белозерской водопитательной системы; оптимизация управления водозабором и Белозерской водопитательной системой с учетом нормативов специального водопользования и экологической обстановки р. Припяти; разработка мероприятий по улучшению гидрологического и экологического состояния озер Святое, Волянское и Белое; оптимизация функционирования водозабора ДБК и экологического состояния нижерасположенного участка р. Припяти [3].

Проблема качества воды и загрязнение поверхностных вод. Качество речных вод в Полесье формируется под влиянием как природных, так и антропогенных факторов. В природном отношении условия формирования речных вод связаны с болотными угодьями и подземными водами, которые формируют повышенное количество окрашенных органических веществ, значительное количество гуминовых кислот и металлов, таких как железо. Это обуславливает общее качество речных вод в бассейне, что делает их малопригодными для питьевого водоснабжения. При отсутствии больших промышленных центров основным загрязнителем является сельское хозяйство. Города вносят свой «вклад» в загрязнение речных вод посредством сбросов недостаточно очищенных коммунальных и промышленных стоков. Радиоактивное загрязнение речных вод, вызванное аварией на Чернобыльской АЭС, является отдельной проблемой нижней части бассейна. Важным фактором в предотвращении загрязнения речных вод Припяти выступает создание надежной системы гидрохимического трансграничного мониторинга и гармонизация норм определения ПДК для водных объектов различного назначения с учетом европейского опыта.

По качеству воды большинство рек Полесья считаются удовлетворительным, хотя по содержанию тяжелых металлов, гуминовых кислот и ряду загрязняющих веществ превышают ПДК. В связи с этим возникает необходимость в управлении и прогнозировании качества речных вод Полесья. Основные задачи: разработка, реализация и функционирование системы трансграничного гидрохимического мониторинга в бассейне; согласование и гармонизация методов и подходов в определении качества воды; регулирование выноса загрязняющих веществ в природные воды; разработка и проведение мероприятий, ограничивающих попадание в водоприемники осушительных систем загрязняющих веществ; соблюдение водоохраных зон и полос и распашки пойменных земель; сокращение, а в перспективе и запрет применения ядохимикатов и удобрений на эродированных землях; увеличение инвестиций в модернизацию

очистных сооружений для улучшения их функционирования и внедрения новых более эффективных технологий очистки сточных вод [4].

Проблема изменения экосистем и сохранения биоразнообразия Полесья имеет большое международное значение. Осушение земель и добыча торфа привели к утрате около половины водно-болотных угодий, в связи с чем некоторые виды флоры и фауны находятся на грани вымирания. Переосушка земель вызывает «опесчанивание» территорий, что вызывает потерю верхнего плодородного слоя почвы и как следствие вывод земель из сельскохозяйственного оборота. Кроме того, растет рост пожаров на торфяниках, что наносит значительный урон растительности, сельскохозяйственным полям, загрязняют воздух и воду. Изменение и утрата пойм в ходе обвалования русел рек дамбами приводит к нарушению гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов пойм и негативно сказывается на биоразнообразии.

Изменение системы управления водными ресурсами в бассейне. Для повышения эффективности мер, направленных на улучшение планирования в бассейне р. Припяти, необходимо рассматривать его как единое целое, т. е. в основу положить бассейновый подход. Для этого необходимо разделить функции экологического управления с одной стороны и функции водохозяйственного с другой. Одной из первых задач является создание единой социально-эколого-экономической системы бассейна, которая должна управляться путем влияния на бассейновый водохозяйственный комплекс, с целью обеспечения сбалансированного водопользования, экологически безопасного восстановления водных ресурсов, сохранения и развития здоровой водной экосистемы.

Управление биоразнообразием. Сохранение и управление экосистемами Полесья является одной из важнейших экологических задач, которая в значительной степени определяется экономическими, социальными и технологическими условиями. Для этого необходимо сохранение генетического фонда, биоценозов, биотопического разнообразия.

Эти проблемы тесно связаны с гидробиологией рек Полесья и требуют:

- оценки состояния водных экосистем;
- гармонизации и стандартизации системы биологической оценки рек Полесья;
- разработки системы гидробиологического мониторинга рек Полесья;
- систематического проведения экологической образовательной деятельности среди населения, проживающего в Полесье.

Ряд вопросов, касающихся экономического и социального развития Полесья в пределах двух стран, сознательно не затронут в связи

с современными политическими и экономическими отношениями между ними. Даже существующие разработки отложены на неопределенное время. Решение современных и будущих экологических и водохозяйственных проблем Полесья в первую очередь зависит от решения политических проблем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волчек, А. А. Водные ресурсы Брестской области / А. А. Волчек, М. Ю. Калинин. – Минск : БГУ, 2002. – 440 с.
2. Калинин, М. Ю. Водные ресурсы Гомельской области / М. Ю. Калинин, А. А. Волчек ; под общ. ред. М. Ю. Калинина. – Минск : Белсэнс, 2005. – 144 с.
3. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / под общ. ред. М. Ю. Калинина, А. Г. Ободовского. – Минск : Белсэнс, 2003. – 269 с.
4. Проблемы водных ресурсов бассейна р. Припять / М. Ю. Калинин [и др.] // Вестн. БГТУ. Сер. Водохоз. стр-во и теплотехника. – 2005. – № 2 (33). – С. 26–29.

УДК 551.55(476-14)

А. А. ВОЛЧЕК¹, А. В. ГРЕЧАНИК²

¹Беларусь, Брест, БрГТУ

²Беларусь, Брест, БрГТУ имени А. С. Пушкина

E-mail: Volchak@tyt.by; HrachanikA@tut.by

ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА ВЕТРА ЗАПАДНО-БЕЛОРУССКОЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Введение. Современные климатические колебания проявляются не только в повышении температур воздуха, но и ярко выраженном уменьшении средней скорости ветра [1]. Эти изменения различны по территории и скорости ветра. В качестве объекта исследования принята Западно-Белорусская провинция, которая простирается в широтном направлении от западной границы Беларуси с Польшей на северо-восток к Белорусскому Поозерью. Ее южная граница совпадает с границей Белорусской гряды. Основным климатообразующим фактором является влияние Атлантического океана, которое более выражено в восточной части провинции.

Целью данной работы является оценка современных изменений скорости ветра на территории Западно-Белорусской физико-географической провинции путем анализа временных рядов скорости ветра, осредненных за год, за период инструментальных наблюдений.

Материалы и методы. Исходными данными для исследования послужили данные многолетних инструментальных наблюдений за скоростью ветра на метеорологических станциях Волковыск, Гродно, Лида, Новогрудок, Ошмяны, Борисов, Вилейка, Воложин, Минск, Столбцы, Докшицы, Березенский заповедник Гродненского, Минского и Витебского областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период 1951–2020 гг. В исследовании использованы два интервала: 1951–1987 и 1988–2020 гг. Это обусловлено тем, что с 1988 г. началось современное потепления климата, что отражается на всех метеорологических показателях [2].

Объектом изучения является среднегодовая скорость ветра на территории Западно-Белорусской провинции. Рельеф Западно-Белорусской провинции образован сожским ледником. Его конечно-моренные гряды сильно переработаны эрозионными процессами. Для них характерны максимальные относительные превышения рельефа – до 100 м. Белорусская гряда делится на ряд возвышенностей, абсолютные высоты которых находятся в пределах от 180 до 345 м. Между возвышенностями расположены обширные равнины (Лидская, Столбцовская, Нарочано-Вилейская) и низменности (Неманская). Крупнохолмистый рельеф возвышенностей осложняется оврагами и балками.

Основным фактором, формирующим ветровой режим провинции, является циркуляция атмосферы над континентом Евразии и над Атлантикой, которая определяется наличием стационарных барических центров: исландского минимума в течение всего года, сибирского максимума зимой и азорского – летом [3; 4].

Результаты и обсуждение. Среднее значение скорости ветра на территории Западно-Белорусской провинции за период 1988–2020 гг. составляет $V_{\text{ср.}} = 2,8$ м/с. Максимальное среднегодовое значение скорости ветра наблюдалось на метеостанции Новогрудок в 1990 г. и составило $V_{\text{max}} = 4,7$ м/с; минимальные среднегодовые значения наблюдались на метеорологической станции Вилейка в 2004, 2005, 2006, 2010, 2013 гг. и составили $V_{\text{min}} = 1,3$ м/с, размах колебаний составил $\Delta V = 3,4$ м/с.

При анализе хронологического хода среднегодовой скорости ветра по метеостанциям Западно-Белорусской провинции выявлена устойчивая тенденция снижения скорости ветра. Одной из причин уменьшения скорости ветра является рост интенсивности Северо-Атлантического

колебания и увеличение повторяемости глубоких барических образований, проходящих через территорию Европы [5].

Анализ среднегодовых скоростей ветра свидетельствует о наличии в многолетнем ходе статистически значимых линейных трендов. Для всех исследуемых станций выделено два периода наблюдений: с 1988 по 2020 г. и более ранние наблюдения 1951–1987 гг. (таблица).

Таблица – Основные статистические параметры среднегодовых скоростей ветра за различные периоды осреднения

Метеостанция	Период осреднения, годы	Средняя скорость, м/с	Коэффициенты			Градиент м/10 лет
			вариации	авто-корреляции	корреляции	
Волковыск	1951–2020	3,40	0,08	0,83	0,64	–0,16
	1951–1987	3,59	0,07	0,76	0,54	–0,26
	1988–2020	3,18	0,06	0,86	0,77	–0,35
Гродно	1951–2020	3,71	0,04	0,39	0,22	–0,04
	1951–1987	3,79	0,04	0,06	0,25	0,09
	1988–2020	3,62	0,03	0,71	0,40	–0,15
Лида	1951–2020	3,05	0,14	0,93	0,89	–0,28
	1951–1987	3,79	0,04	0,06	0,25	0,09
	1988–2020	3,62	0,03	0,71	0,40	–0,15
Новогрудок	1953–2020	3,84	0,05	0,74	0,55	–0,13
	1953–1987	4,03	0,02	0,36	0,18	0,05
	1988–2020	3,57	0,05	0,78	0,68	–0,29
Ошмяны	1963–2020	3,53	0,04	0,71	0,47	–0,11
	1963–1987	3,57	0,02	0,28	0,39	–0,16
	1988–2020	3,50	0,05	0,84	0,89	–0,40
Борисов	1951–2020	3,00	0,11	0,90	0,87	–0,25
	1951–1987	3,41	0,02	0,40	0,39	–0,10
	1988–2020	2,55	0,09	0,91	0,93	–0,47
Вилейка	1951–2013	2,63	0,23	0,94	0,83	–0,36
	1951–1987	3,08	0,03	0,55	0,69	–0,20
	1988–2013	2,00	0,32	0,96	0,85	–0,91
Воложин	1951–2013	3,16	0,13	0,90	0,85	–0,27
	1951–1987	3,08	0,03	0,55	0,69	–0,20
	1988–2013	2,00	0,32	0,96	0,85	–0,91
Минск	1951–2020	2,77	0,26	0,95	0,93	–0,39
	1951–1987	3,39	0,11	0,88	0,87	–0,51
	1988–2020	2,07	0,07	0,85	0,71	–0,29
Столбцы	1968–2020	2,24	0,16	0,86	0,85	–0,33
	1968–1987	2,84	0,10	0,63	0,81	–0,75
	1988–2020	1,87	0,02	0,58	0,68	–0,12

Продолжение таблицы

Докшицы	1951–2020	3,64	0,07	0,79	0,71	–0,19
	1951–1987	3,87	0,07	0,74	0,77	–0,38
	1988–2020	3,35	0,03	0,60	0,28	–0,09
Березинский заповедник	1979–2020	2,45	0,09	0,82	0,86	–0,34
	1979–1987	3,03	0,09	0,47	0,81	–1,60
	1988–2020	2,29	0,04	0,85	0,89	–0,29
Примечание – Выделены статистически значимые коэффициенты корреляции.						

В результате анализа выборочных средних среднегодовых скоростей ветра за рассматриваемые интервалы статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha = 5\%$ установлены для всех периодов по метеостанциям Лида, Новогрудок, Борисов, Вилейка, Воложин, Минск, Столбцы, Докшицы, для метеостанции Волковыск для периодов 1951–2020 и 1988–2020, 1951–1987 и 1988–2020 гг., для метеостанции Березинский заповедник для периодов 1951–2020 и 1951–1987, 1951–1987 и 1988–2020 гг., для метеостанции Гродно для периода 1951–1987 и 1988–2020 гг. Для метеостанции Ошмяны статистических значимых различий средних среднегодовых скоростей ветра не выявлено.

Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для всех периодов метеорологических станций Воложин и Минск, для метеостанций Новогрудок, Борисов, Вилейка для периодов 1951–2020 и 1951–1987, 1951–1987 и 1988–2020 гг., для метеостанций Столбцы, Докшицы, Березинский заповедник для периодов 1951–2020 и 1988–2020, 1951–1987 и 1988–2020 гг., для метеостанции Лида для периодов 1951–2020 и 1951–1987, 1951–1987 и 1988–2020 гг., для метеостанции Ошмяны для периода 1963–1987 и 1988–2020 гг. Для метеорологических станций Волковыск и Гродно статистически значимых различий коэффициентов вариации не выявлено.

Внутригодовой ход среднемесячных скоростей ветра на территории Западно-Белорусской физико-географической провинции не претерпел изменений: наименьшие скорости характерны для июля-августа, наибольшие скорости характерны с ноября по февраль. Такой ход скорости ветра связан с циклонической деятельностью, которая усиливается в осенне-зимний период, а в конце лета глубина и повторяемость циклонических образований уменьшается [6].

Анализ повторяемости различных значений скорости ветра для Западно-Белорусской провинции показал, что наиболее характерны слабые ветры (2–5 м/с), их доля составляет 69,9 %. Штилевые условия и тихие ветра характерны в 22,6 % случаев. Доля умеренных ветров (6–9 м/с) составляет 6,8 %. Доля сильных ветров (более 10 м/с) составляет 0,8 %,

чаще всего они фиксируются на метеорологических станциях Гродно и Новогрудок, на метеостанции Минск такие ветра не зафиксированы.

Заключение. Таким образом, для всей территории Западно-Белорусской физико-географической провинции выявлены статистически значимые различия снижения среднегодовых скоростей ветра за периоды 1951–1987 и 1988–2020 гг. Годовой ход скорости ветра не претерпел существенных изменений, на территории провинции отмечено преобладание слабых ветров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов, В. Ф. Изменение ветрового режима на территории Беларуси в XX в. / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Г. В. Волобуева // Природ. ресурсы. – 2005. – № 4. – С. 5–12.

2. Изменения климата: последствия, смягчение, адаптация : учеб.-метод. комплекс / М. Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2015. – 424 с.

3. Справочник по климату СССР: Белорусская ССР : метеорологические данные за отдельные годы. Ч. 3. Т. 1. Направление ветра. – Обнинск : ВНИИГМИ – МИД, 1975. – 593 с.

4. Справочник по климату СССР. Вып. 7. Ч. 3 / отв. ред. Н. А. Малишевская. – Л. : Гидрометеиздат, 1966. – 156 с.

5. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск : ТетраСистемс, 2008. – 496 с.

6. Климат Беларуси / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Ин-т геол. наук АН Беларуси, 1996. – 234 с.

УДК 556.53:504.064.36(476.1)

**А. А. ВОЛЧЕК, Д. Н. ДАШКЕВИЧ, М. Ф. КУХАРЕВИЧ,
С. И. ПАРФОМУК, С. В. СИДАК, Н. Н. ШЕШКО,
Н. Н. ШПЕНДИК**

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: Volchak@tut.by

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЙМЕННЫХ РЫБХОЗОВ НА СТОК РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Белорусское Полесье традиционно славилось обилием и разнообразием рыбных ресурсов. Однако крупномасштабные мелиорации второй половины прошлого века и интенсивное использование

сельскохозяйственных угодий привели к снижению естественных рыбных запасов. Поэтому для компенсации естественных рыбных ресурсов создан целый ряд пойменных рыбхозов на реках Белорусского Полесья. Рыбхозы вносят изменения в естественный водный режим, что требует объективной оценки их воздействия на гидрологический режим рек. Это позволит повысить эффективность управления водными ресурсами с учетом обеспечения экологического функционирования водных объектов [1; 2].

По поручению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь летом 2021 г. учеными Брестского государственного технического университета выполнено комплексное исследование рек, в поймах которых расположены рыбхозы: Бобрик (рыбхоз «Полесье»), Вислица (рыбхоз «Полесье»), Лань (рыбхоз «Локтыши»), Морочь (рыбхоз «Красная Слобода»), Пина (рыбхоз «Полесье»), Птичь (рыбхоз «Тремля»), Случь (рыбхоз «Белое»), Смердь (рыбхоз «Лаква»), Тремля (рыбхоз «Тремля»), Филипповка (рыбхоз «Полесье»), Ясельда (рыбхоз «Селец»).

В ходе комплексной оценки воздействия рыбхозов, расположенных в бассейнах рек Белорусского Полесья, были решены следующие задачи:

– выполнен анализ гидрологического режима расчетных участков исследуемых рек, состоящий из анализа имеющейся гидрологической информации, установлен репрезентативный период для расчета гидрологических характеристик, который составляет 58 лет – с 1961 по 2018 г.;

– проведены натурные исследования рек, заложены створы выше и ниже участков изъятия воды для нужд рыбхозов, построены поперечные профили, рассчитаны гидрологические характеристики;

– выполнены гидрологические расчеты по определению минимальных среднемесячных расходов воды 95 % вероятности превышения и экологического стока с учетом внутригодового распределения стока различной обеспеченности;

– разработаны математические модели для участков рек, расположенных ниже и выше рыбхозов, в виде специальных графиков, позволяющих в зависимости от средней глубины воды в створе определить скорости течения и расходы воды;

– выполнены оперативные гидравлические расчеты с целью оценки воздействия изъятия воды исследуемыми рыбхозами на изменение гидрологического режима водных объектов с помощью разработанных математических моделей как разница расчетных параметров для заложённых створов ниже и выше рыбхозов;

– разработаны математические описания глубин, скоростей течения и расходов воды в исследуемых створах ниже рыбхозов, соответствующих экологическому стоку, которые позволяют решать прямую и обратную задачу движения водных масс в открытых руслах;

– определены величины допустимого изъятия поверхностных вод из рек, используемых для нужд рыбхозов, с учетом потерь на испарение с водного зеркала и фильтрации из водохранилищ и прудов, при обеспечении условия сохранения в реках экологического стока, что позволит определить наиболее эффективный режим наполнения рыбоводческих прудов.

Восстановление стока рек расчетных обеспеченностей осуществлялось методами, описанными в работах [3; 4]. Кроме того, для рек, в бассейнах которых имело место интенсивная хозяйственная деятельность, существенно нарушающая естественный гидрологический режим рек, определение расчетных гидрологических характеристик проводилось путем восстановления бытового стока за весь период наблюдений воднобалансовыми и регрессионными методами.

В Беларуси размер экологического стока принимается как 75 % от минимального месячного стока 95 % обеспеченности. Но данный подход имеет существенные недостатки, а именно: не обеспечивает внутригодовую изменчивость стока, не учитывает многолетние циклы водности и в большинстве случаев не достигается минимальная скорость течения воды. Поэтому в настоящей работе использован разработанный нами метод расчета экологического стока и детально апробирован на р. Ясельде [5].

В связи с современными климатическими колебаниями выполнены прогнозные оценки изменения стока рек Белорусского Полесья на период до 2035 г. с учетом мультимодельного ансамбля из четырех сценариев, рекомендуемого МГЭИК, а также региональной изменчивости климата, которые представлены в работе [5].

Несмотря на то что прогнозные оценки изменения стока рек рассматривают как вероятностные, связанные с допущением ряда неопределенностей, разработка и реализация мер по адаптации к изменению климата в части уточнения водохозяйственных балансов рыбхозов является целесообразной.

По результатам стандартных гидрометрических работ определены отметки характерных точек русла, на основе которых построены поперечные профили русла и определены морфометрические характеристики.

По результатам обработки данных гидрометрических измерений получены математические модели (расходы-уровни-скорости) и кривые связи (скорости-расходы воды) в реках и уровня воды в створе.

Расчет величин допустимого изъятия поверхностных вод основан на определении рекомендуемого экологического стока способом повышения обеспеченности [5]. При этом наименьшее критическое значение экологического стока принимается как 75 % от минимального

месячного стока 95 % обеспеченности. Поэтому были рассчитаны величины максимального допустимого изъятия поверхностных вод из исследуемых рек с учетом потерь на испарение с водного зеркала и фильтрации из водохранилищ и сохранения экологического стока 95 % вероятности превышения.

В качестве инженерно-технического решения для повышения эффективности мониторинга за уровнем водопотребления и водопользования нами разработана специальная гидрометрическая рейка с цветовой индикацией и обоснованы реперные точки их установки. Рейка состоит из трех цветов: красного (расход воды выше экологического стока); желтого (диапазон стока от экологического до критического экологического стока); красного (расход воды меньше критического экологического стока).

Кроме того, зеленая зона разделена на две подзоны:

- подзона 1 – объем изъятия воды не превышает доступный при расчетном экологическом стоке 75 % вероятности превышения;
- подзона 2 – объем изъятия воды превышает доступный при расчетном экологическом стоке 75 % вероятности превышения, но меньше в случае экологического стока 95 % вероятности превышения.

Для каждой зоны и подзоны разработаны рекомендации для обеспечения допустимого уровня воздействия на водные объекты рыбохозяйственных предприятий.

Сопоставляя существующие объемы изъятия и рассчитанные величины допустимого изъятия поверхностных вод из исследуемых рек с учетом сохранения экологического стока, а также используя предложенное зонирование уровней воздействия рыбохозяйственных предприятий на водный режим рек, получили деление исследуемых рек по зонам в зависимости от степени воздействия на водные объекты.

В дальнейшем следует руководствоваться приведенными расчетами и при переходе рек из зеленой зоны в желтую зону по уровню изъятия поверхностных вод рыбхозами необходимо предпринимать компенсирующие мероприятия по снижению последствий такого перехода. Следует отметить, что красная зона является полностью неприемлемой с точки зрения сохранения водотоков и их экосистем.

Таким образом, уровень воздействия рыбохозяйственных предприятий на водный режим исследуемых рек соответствует зеленой или желтой зоне. При этом уровень воздействия рыбхозов на водный режим большинства изученных рек – Смердь (рыбхоз «Лахва»), Случь (рыбхоз «Белое»), Бобрик (рыбхоз «Полесье»), Пина (рыбхоз «Полесье»), Филипповка (рыбхоз «Полесье»), Вислица (рыбхоз «Полесье»), Птичь (рыбхоз «Тремля») – соответствует зеленой зоне подзоне 1. В то же время уровень воздействия рыбохозяйственных предприятий на водный режим

рек Ясельда (рыбхоз «Селец»), Лань (рыбхоз «Локтыши»), Морочь (рыбхоз «Красная Слобода») и Тремля (рыбхоз «Тремля») находится в желтой зоне. Это свидетельствует о том, что объемы изъятия рыбхозами поверхностных вод из этих рек превышают допустимые величины, и рыбхозам необходимо пересматривать водохозяйственный баланс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / под общ. ред. М. Ю. Калинина, А. Г. Ободовского. – Минск : Белсэнс, 2003. – 269 с.

2. Проблемы водных ресурсов бассейна р. Припять / М. Ю. Калинин [и др.] // Вестн. БГТУ. Сер. Водохоз. стр-во и теплотехника. – 2005. – № 2 (33). – С. 26–29.

3. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.04-168-2009(02250). – Минск : Стройтехнорм, 2010. – 55 с.

4. Волчек, А. А. Гидрологические расчеты : учеб. пособие / А. А. Волчек. – М. : КНОРУС, 2021. – 418 с.

5. 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.

6. 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. – 225 с.

УДК 553.973

О. М. ГАЙДУКЕВИЧ, Б. В. КУРЗО, А. Ю. ТАТКОВ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: kurs2014@tut.by

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ САПРОПЕЛЯ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Сапропель – осадки пресноводных водоемов, образованные из отмерших растительных организмов, минеральных веществ биохимического происхождения и привнесенных минеральных компонентов, имеющие зольность не более 85 %. Сапропель обогащен органическим веществом, кальцием, фосфором, серой, микроэлементами, биологически активными веществами, что обуславливает возможности его широкого

применения [1]. В Брестской области с 1988 г. построено и действовало 13 объектов по добыче сапропеля (в Барановичском, Лунинецком, Малоритском, Кобринском, Дрогичинском, Березовском, Ивацевичском и Ляховичском административных районах). Всего извлечено около 1,17 млн т сапропеля (0,96 млн т из озер и 0,21 млн т из торфяных месторождений).

Комплексными поисково-оценочными и детальными изысканиями ресурсов сапропелевого сырья в Брестской области установлено, что геологические запасы сапропеля в Брестской области, залегающего в озерах и под торфом, составляют около 309 млн м³ [2–5]. Разведанные запасы сапропеля области – 245,4 млн м³ (таблица 1).

Таблица 1 – Ресурсы и вещественный состав сапропеля в озерах и торфяных месторождениях Брестской области

	Объекты-сапропеленакопители	
	Озера	Торфяные месторождения
Количество: всего	98	450
в т. ч. разведанные на сапропель	52	150
Разведанные запасы сапропеля, млн м ³ : всего	122,4	123,0
в т. ч. по типам: – кремнеземистого	27,6	36,9
– органического	73,8	2,0
– карбонатного	8,9	77,6
– смешанного	12,1	–

Данные изысканий позволяют дифференцировано подходить к выбору месторождений, перспективных для освоения. Перспективность месторождения определяется его уникальностью и ограничивается расположением в составе природных охраняемых территорий, степенью разведанности, запасами, мощностью и горно-геологическими условиями разработки залежи, качественной характеристикой сапропеля и ее соответствием нормативным документам на различные виды продукции. Направления использования сапропеля регламентирует промышленно-генетическая классификация [6], которая с учетом его состава и свойств обосновывает рациональные области использования сапропеля.

По степени перспективности разработки сапропелевого сырья выделены следующие группы месторождений. Неперспективные природоохранные месторождения входят в состав действующих и планируемых охраняемых территорий. Это также объекты, сырье которых не удовлетворяет действующим нормативам, и разработка по существующим технологиям экономически нецелесообразна. К перспективным относили месторождения с сырьевой базой, удовлетворяющей ТУ и РСТ, без

ограничений на добычу сапропеля со стороны природоохранных органов. Такие объекты имеют мощность пласта более 1 м, средние глубины воды в озерах 2–4 м и площадь распространения озерных отложений 30–70 %. У первоочередных для освоения месторождений сырье соответствует нормативам, они расположены в мелководных озерах с глубиной воды 2–3 м и средней мощностью сапропеля более 2 м. Первоочередные объекты имеют площадь распространения сапропеля более 70 % и малую мощность торфяной залежи.

В пределах Брестской области выявлены первоочередные и перспективные месторождения сапропеля, обоснованы способы их освоения и использования (рисунок).



Рисунок – Первоочередные и перспективные для разработки месторождения сапропеля Брестской области

По перспективам освоения сапропелевых ресурсов оценены отдельные административные районы Брестской области (таблица 2). Установлено, что практически в каждом первоочередном и перспективном для добычи сапропелевого сырья озерном месторождении имеются органический или малозольный кремнеземистый типы сапропеля. Общие запасы сапропеля в 18 первоочередных для освоения озерных

месторождения оцениваются в 52,6 млн м³ (13,9 млн т условной влажности 60 %). Среди таких объектов – озера Бобровицкое Ивацевичского, Олтушское Малоритского и Колдычевское Барановичского административных районов. Перспективные месторождения размещены в девяти озерах и включают запасы сапропеля 9,4 млн м³, или 2,6 млн т.

Таблица 2 – Извлекаемые в озерах и под торфом ресурсы сапропелевого сырья для различных направлений использования на первоочередных и перспективных месторождениях в административных районах Брестской области, тыс. м³

Административный район	Всего запасов	В т. ч. на первоочередных и перспективных	По направлениям использования					
			Удобрения	Известкование почв	Кормовые добавки	Лечебные грязи	Буровые растворы	Строительное производство
Барановичский	23 520	13 871	661	12 519	12 519	13 180	115	115
Брестский	3991	2205	2205	–	–	2205	46	46
Ганцевичский	1947	736	726	–	–	726	–	–
Дрогичинский	5748	682	682	–	–	682	455	455
Ивановский	14 240	10 843	6898	3866	3866	10 764	245	529
Ивацевичский	61 894	30 773	22 950	7817	7817	30 767	13 401	16 001
Кобринский	7643	4875	4332	543	543	4875	480	3630
Лунинецкий	2734	2637	1908	729	729	2637	1301	1360
Малоритский	25 064	19 661	19 245	394	394	19 639	10 554	10 975
Пинский	8952	3055	3055	–	–	3055	1070	1070
Пружанский	11 340	11 275	5275	6000	6000	11 275	200	4685
Столинский	2136	1087	920	–	–	920	–	71
ВСЕГО	169 209	101 701	68 858	31 868	31 868	100 726	27 866	38 936

В Брестской области большие запасы на выбывших из эксплуатации торфяных месторождениях, первоочередных и перспективных для добычи сапропеля (64 % всех имеющихся), сосредоточены в Барановичском (8,9 млн м³), Березовском (8,6 млн м³), Жабинковском (10 млн м³), Ивацевичском (8,6 млн м³), Пружанском (10,4 млн м³) районах. Площадь сапропеля, залегающего на 20 выработанных первоочередных и перспективных для его добычи торфоучастках Брестской области, составляет 8 тыс. га.

К первоочередным здесь может быть отнесено шесть торфяных месторождений, в том числе Кориново Барановичского и Гатча-Осовское Жабинковского районов, на которых площадь и средняя мощность сапропелевых залежей наибольшие и составляют соответственно 3,6 тыс. га

и 1,2 м. Преобладают карбонатные сапропели со средней зольностью 53,6 %. К перспективным для разработки сапропелей торфяным месторождениям в Брестской области относятся 14 объектов, на которых общая площадь озерных отложений составляет 4,4 тыс. га, а средняя мощность – 0,8 м. Общий объем сапропеля равен 30,5 млн м³, запас – 17 млн т. В Брестском, Ганцевичском, Каменецком, Ляховичском и Столинском районах не выявлено перспективных для добычи сапропеля торфяных месторождений.

Неперспективны для освоения при существующем уровне развития техники и технологий переработки 24 озера. Суммарные ресурсы сапропеля составляют здесь 55,9 млн м³. Также неперспективны для добычи сапропеля 25 торфяных месторождений. Средняя мощность донных отложений здесь незначительна и составляет 0,64 м. Около 70 % запасов представлено кремнеземистыми сапропелями и высокозольными илами.

Таким образом, в соответствии с разработанными критериями оценены перспективы использования месторождений сапропеля Брестской области, включение которых в хозяйственный оборот существенно расширяет базу местного органоминерального сырья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по использованию сапропеля в сельскохозяйственном производстве / Н. Н. Бамбалов [и др.]. – Минск : БНИВНФХ в АПК, 2007. – 29 с.

2. Кадастр сапропелевых отложений озер Белорусской ССР. 1. Брестская область : в 6 т. / М. З. Лопотко [и др.] ; под ред. И. И. Лиштвана. – Минск : Наука и техника, 1981. – Т. 1.

3. Кадастр сапропелевых отложений озер Белорусской ССР, изученных в 1981–1985 гг. / М. З. Лопотко [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1987. – 70 с.

4. Кадастр сапропелевых отложений озер Белорусской ССР, изученных в 1986–1991 гг. / М. З. Лопотко [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1991. – 73 с.

5. Торфяной фонд Белорусской ССР. Брестская область : кадастровый справ. – Минск, 1979. – 113 с.

6. Сапропель. Промышленно-генетическая классификация : СТБ 17.04.02-01-2010. – Введ. 01.07.11. – Минск : Госстандарт, 2010. – 6 с.

УДК 504(476)

О. И. ГРЯДУНОВА, Д. Н. СОЛОХА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: gryadunova@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Брестская область – регион Беларуси, богатый природными ресурсами, которые играют важную роль в экономическом и социальном развитии региона. Эти ресурсы помогают создать благоприятные условия для жизни населения, а также становятся объектом особого внимания государственных организаций и частных инвесторов. В данной работе будут рассмотрены современное состояние природных ресурсов Брестской области, особенности их использования.

В работе использованы данные государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, Национальной системы мониторинга в Республике Беларусь, Государственного водного кадастра 2006–2021 гг.

Брестская область занимает западную часть Восточно-Европейской платформы. Активные проявления горообразовательных процессов в ее пределах закончились в архейскую эру, а современный облик был сформирован во второй половине голоцена, что обусловило формирование определенного спектра полезных ископаемых. На июль 2022 г. на территории области насчитывается 1422 месторождения полезных ископаемых, а добыча ведется на 58 промышленных карьерах (рисунок 1).

В Брестской области находится 62 месторождения (участка месторождения) пресных подземных вод и 17 месторождений минеральных подземных вод. В Лунинецком районе разрабатывается месторождение строительного камня Микашевичи (запасы 318 822 тыс. м³), начато освоение Ситницкого месторождения (запасы 538 534 тыс. м³). Из 18 выявленных в нашей стране месторождений тугоплавких глин 10 расположено в Столинском районе, а запасы составляют около 24 млн т. В области разведано 36 месторождений глинистых пород, наиболее крупными по запасам являются месторождения Подземье в Кобринском районе, Щебрин и Заречное в Брестском районе. Крупнейшее в республике месторождение мела Хотиславское находится в Малоритском районе, его эксплуатационные запасы составляют 178 245 тыс. м³. Наиболее крупные месторождения песчано-гравийного материала расположены

в Барановичском (Козловичи, Подстарины, Лотвичи) и Каменецком (Минковичи) районах (рисунок 2).



Рисунок 1 – Количество месторождений полезных ископаемых в Брестской области на 2022 г.

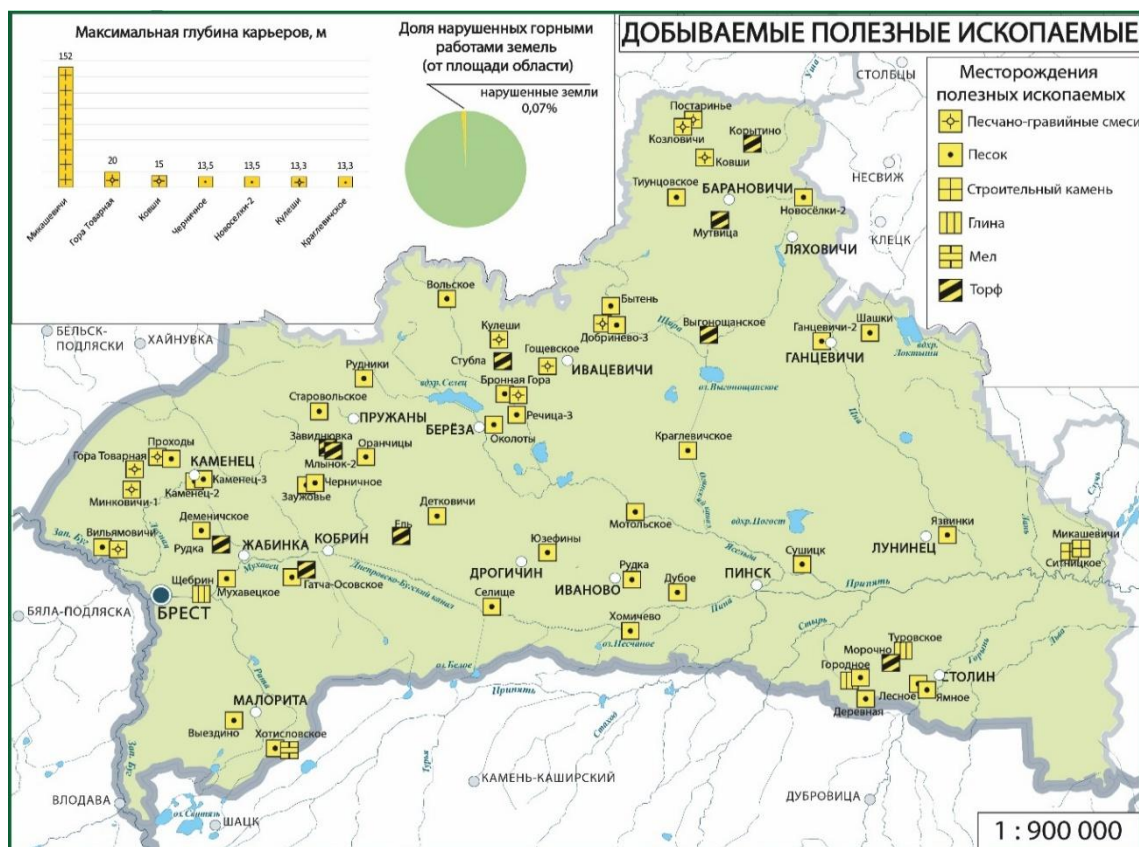


Рисунок 2 – Добываемые полезные ископаемые (на 01.07.2022)

Месторождения строительных песков и сапропелей (запасы около 139 млн м³) распространены повсеместно. На территории области насчитывается 533 торфяных месторождения с общими запасами около 600 тыс. т (около 12 % от общереспубликанских). В 2017 г. на территории области открыто новое, единственное в Беларуси месторождение базальтов и туфов Новодворское. Запасы и прогнозные ресурсы базальтов и туфов были подсчитаны – 85 924 тыс. м³.

В 2021 г. рекультивировано 10 земельных участков, предоставленных для разработки участков месторождений полезных ископаемых, на площади 45 га. Доля нарушенных земель горными работами по области составляет 0,07 %. Выделяется два района с наибольшими для Брестской области показателями – Ивацевичский район (месторождение торфа Стубла S = 629,8 га) и Лунинецкий район (месторождение строительного камня Микашевичи S = 473,7 га) (рисунок 3).

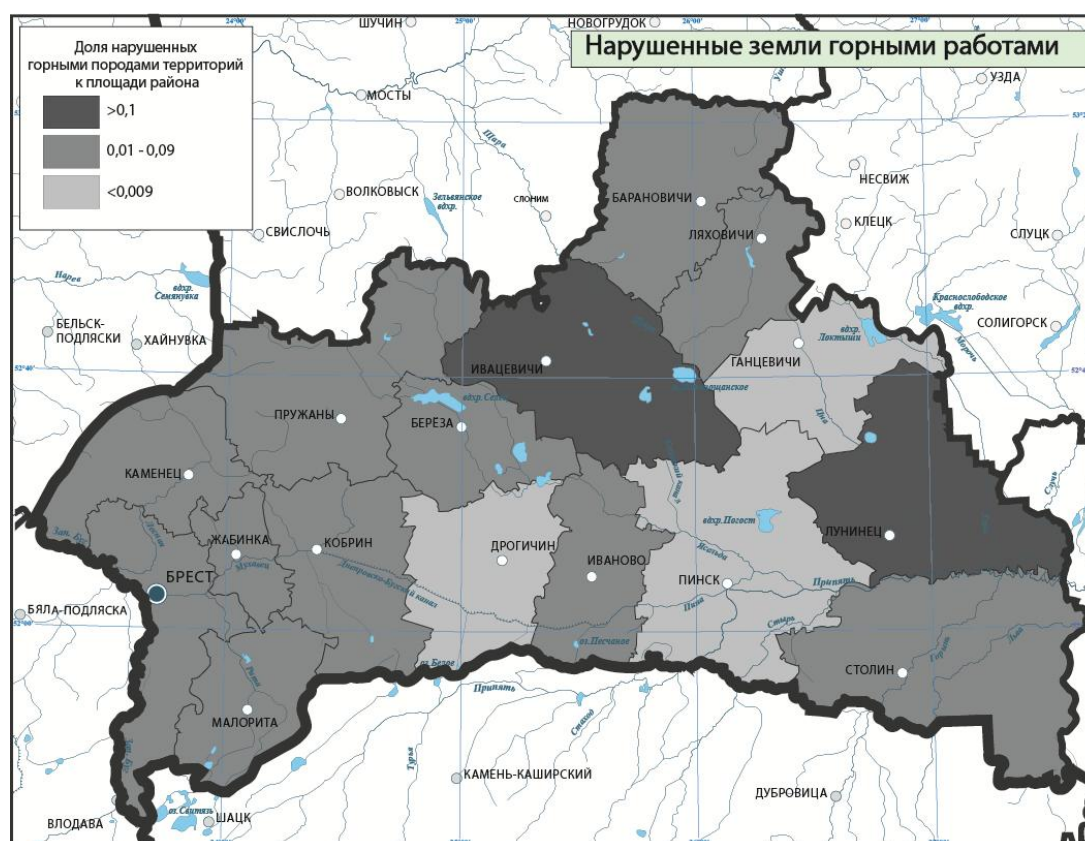


Рисунок 3 – Нарушенные земли горными работами

В области работают пять предприятий ГПО «Белтопгаз», которые ведут добычу и переработку торфа, наибольшие эксплуатационные запасы имеют РУТП «Ляховичское» (Ляховичский район) и ТПУ «Березовское»

(Ивацевичский район), сырьевая база для открытия новых торфопредприятий в Брестской области отсутствует.

Вместе с тем считаем перспективным создание в районах области предприятий, производящих торф для сельскохозяйственного использования или органоминеральные удобрения с использованием имеющихся запасов торфа и сапропелей (ранее добыча торфа для сельскохозяйственного использования осуществлялась во всех районах области).

Перспективно также создание производств по добыче и розливу питьевых и минеральных вод. В настоящее время находятся на консервации скважины минеральных вод ОАО «Желдорсервис» в г. Бресте, ОАО «Комаровка» в Брестском районе, ООО «Элиза» в Дрогичинском районе.

Минерально-сырьевые ресурсы Брестской области характеризуются малой номенклатурой полезных ископаемых и несбалансированностью: отсутствуют металлические руды, а топливные ископаемые представлены лишь торфом. Наличие таких полезных ископаемых, как мел в Малоритском районе, тугоплавкие глины и формовочные и стекольные пески в Столинском районе, строительный камень в Лунинецком районе, играют важную роль не только для народного хозяйства Брестской области, но и для Беларуси в целом.

УДК 9.91.910.3

Е. К. ГУБАРЕВА

Россия, Москва, МГПУ

E-mail: gubarevaek@mgpu.ru

ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТОВ ДОЛИНЫ ПОГРАНИЧНОЙ Р. СУНГАЧИ (ПРИХАНКАЙСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ)

Ландшафты речных долин представляют собой своеобразные коридоры, связывающие растительность разных природных зон и провинций. Они отличаются естественной разнородностью и динамичностью растительного и почвенного покрова, которые обусловлены эрозионно-аккумулятивной деятельностью рек.

На Приханкайской низменности расположена долина р. Сунгачи, которая является одной из самых молодых рек бассейна оз. Ханка. Она вытекает из северо-восточной части озера и впадает слева в р. Уссури в 455 км от ее устья (рисунок 1). Кроме того, эта река погранична на всем своем протяжении, а большая ее часть расположена также на территории

заповедников Ханкайского (Российская Федерация) и Синкай-ху (Китайская Народная Республика). Данные условия формируют интерес к изучению закономерностей развития речной долины Сунгачи.

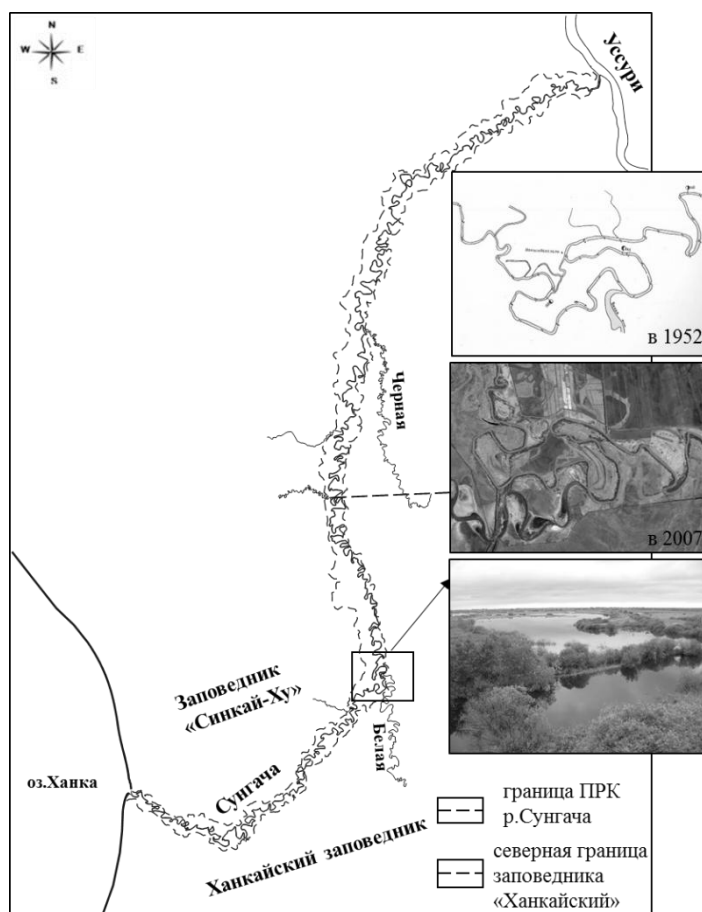


Рисунок 1 – Русло р. Сунгачи

Приханкайская низменность сформировалась в пределах Уссури-Ханкайской впадины в результате аллювиально-озерного и озерного седиментогенеза, развивающегося в условиях трансгрессивной аккумуляции при тектоническом погружении впадины и неоднократных колебаниях климата в четвертичное время. Во время озерных трансгрессий происходила интенсивная аккумуляция озерных отложений, а следовавшие за ними регрессии приводили к эрозионному расчленению образовавшихся ранее аккумулятивных долин [1].

Гидрографическая сеть в пределах Приханкайской низменности сформировалась в современном виде к позднему голоцену, когда и образовалась р. Сунгача, поэтому за непродолжительное по геологическим параметрам время своего существования не успела сформировать четко выраженную в рельефе низменности долину [2].

За время развития территории бассейна оз. Ханка в долинах рек и в самом озере активно аккумуляровался тонкодисперсный материал – глины и суглинки. Литология пород, залегающих на территории низменности, определяет условия развития русла и долины р. Сунгачи. Берега реки также сложены преимущественно глинами и средними и легкими суглинками; лишь в приустьевой части Сунгачи, где ее долина вложена в длину принимающей ее р. Уссури, береговые отложения представлены аллювиальными супесями и песками, слагающими широкую Уссурийскую долину.

Глубина вреза долины р. Сунгачи в озерные отложения, слагающие здесь водораздельную поверхность, составляет всего 2–4 м [3]. Средний уклон реки равен 0,04 ‰. Таким образом, в соответствии с классификацией размываемости горных пород и их мощностью в целом условия формирования реки являются свободными и не ограничивают меандрирование ее русла [4].

Речная долина Сунгачи представляет собой русло и двустороннюю широкую пойму (от 1,5 до 4 км). Перепады высот рельефа на поверхности поймы составляют в среднем не более 1–2 м. Внешние границы поймы и границы внутренних частей поймы четко не выделяются. Берега реки низкие, высота их в верхнем течении – 0,5–2 м, к низовью возрастает до 1,5–3 м.

Почвенный и растительный покров поймы зависит в первую очередь от половодья и паводков, которые определяют длительность и интенсивность воздействия полых вод на все компоненты ландшафта. Пойма р. Сунгачи затапливается во время половодья и паводков ежегодно и полностью и на длительное время – до 4–5 месяцев.

Ландшафтные исследования поймы р. Сунгачи показали, что механический состав пойменных почв практически на всем протяжении реки однороден. В верхнем и среднем течении реки вблизи русла распространены в основном аллювиальные иловато-перегнойные глеевые и торфяно-глеевые почвы на глинистых и практически водонепроницаемых коренных породах. Водонепроницаемость этих слоев обуславливает высокие значения коэффициентов и модулей стока, а в совокупности с очень продолжительной поемностью способствует заболачиваемости местности. Так, на правобережье р. Сунгачи, к северо-востоку от устья р. Черной, находится обширное болото шириной около 20 км травяно-мохового типа с редкими зарослями камыша [5]. В таких условиях хорошо сохраняются старичные озера, часто встречающиеся на берегах реки. Происхождение озер в этой местности объясняется извилистым руслом реки.

Данные почвы отличаются суглинистым составом, большой степенью увлажнения, слабой стратификацией (слоистостью) или ее отсутствием,

хорошим промывным режимом, обуславливающим поступление органических элементов на большую глубину, что подтверждают затеки гумуса в нижних слоях почвенного горизонта. Профиль таких почв состоит из гумусового глеевого, а также часто погребенного перегнойного горизонтов (рисунок 2, А). Мощность гумусового горизонта – до 30 см. Он характеризуется зернистой или зернисто-комковатой структурой, наличием слаборазложившихся растительных остатков. Глеевый горизонт окрашен в сизо-серый цвет с оливковым оттенком, маломощный, характерны гумусовые затеки.

Почвы в нижнем течении в 8,5 км до устья сменяются на аллювиальный серогумусовый глеевый тип на песчаном аллювии, слагающий речную долину р. Уссури. Эти типы почв отличается суглинисто-супесчаным и песчаным составом, меньшей влажностью, а также наличием большого количества подвижных оксидов железа. В почвенном профиле (рисунок 2, Б) выделяется гумусовый горизонт буровато-серого цвета, зернисто-комковатой структурой, с плохо выраженной слоистостью и мощностью от 20–30 см. На этом участке высота берега выше по сравнению с верхними участками, поэтому в более сухих условиях здесь на пойме среди растительности встречается больше древесных видов: ива, дуб монгольский, ясень маньчжурский и др.

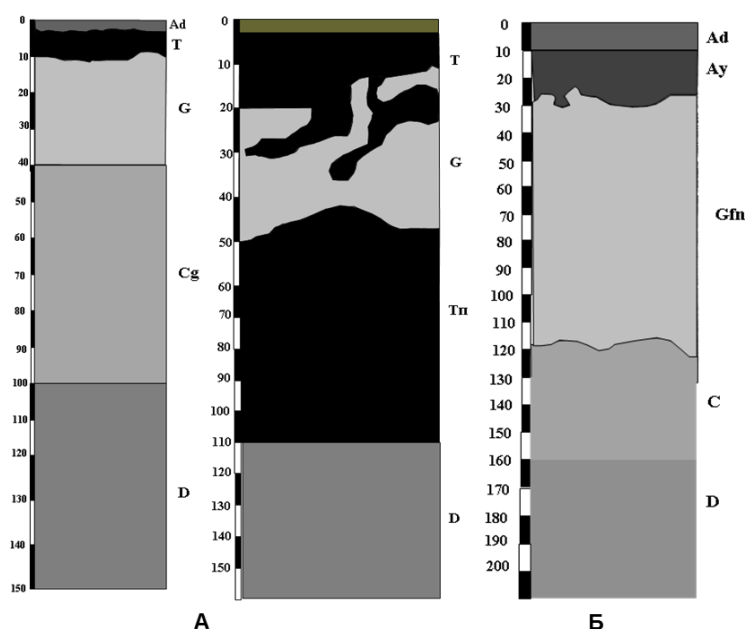


Рисунок 2 – Типы почв долины р. Сунгачи:

А – аллювиальные торфяно-глеевые почвы на пойме в среднем течении реки; Б – аллювиальные серогумусовые глеевые оруденелые почвы в нижнем течении реки

Таким образом, пойма р. Сунгачи развивается в свободных условиях развития русловых деформаций [6].

Относительно антропогенного воздействия на пойму р. Сунгачи можно отметить, что несколько лет назад здесь было активно развито рисоводство. Многие участки поймы были задействованы под рисовые системы, построено много каналов, которые на данный момент практически не используются. Восстановление зоны рисосеяния происходит в основном на левом берегу р. Сунгачи на территории КНР. В связи с сокращением площади возделывания риса в 90-е гг. XX в. и с установлением заповедного статуса приречных территорий удалось сократить загрязнение воды р. Сунгачи. Однако в последнее десятилетие интенсификация сельского хозяйства на левом берегу реки, применение вредных пестицидов и химикатов, довольно большие объемы изъятия воды привели к резкому увеличению уровня загрязненности воды и почв в долине. В связи с этим остро возникает вопрос о создании мониторинга за состоянием ландшафтов р. Сунгачи во избежание их нарушения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Четвертичные озерные трансгрессии в Уссури-Ханкайской впадине / А. М. Короткий [и др.] // Позднекайнозойская история озер в СССР. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1982.
2. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. – Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1990. – 279 с.
3. Геология СССР. Т. 32. Приморский край. – М. : Недра, 1974. – 155 с.
4. Губарева, Е. К. Развитие и современная динамика русла реки Сунгачи / Е. К. Губарева // Геоморфология. – 2015. – Вып. 4. – С. 50–59.
5. Стоценко, А. В. Гидрометеорологическое описание рек Приханкайской равнины и сопредельных районов / А. В. Стоценко, В. Г. Черненко // Материалы по физической географии юга Дальнего Востока. – М. : АН СССР, 1958.
6. Чернов, А. В. Геоэкологическое состояние пойменно-русловых комплексов пограничных рек бассейна Амура / А. В. Чернов, Е. К. Губарева // Трёшниковские чтения – 2018: Современная географическая картина мира и технологии географического образования : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Ульяновск : ФГБОУВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2018. – С. 237–240.

УДК 504.5+550.3

А. П. ГУСЕВ

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

E-mail: andi_gusev@mail.ru

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ НОГОЗОНАЛЬНОЙ СЪЕМКИ И НАЗЕМНЫХ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Сложное строение геологической среды обуславливает необходимость комплексирования космических и наземных методов, позволяющих изучать ее различные свойства и, соответственно, давать более полную информацию.

Таблица – Формулы расчета спектральных индексов

Индекс	Формула для расчета на основе каналов спутников Sentinel-2
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	$(B08 - B04) / (B08 + B04)$
NBR (Normalized Burn Ratio)	$(B08 - B12) / (B08 + B12)$
SWVI (Short Wave Vegetation Index)	$(B08 - B11) / (B08 + B11)$
Iron Oxide Index	$B04 / B02$
Acid Mine Water Index	$(B04 - B02) / (B04 + B02)$

Для проведения геоэлектрических работ использована электроразведочная аппаратура ERA-MAX. Для съемки методом естественного электрического поля применены неполяризующиеся электроды системы ВИРГ. Интерпретации данных ВЭЗ проводилась с помощью программы IPI2Win. Для резистивиметрии использован портативный резистивиметр, позволяющий определять удельную электрическую проводимость и соответствующую ей минерализацию воды (в мг/дм³).

Рассмотрим примеры использования комплекса методов для оценки состояния геологической среды в зоне влияния экологически опасных объектов.

Полигон отвалов фосфогипса. В зоне влияния отвалов в период увеличения поверхностного стока имеет место подтопление луговых и кустарниковых геосистем. На основе космической съемки по степени воздействия загрязненными водами на луговые геосистемы выделены три зоны: фоновая луговая геосистема (загрязнение вод и почв отсутствует); ТМ-2 – зона среднего загрязнения (периодически подтапливаемый загрязненными водам луг); ТМ-1 – зона сильного загрязнения – водоем-

приемник стока с отвалов и его окрестности. Выделенные зоны достаточно четко отличаются друг от друга по величине вегетационных индексов. Так, в зоне сильного загрязнения средние значения NDVI в 1,9 раза ниже, чем в фоновой луговой геосистеме. Соответственно средние значения NBR – в 1,85 раза, SWVI – в 9,5 раза ниже.

Электропрофилирование показало, что кажущееся электрическое сопротивление на всех изучаемых глубинах закономерно снижается от фоновой геосистемы к ее техногенным модификациям. Минимальные значения кажущегося сопротивления отмечаются в зоне ТМ-1 (менее 20 ом·м на разносах АВ 1,5 и 10 м и менее 30 ом·м на разносе АВ = 30 м). Наиболее значительное снижение кажущегося сопротивления наблюдаются в приповерхностном слое (АВ = 1,5 м) – в 36,2 раза. В интервале глубин, соответствующем разносу АВ = 10 м (1–2,5 м), кажущееся сопротивление снижается в восемь раз. По результатам ВЭЗ установлено, что в зоне ТМ-1 вся зона аэрации и грунтовый водоносный горизонт (на глубину до 20 м) имеют высокий уровень загрязнения, что отражается в низком удельном электрическом сопротивлении. В зоне ТМ-2 загрязнение фиксируется на глубине до 5 м. При этом самый верхний слой (почвогрунты) загрязнен в меньшей степени, чем в зоне ТМ-1. Геологическая среда (в пределах изучаемых глубин) в фоновой геосистеме характеризуется относительно высокими значениями удельного электрического сопротивления (более 100 ом·м).

Разрез кажущегося электрического сопротивления (псевдоразрез) и результаты его интерпретации в виде геоэлектрического разреза показаны на рисунке.

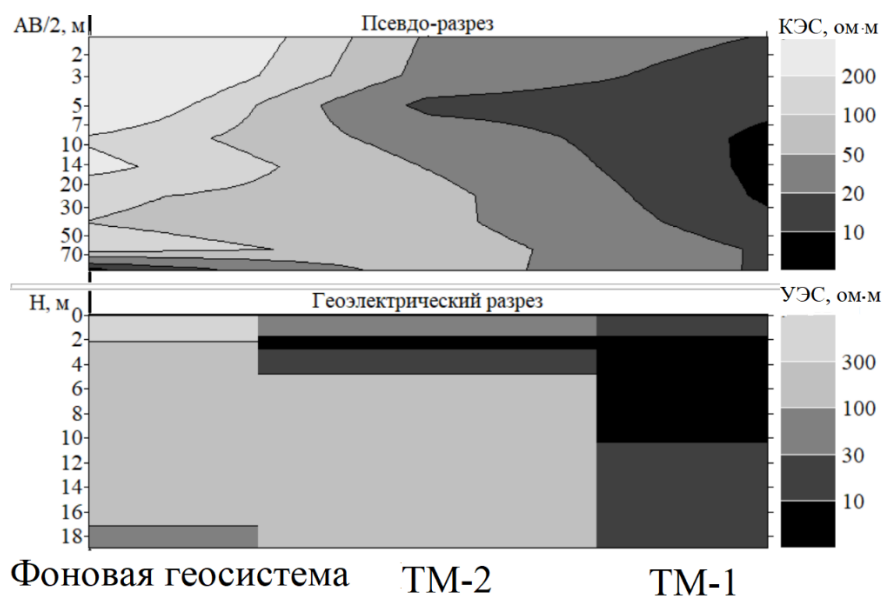


Рисунок – Геоэлектрическая модель геологической среды в зоне влияния отвалов фосфогипса

Склад серы. Под воздействием загрязнения в окружающем ландшафте сформированы техногенные модификации исходной геосистемы, выделенные по данным космической съемки: ТМ-2 – участок с мозаичным тростниково-березовым фитоценозом; ТМ-1 – участок, полностью лишенный растительного покрова. Установлено, что наиболее низкие значения вегетационных индексов приурочены к зоне ТМ-1. По сравнению с фоновой геосистемой значение NDVI здесь снижается в 2–2,3 раза, значение NBR – 2,3–3,2 раза, а значение SWVI – в десятки раз. В зоне ТМ-2 по сравнению с фоновой геосистемой значение NDVI снижается в 1,3 раза, значение NBR – в 1,7 раза, значение SWVI – в 4,3–8 раз. Химическое загрязнение фиксируется в водах луж и каналов: по данным резистивиметрии в зоне ТМ-1 минерализация вод превышает 10 г/дм³ (удельное электрическое сопротивление – менее 1 ом·м). В зоне ТМ-2 минерализация поверхностных вод снижается до 0,5–1,5 г/дм³.

По данным изучения потенциала естественного электрического поля нами установлено, что зона ТМ-1 характеризуется положительными значениями потенциала (т. е. здесь происходит разгрузка грунтовых вод), а остальная часть территории – отрицательными (инфильтрация поверхностных вод в грунтовый горизонт). Исходя из этого, можно предположить, что загрязняющие вещества с земной поверхности мигрируют в грунтовые воды, которые затем разгружаются в зоне ТМ-1, вызывая засоление поверхностных почвогрунтов и гибель растительности.

Для выяснения распространения загрязнения в глубины были выполнены ВЭЗ, по которым установлены существенные изменения в геоэлектрических характеристиках разреза геологической среды. Анализ результатов ВЭЗ показал, что на участке ТМ-1 загрязнение охватывает всю зону аэрации, грунтовый и подморенный водоносные горизонты (до глубины 20 м). На участке ТМ-2 загрязнение фиксируется только в грунтовом водоносном горизонте.

Полигон твердых коммунальных отходов. По данным космической съемки определена зона деградации лесной растительности, вызванной техногенным подтоплением. Установлено, что в зоне подтопления величина NDVI снижается с 0,6–0,7 до 0,5, величина SWVI – с 0,37–0,41 до 0,23–0,33. По результатам электрического профилирования на разносах АВ = 30 м обнаружено снижение кажущегося электрического сопротивления по мере приближения к зоне подтопления, указывающее на уменьшение глубины залегания уровня грунтовых вод и рост обводненности зоны аэрации. Сопряженные изменения вегетационных индексов и кажущегося электрического сопротивления зоны аэрации свидетельствуют о процессе подтопления как ведущей причине деградации древесного яруса.

УДК 551.46

Ю. С. ДАВИДОВИЧ, В. М. ЯЦУХНО

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: seg98001@gmail.com; yatsukhno@bsu.by

ОЦЕНКА ФРАГМЕНТАЦИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЛАНДШАФТОВ БЕЛАРУСИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В ходе длительного хозяйственного освоения и использования территории Беларуси слагающие ее природные ландшафты претерпели значительные структурно-функциональные изменения, выразившиеся прежде всего в трансформации природных экосистем, уменьшении их биологического и ландшафтного разнообразия [1; 2]. К числу существенных негативных последствий этого относится чрезмерная фрагментация наземных экосистем, обусловленная расчленением и последующим дроблением (гетерогенизацией) крупных цельных лесных, водно-болотных, луговых, древесно-кустарниковых массивов на более мелкие и изолированные участки. Формирование последних является результатом крупноплощадного агрохозяйственного, в том числе мелиоративного, использования земельного фонда, создания развитой сети и объектов транспортной инфраструктуры, линий электропередач, системы коммуникаций, расширение городских поселений, рекреационных зон, промышленного и гражданского строительства и др.

Наблюдаемая при этом тотальная антропогенная фрагментация ландшафтного покрова уменьшает пространственные и функциональные связи между изолированными местообитаниями, ведет к потере исходного биоразнообразия экосистем и, как результат, к проявлению процессов их деградации, вызывающие заметные экономические издержки экологического ущерба.

Все это свидетельствует об актуальности и практической востребованности изучения и оценки последствий фрагментации ландшафтов в Беларуси. В первую очередь в данных о фрагментации ландшафтов на разных территориальных уровнях (республиканском, региональном, субрегиональном и локальном) нуждаются государственные органы управления при планировании размещения новых объектов хозяйственного назначения, учете и проведении оценки воздействия на окружающую среду, установлении регламентов, в особенности при обосновании ограничений землепользования, разработке схем и проектов различных видов территориального планирования, создания экологических

сетей, ведения мониторинга растительного и животного мира, земель, строительство и реконструкция дорожной сети, реабилитации объектов природной среды [3; 4].

Для получения корректной и объективной информации о пространственной картине проявления фрагментации ландшафтов перспективно использовать данные дистанционного зондирования Земли. Среди традиционных задач, решаемых с помощью дешифрирования аэрокосмических снимков, значится изучение динамики границ экосистем и степени нарушения их непрерывности (фрагментации), тематическое картографирование и инвентаризация ландшафтов.

Результаты дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли позволяют сделать процесс оценки фрагментации ландшафтов не только более объективным, но и более быстрым и независимым от имеющихся картографических источников. Для количественной характеристики и определения степени фрагментации ландшафтов предлагается применить метрические показатели (индексы), расчет которых выполняется с использованием инструментов в среде геоинформационных технологий [5–7].

Для выявления, дешифрирования и картографирования наземных экосистем, а также определения пространственной структуры и мозаики их территориального размещения с целью установления степени фрагментации ландшафтов предлагается использовать разработанный алгоритм содержания и последовательности основных этапов обработки используемых для этой цели данных дистанционного зондирования Земли. Указанный алгоритм включает следующие этапы работ: подготовка исходных данных; использование геоинформационных моделей для обработки данных дистанционного зондирования Земли; обобщение результатов автоматического дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли; создание карт фрагментации ландшафтов и их картометрический анализ.

В процессе подготовительного периода определяются требования к исходным материалам; производится заказ и приобретение данных дистанционного зондирования Земли; фотограмметрическая, радиометрическая и атмосферная коррекция данных дистанционного зондирования Земли; подготовка и анализ дополнительных материалов, в частности, материалов земельной информационной системы Республики Беларусь, топографические карты, цифровые почвенные карты, карты видов земель и др. Использование программного обеспечения (геоинформационных моделей) включает обработку данных дистанционного зондирования Земли. Использование результатов обработки данных дистанционного

зондирования Земли направлено на создание (редактирование) карт фрагментации ландшафтов; наполнение слоев базы данных тематической информацией; публикацию пространственных данных в виде веб-сервисов; определение метрик (количественных показателей пространственной структуры и конфигурации отдельно изолированных экосистем в ландшафтах); установление степени фрагментации ландшафтов и составление разномасштабных карт ее проявления.

Для автоматизированного дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли предлагается использовать мультиспектральные снимки спутниковых систем MODIS, Sentinel-2A/B, Landsat8/9, БКА на летний и весенний периоды на территории изучаемых регионов. В результате создается мозаика и изображений на каждый сезон съемки. При автоматизированном дешифрировании целесообразно использовать нормализованные индексы NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс) и NDWI (нормализованный разностный индекс обводненности). Все расчеты производятся в программном продукте ArcGIS Pro 2.8 на операционной системе Windows 10 с использованием алгоритмов построения пользовательских инструментов геообработки пространственных данных на основе геомodelей ModelBuilder. В результате создается векторный слой с отображением фрагментации ландшафтов, полученных по итогам автоматизированной классификации данных дистанционного зондирования Земли.

При получении удовлетворительных результатов, подтвержденных матрицей точности классификации, коэффициентом Каппа, выполняется окончательное редактирование объектов слоя фрагментации ландшафтов с учетом дополнительных тематических данных, оформляются выходные продукты – цифровые карты фрагментации ландшафтов различного масштаба. Учитывая многообразие пространственного сочетания экосистем в ландшафтах, возникает необходимость определения и подбор данных дистанционного зондирования Земли, отражающих наиболее типичный характер их фрагментации, которые следует принять в качестве модельных полигонов. Модельные полигоны следует использовать для предварительной апробации применяемых методик и расчетов метрик и установления на их основе индексов фрагментации ландшафтов с применением ГИС-технологий. Набор используемых метрик зависит от решаемых задач и проблем, а также характеризует композиционные и конфигурационные свойства экосистем ландшафтов.

Для вычисления метрик фрагментации ландшафтов предлагается использовать разработанный авторами специализированный программный модуль для ArcGIS.

По результатам определения метрик (показателей) фрагментации ландшафтов определяется площадь сокращения экосистем ландшафтов, а также учитываются показатели связности, непрерывности, формы контуров экосистем и их взаиморазмещение, что позволяет устанавливать степень фрагментации ландшафтов. Так, в первом приближении, исходя из размера площади сохранившихся природных экосистем в ландшафтах, их можно ранжировать на очень сильно трансформированные – менее 10 %, сильно – 10–30 %, средние – 31–50 %, слабо трансформированные – более 50 %. При этом указанные группы ландшафтов должны быть дополнены метрическими характеристиками фрагментации видов земель.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев, А. П. Фрагментация ландшафтного покрова как фактор деградации потенциала самовосстановления геосистем / А. П. Гусев // Вес. БДПУ. Сер. 3, Фізика. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2014. – № 1. – С. 58–61.

2. Скачкова, А. С. Планирование территориальных схем экологических сетей на основе результатов оценки фрагментации и разнообразия ландшафтов / А. С. Скачкова, В. М. Яцухно // Земля Беларуси. – 2016. – № 4. – С. 25–29.

3. Шушкова, Е. В. Проницаемость ландшафтов и сред обитания для животных: обзор существующих подходов / Е. В. Шушкова, А. А. Сидорович, И. И. Лукина // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. – 2023. – № 1. – С. 47–56.

4. Украинский, П. А. Фрагментация лесов верхней части бассейна реки Ворскла с конца XVIII века / П. А. Украинский, Э. А. Терехин, Я. В. Павлюк // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. – 2017. – № 1. – С. 82–91.

5. Rutledge, D. T. The use of landscape indices in studies of the effects of habitat loss and fragmentation / D. T. Rutledge, C. J. Miller // Naturschutz and Landschaftsplanung. – 2006. – № 38. – P. 300–307.

6. Frazier, A. E. Landscape Metrics: Past Progress and Future Directions / A. E. Frazier, P. Kedron // Current Landscape Ecology Reports. – 2017. – № 2. – P. 63–72.

7. Jaeger, J. A. G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation / J. A. G. Jaeger // Landscape Ecology. – 2000. – № 15. – P. 115–130.

УДК 551.582.2, 551.583.1

И. С. ДАНИЛОВИЧ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: irina-danilovich@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И РЕЧНОГО СТОКА В ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ И ИХ ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ

Введение. В последние десятилетия климат в европейском регионе характеризуется увеличением частоты экстремальных явлений, таких как катастрофические наводнения и засухи в атмосфере, почве и водных системах, которые затронули значительную часть населения Европы. Наводнения участились в северо-западной и центральной частях Европы из-за увеличения осенних и зимних осадков, но уменьшились в Северо-Восточной Европе из-за снижения высоты снежного покрова и быстрого таяния снега. Регулярные наводнения практически исчезли на юге Европы из-за уменьшения количества осадков и увеличения испарения. Одновременно с ростом риска наводнений для большей части Европы отмечается увеличение частоты метеорологических засух. Их рост наблюдается с 1950 г. в Южной Европе и большей части Центральной Европы, в то время как во многих частях Северной Европы частота засух снизилась.

Наибольшие изменения частоты экстремальных метеорологических и гидрологических явлений прослеживаются в исследованиях, посвященных региону Западной Европы. Современные изменения в Восточной Европе менее освещены вследствие преобладания незначимых трендов гидроклиматических характеристик в отдельные сезоны. Но в последние десятилетия здесь наблюдаются заметные изменения повторяемости экстремальных явлений.

Результаты. Одним из ведущих климатообразующих факторов для региона Европы выступает атмосферная циркуляция в Атлантико-Европейском секторе. Моды атмосферной циркуляции характеризуют изменения региональных процессов, одним из которых является северо-атлантическое колебание (далее – САК), которое определяет интенсивность западного переноса. Долгосрочная динамика САК (1899–2018) характеризуется положительными тенденциями с середины 1960-х гг., свидетельствующими о преобладании зональной циркуляции с мягкими и влажными зимами и повышенной повторяемостью штормов в Центральной и Северной Европе. Однако после середины 1990-х гг. наметилась тенденция преобладания отрицательной фазы САК, т. е.

меридиональной циркуляции, обуславливающей затоки холодных воздушных масс восточного или северного направления.

Для территории Беларуси прослеживается статистически значимая связь между САК и температурой воздуха в холодный период года. Преобладание положительной фазы САК в 1960–1990 гг. коррелирует с более высоким ростом (на 2,4 °С) зимних температур на территории Беларуси, по сравнению с летними. Но с 2000-х гг. прослеживается обратная тенденция более интенсивного повышения температуры воздуха летом [1]. В режиме увлажнения в зимний сезон отмечается увеличение положительных величин трендов сезонных сумм осадков на 3–5 мм за десятилетие, в теплый период года в мае, июне, августе и сентябре отмечается тенденция к уменьшению количества осадков.

Происходящие изменения климата территории страны связаны с распределением атмосферного давления и амплитудой длинных волн в атмосфере и, как следствие, смещением траекторий циклонов. В зимний и весенний сезоны установлено сокращение расстояния между центрами североатлантических циклонов и г. Минском. Вследствие этой тенденции теплый сектор циклонов перемещается ближе к территории Беларуси и оказывает отепляющее влияние, что обусловило более интенсивное повышение температур в зимний сезон на территории страны с конца 1970-х гг. Вследствие этого сменилась преобладающая фаза осадков. Значительно увеличилась продолжительность выпадения жидких осадков, и соответственно возросли их суммарные показатели.

Изменение траекторий циклонов, и в частности рост числа южных циклонов в зимний и более заметно в весенний сезоны, объясняет нарастающую тенденцию кратковременных возвратов зимнего характера погоды в марте с выпадением твердых осадков. Кроме того, в январе и марте удвоилась повторяемость дней с метелью, что соответствует тенденции сокращения переходного сезона между зимой и летом [2].

Изменения в теплый период в первую очередь касаются нарастания засушливости. По данным исследований режима осадков в Европе за последние 70 лет, для ее восточной части характерны преимущественно небольшие изменения годового количества осадков и незначительные тенденции засушливости климата по сравнению с центральными и южными регионами Европы. Однако анализ повторяемости метеорологических и гидрологических засух, основанный на стандартизированных индексах осадков и речного стока (SPI и SSFI) за более короткий период (1990–2020), показал статистически значимые тенденции их роста, отмечается увеличение частоты метеорологических и гидрологических засух на территории страны.

Ведущим фактором усиления засушливости является атмосферное блокирование, которое связано с установлением обширного антициклона над территорией Европы, что нарушает западный перенос в средних широтах. Выявлено статистически значимое увеличение числа дней с антициклональным характером погоды на территории Беларуси летом на 20–30 %. Возросшая повторяемость блокирующих процессов в атмосфере обусловила регулярный дефицит осадков, что привело к сокращению продолжительности выпадения осадков летом на 15–20 % на всех метеостанциях страны. Кроме того, количество сухих дней (с относительной влажностью меньше 30 %) увеличилось на 1–4 дня за десятилетие. Одновременно на большинстве метеостанций наблюдается увеличение суточных максимумов осадков на 20–30 %. Но, несмотря на регулярный дефицит осадков и увеличение их интенсивности, годовое количество осадков существенно не меняется за последние 30 лет.

Водные ресурсы в Европе в основном зависят от количества осадков. В период изменения климата водные ресурсы Беларуси колебались в пределах нормы. Их снижение отмечается лишь в последнее десятилетие (до 40 % в отдельные годы). Аналогичные тенденции отмечаются в Литве, Польше и Украине. Наибольшее увеличение засушливости (статистически значимое снижение индексов речного стока SSFI) наблюдается в западной и центральной частях Беларуси и связано с распределением осадков по территории страны в последние 30–40 лет. За период 1990–2020 гг. в два раза увеличилась повторяемость маловодных периодов во всех речных бассейнах. Однако наблюдается снижение повторяемости слабых и умеренных и одновременное увеличение сильных и экстремальных гидрологических засух [3]. Опираясь на расчеты климатических моделей, можно утверждать, что происходящие изменения будут усиливаться, повторяемость экстремальных явлений с большой степенью вероятности будет нарастать.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – М. : Энциклопедикс, 2020. – 264 с.
2. Данилович, И. С. Пространственно-временные тенденции перемещения циклонов различного генезиса, влияющих на гидрометеорологические условия территории Беларуси / И. С. Данилович, В. Ф. Логинов, И. В. Буяков // Природ. ресурсы. – 2022. – № 2. – С. 16–24.
3. Danilovich, I. S. Changes of Hydrological Extremes in the Center of Eastern Europe and Their Plausible Causes [Electronic resource] / I. S. Danilovich, V. F. Loginov, P. Y. Groisman // Water. – 2023 – № 15. – P. 1–23. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/w15162992>.

УДК 556.4+547.992

Е. Ю. ДОРОЖКО

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: elizaveta2002belstu@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

При экологической оценке водной экосистемы одними из важнейших показателей являются донные отложения (далее – ДО). Аккумулируя загрязнения, которые поступают в водоем на протяжении продолжительного периода, ДО являются своеобразным индикатором – показателем уровня загрязненности водного объекта. ДО образуются путем многолетней седиментации в воде веществ, что приводит к изменению показателей качества воды и сокращению полезной емкости водоема. Основными источниками загрязнения ДО являются тяжелые металлы (далее – ТМ) и соединения органического происхождения. Отсутствие однозначного решения в ликвидации ДО обусловливается разнообразностью химического состава фракций, а также многообразием устаревших методов и технологий, причиной которых является риск поступления опасных веществ в водоем в процессе очистки ложа.

В настоящее время применяется четыре способа по очистке водохранилищ от ДО – ручной, взрывной, механизированный и гидромеханизированный. Ручной способ используется для выделения полезных компонентов из ДО, взрывной в настоящее время практически не применяется, механизированный применяется в ограниченном количестве ввиду больших эксплуатационных затрат. Среди представленных методов очистки водных объектов от ДО наиболее оптимальным является гидромеханизированный. Гидромеханизированные способы очистки водоемов позволяют быстро и эффективно удалить ДО и загрязнения. На сегодняшний день гидромеханизированный способ практически полностью вытеснил механический, так как является менее затратным и более экологичным [1].

Основной проблемой обращения с ДО является содержание в них высокой влаги. Такие отложения требуют обезвоживания в целях ограничения поступления токсикантов в окружающую среду и сокращения объема. Сегодня широко используются методы обезвоживания ДО, такие как аппаратное обезвоживание (в основном с применением фильтр-прессов, центрифуг, вакуум-фильтров) и естественная сушка на наливных картах. Достойной альтернативой данным методам обезвоживания

является технология геотубирования. Геотубирование – это технологический процесс гравитационного обезвоживания разнообразных по происхождению суспензий в геотекстильных контейнерах. Контейнеры изготовлены из фильтровального геотекстильного материала Geolon (полипропилен) высокой прочности. Его применение не загрязняет окружающую среду попутными продуктами производства и не требует значительного отчуждения прибрежных земель под производство работ [2].

Особую опасность для водных экосистем в отличие от других загрязнителей, оказывающих наиболее значимые отрицательные влияния как на качество природных вод, так и на водные экосистемы в целом, представляют ТМ. Они относятся к классу консервативных загрязняющих веществ, которые не разлагаются в природных водах, только изменяют форму своего существования, сохраняются в ней длительное время даже после устранения источника загрязнения. ТМ, поступившие в водную среду, немедленно вовлекаются в цепь разнообразных перемещений и превращений под влиянием многочисленных факторов [3].

Металлы в растворимой фракции могут находиться в виде гидратированных ионов, неорганических и органических соединений и комплексов, в том числе с хелатообразователями, гуминовыми кислотами (далее – ГК), присутствующими в природных водах. Основная часть связанного вещества переходит в ДО, в результате чего донные грунты часто содержат необычайно высокие уровни загрязняющих веществ, в то время как их концентрация в воде может не быть повышенной.

Решением данной проблемы может стать использование щелочных растворов ГК торфа, обладающих способностью связывать металлы в нерастворимые МГК, из которых можно потом концентрировать отдельные металлы [4].

При введении поливалентных катионов, например кальция, в щелочные растворы ГК выпадают осадки смешанных гуматов, в состав которых входят ионы кальция и катионы металлов. При возрастании концентрации катионов кальция начинается постепенное образование растворимых ассоциатов молекул смешанных гуматов ТМ и кальция с частичным объединением их систем полисопряжения через кальциевые мостики. При дальнейшем укрупнении ассоциатов за счет введения новых порций катионов кальция образуются микроагрегаты гуматов с границей раздела фаз, и раствор гуматов из истинного переходит в коллоидный. При дальнейшем увеличении концентрации хлорида кальция происходит коагуляция смешанных гуматов кальция и ТМ с образованием объемного осадка [5].

Объектом исследования и источником ГК для моделирования процесса комплексообразования МГК послужил древесно-осоковый переходный торф с торфяного месторождения Усяж.

С целью выделения ГК проводили обработку торфа водным раствором гидроксида натрия при гидромодуле 1 : 10. Количество вводимой щелочи было таковым, что рН раствора составляла 12. Время обработки – 24 часа, после чего суспензию разделяли центрифугированием при следующих параметрах: время разделения – 20 минут, частота вращения ротора 4500 об/мин. Фугат объединяли в емкость, а твердый осадок обрабатывали раствором NaOH, как указано ранее. Количество обработок – шесть. Полученный фугат содержит не только ГК, но и другие компоненты. С целью определения выхода ГК осуществляли их осаждение обработкой 1 н соляной кислотой путем понижения рН фугата до двух. Отделение ГК осуществляли центрифугированием при условиях, указанных ранее. Известно, что предварительная обработка раствором HCl приводит к увеличению выхода ГК из торфа [6]. Определение содержания функциональных групп осуществляли баритовым и кальций-ацетатным методом [7].

Процесс моделирования комплексообразования ГК с ТМ проводили за счет взаимодействия ГК торфа с солями ТМ – сульфатом меди (II), хлоридом железа (III) и сульфатом железа (II). Для определения содержания исходного количества ТМ в комплексе образец озоляли предварительно при 400, а после при 750 °С, растворяли в 50 %-й азотной кислоте и количественно переносили в мерную колбу. Концентрацию ТМ определяли для меди титриметрически, а для железа – фотометрически. Результаты представлены в таблице.

Таблица – Исходное количество металлов в МГК

Катион металла	Реакция среды		
	кислая	нейтральная	щелочная
	Концентрация, мг/м ³		
Cu	8,96	9,6	10,24
Ca	8	7,2	10
Fe ²⁺	8,325	18,575	50
Fe ³⁺	21,875	–	125

С целью снижения влагоудерживающих свойств и снижения перехода ТМ в раствор изучали переход ТМ из МГК в присутствии хлорида кальция и без него. Результаты исследования показали, что использование хлорида кальция в концентрациях на уровне содержания карбоксильных групп

не приводит к вымыванию ТМ, а также повышает влагоотдающие свойства исходного сырья.

С целью изучения влагоудерживающей способности МГК проводили их термический анализ в диапазоне температур 30–900 °С. Установлено, что во всех МГК при температуре 100° идет удаление физически связанной влаги, что свидетельствует о содержании влаги в каждом из МГК.

Таким образом, проведенный анализ по современным методам и технологиям по очистке водоемов от ДО говорит о том, что наиболее оптимальным методом по очистке водоемов от ДО является гидромеханизированный. В качестве технологии по обезвоживанию ДО на современном уровне стоит применять геотубирование. В качестве же метода по снижению миграции МГК из ДО следует применять обработку хлоридом кальция для перевода их в нерастворимое состояние комплексом кальция. Дальнейшее использование ДО зависит от химического состава, актуальным решением является применение ДО в качестве удобрений в сельском хозяйстве или в качестве насыпных грунтов при строительстве и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сметанин, В. И. Очистка и обустройство водоемов : учеб. пособие / В. И. Сметанин. – М. : МГУ, 1996. – 154 с.
2. Gulati, R. D. Lake restoration studies: failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures / R. D. Gulati, L. M. D. Pires, E Van Donk // *Limnologica*. – 2008. – Vol. 38. – P. 233–247.
3. Белоконь, В. Н. Содержание тяжелых металлов, органических веществ и соединений биогенных элементов в донных отложениях Дуная / В. Н. Белоконь, Я. И. Басс // *Вод. ресурсы*. – 1993. – Т. 20, № 3. – С. 469–468.
4. Коврик, С. И. Получение нерастворимых и растворимых медь-цинк-гуминовых соединений / С. И. Коврик, Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов // *Гуминовые вещества в биосфере : материалы VI Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Сыктывкар, 6–9 окт. 2014 г.* – Сыктывкар, 2014. – С. 130–132.
5. Бамбалов, Н. Н. Получение и свойства коллоидного раствора гуминовых веществ торфа / Н. Н. Бамбалов, В. В. Смирнова, М. С. Милевич // *Природопользование*. – 2014. – № 25. – С. 172–178.
6. Топливо твердое. Методы определения выхода гуминовых кислот : ГОСТ 9517-1994 (ИСО 5073-85). – Введ. 01.07.97. – Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь, 1997. – 12 с.
7. Шарло, Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений : пер. с фр. / Г. Шарло ; доп. и общ. ред. Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1969. – 668 с.

УДК 504.05

Т. В. ДЫМОВА

Россия, Астрахань, АГУ имени В. Н. Татищева

E-mail: tdimova60@mail.ru

ГЕОГРАФИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРОВ ТРОСТНИКОВЫХ КРЕПЕЙ ПО ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Астраханская область расположена на юго-востоке Восточно-Европейской равнины в пределах Прикаспийской низменности, при впадении р. Волги в Каспийское море. Территория области включает Волго-Ахтубинскую пойму и дельту Волги. Элементами возвышенности поймы являются прирусловые гривы и высокие песчаные гряды.

Для рельефа поймы характерны соляно-купольные поднятия, высшей точкой которой является гора Большое Богдо, достигающая в высоту 150 м. Для дельты характерны бугры Бэра, высота которых достигает 10–45 м. Здесь много рек и отходящих от них рукавов, вдоль берегов которых произрастает древесно-кустарниковая и тростниковая растительность, тянущаяся лентами.

Территория Астраханской области практически равнинная, почти безлесная, частично лежит ниже уровня Каспийского моря, расположена в зоне пустынь и полупустынь.

Специфика растительности и характер рельефа Астраханской области способствуют усилению природных пожаров, одними из которых являются пожары тростниковых крепей.

Одним из доминантов тростниковых крепей является тростник южный (*Phragmites australis*) – один из крупных злаков, достигающий в высоту 5 м и более. Это многолетнее растение с длинным ползучим корневищем, которое цветет в июле-августе, плоды созревают в августе-сентябре.

На территории Астраханской области находятся огромные площади этого злакового растения из-за комфортных условий повышенной увлажненности почвы по берегам многочисленных водоемов и их рукавов, протоков и ериков, расположенных в дельте р. Волги. Такие условия способствуют быстрому разрастанию мощного корневища тростника и распространения на новых (ранее не занятых) площадях.

Характерной особенностью пожаров тростниковых крепей является высокая плотность огня, его крайне быстрое распространение, большое количество густого черного дыма, высокая интенсивность огня, когда

высота пламени достигает до 10–15 м высотой, а также возможность преодолевать водные преграды, которые часто непреодолимы для пожарных.

В местах массового произрастания тростника пожары возникают очень легко и распространяются с большой скоростью до 5–30 км/ч, которая зависит прежде всего от скорости ветра. Дополнительную опасность создают летящие по ветру горящие частицы в виде метелок с семенами, которые, преодолевая расстояния до 300 м, становятся причиной возникновения новых очагов пожаров. В связи с такой особенностью пожар иногда становится беглым и получает «пятнистую» форму, хотя в условиях безветренной погоды может развиваться как устойчивый.

Тотальность выгорания и интенсивность горения тростника южного зависят не только от погоды, но и от времени года и возраста этого растения. Полностью отмершие побеги горят интенсивнее, при пожаре редко сохраняются несгоревшие участки. Более молодые и не совсем высохшие растения горят менее интенсивно, при этих условиях пожар часто принимает форму беглого, с неполным выгоранием горючих материалов. Особенно опасны тростниковые пожары в старых, много лет не выгоравших крепях с накопившимся сухим тростником [1].

По форме можно условно выделить два вида пожаров тростниковых крепей:

1. Тростниковый низовой, характеризующийся горением опавших листьев и заломленных старых стеблей тростника, расположенных у земли, но при этом не происходит сгорания стоящих стеблей и метелок с семенами. Такие пожары менее интенсивны, но часто очень быстро продвигаются против ветра (скорость продвижения тыла может лишь немного уступать скорости продвижения фронта).

Особую опасность при тростниковом низовом пожаре представляет условие, когда при усилении ветра пламя легко может перейти в форму «тростникового верхового» и повторно пройти по уже пройденной низовым огнем площади. Такая особенность низового пожара является очень опасной для пожарных, приезжающих для тушения огня.

2. Тростниковый верховой, при котором тростник сгорает практически полностью с интенсивным выделением тепла. Формирующаяся конвекционная колонка поднимает недогоревшие частицы на многие сотни метров (иногда на километры), вызывая выпадение так называемого «черного снега» – пепла, содержащего крупные обугленные растительные остатки [1].

Особенность пожаров в тростниковых крепях заключается в способности огня преодолевать довольно широкие водные преграды. Тростник может какое-то время гореть, даже если его корни и основания

стеблей находятся под водой, а горящие частицы могут переноситься через довольно широкие реки и протоки.

Наиболее высокая вероятность формирования пятнистой многоочаговой формы пожара возникает при порывистом ветре, срывающем конвекционную колонку на небольших высотах.

Пожары в тростниковых крепях могут действовать как в дневное, так и в ночное время, хотя ночью их горение менее интенсивно, чем в дневные часы.

На территории Астраханской области насчитывается одиннадцать административных районов, на территории которых регулярно возникают пожары тростниковых крепей (таблица).

Таблица – Количество пожаров тростниковых крепей на территории Астраханской области

Район	2018	2019	2020	2021
Ахтубинский	3	4	3	3
Володарский	4	12	26	34
Енотаевский	5	3	1	7
Икрянинский	7	13	14	11
Камызякский	9	14	27	36
Красноярский	1	4	27	11
Лиманский	0	2	25	14
Наримановский	2	1	8	14
Приволжский	2	2	5	8
Харабалинский	2	1	4	14
Черноярский	4	0	2	3
ИТОГО	39	56	142	155

Таким образом, возникновение пожаров тростниковых крепей наиболее часто наблюдается в трех районах Астраханской области – Володарском, Икрянинском и Камызякском.

Так, на территории Икрянинского и Камызякского районов области располагается Дамчикский участок Астраханского государственного биосферного заповедника, тростниковые крепи которого постоянно возгораются на протяжении уже нескольких лет подряд. Так, пожар тростника начался здесь 23 августа этого года, а, по пожарным расчетам, сотрудникам заповедника и волонтерам удалось потушить его только 25 августа, да и то с огромным трудом [2].

Тростниковые крепи здесь являются местом обитания таких животных, как синицы, овсянки, камышевки, фазаны, утки, лысухи, кулики, лебеди, чьи гнезда с отложенными яйцами или молодыми

птенцами массово гибнут во время пожара. Кроме того, во множестве погибают черепахи, ужи, полозы, полевки, ондатры, зайцы, норки, лисы, енотовидные собаки, чье биологическое разнообразие резко сокращается.

В Астраханской области существуют сугубо региональные причины возникновения пожаров тростниковых крепей:

1. Местные жители, у которых есть скот, поджигают прошлогоднюю сухую растительность, включая и тростник, произрастающий рядом с жильем, чтобы освободить место для появления новой травы для стравливания животными. Такие пожары происходят постоянно начиная с марта-апреля, чтобы молодая трава успела вырасти и явилась кормовой базой для домашнего скота. Такое заблуждение лежит в основе менталитета сельских жителей, которые отрицают факт биологической особенности произрастания тростниковых крепей, когда на месте пожара снова вырастет тростник, поскольку огонь не может уничтожить мощные корневища этих растений.

2. Рыбаки постоянно поджигают тростниковые крепи из-за ошибочного, но укоренившегося среди людей этой профессии мнения, согласно которому можно очистить водные протоки от камыша, чтобы в них могла зайти рыба на нерест. Такие пожары тростниковых крепей происходят в нижней части дельты р. Волги в марте-апреле в труднодоступных местах, куда рыбаки добираются туда на своих моторных лодках.

3. Собственники туристических баз отдыха, расположенных в дельте р. Волги, до начала заезда сюда отдыхающих, включая и рыбаков, приезжающих из других регионов страны, из чувства страха, что тростниковые пожары могут спалить домики для проживания туристов и другие постройки, сознательно сжигают тростниковые крепи вокруг. Такие пожары тростника происходят также в марте-апреле.

В заключение необходимо отметить, что пожары тростниковых крепей на территории Астраханской области происходят регулярно. Кроме того, тушить такие пожары очень сложно, почти невозможно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дымова, Т. В. Влияние природных пожаров на растительный и животный мир Астраханской области : монография / Т. В. Дымова, А. Т. Юсупова. – Астрахань : Астрахан. ун-т, 2015. – 144 с.

2. Три дня в огне. Хроника пожара в астраханском заповеднике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kaspyinfo.ru/news/gorod/89928?ysclid=llwlen33r9361098555>.

УДК 502.175:[504.5:622.276]

Г. Т. ЗАГИТОВА

Россия, Санкт-Петербург, СПбГУ

E-mail: Zagitova98@bk.ru

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Озеро Байкал – одно из самых распространенных и посещаемых мест в России. Ежегодно на Байкал съезжаются тысячи туристов, из-за чего и возрастает антропогенная нагрузка на природные системы озера, которые, на данный момент, практически не поддаются контролю [1]. Байкал расположен в южной части Восточной Сибири.

Экосистемы байкальского заповедника – это совокупность редких, эндемичных и уникальных видов растительности и животных. Однако серьезное антропогенное влияние оказывает не только ежедневный, интенсивный туризм, а также промышленные предприятия, находящиеся недалеко от озера, автомагистраль.

Один из критериев оценки состояния природной территории – это эколого-химическая характеристика почв. Именно поэтому данная тема так актуальна на сегодняшний день, поскольку изучение подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове, их распределение и аккумуляция – одно из главных составляющих почвенного экологического мониторинга.

Целью работы является изучение эколого-геохимической характеристики почвенного покрова в Байкальском заповеднике.

Взятие проб почв и определение тяжелых металлов (далее – ТМ) проводили в августе 2020 г. и в марте 2021 г. соответственно.

Определение форм тяжелых металлов в почвенных образцах проводилось в Ресурсном образовательном центре Института химии на базе Санкт-Петербургского государственного университета эмиссионно-спектрометрическим методом на приборе ICPE-9000. Для работы было подготовлено и проанализировано 30 проб.

Эмиссионный спектральный анализ – физический метод определения химического состава вещества по атомным спектрам его излучения. Каждой спектральной линии соответствует вполне определенная энергия возбуждения, которая представляет собой потенциал возбуждения спектральной линии. Потенциал возбуждения характеризует чувствительность метода при обнаружении того или иного элемента по какой-либо линии его спектра. Энергия, необходимая для отрыва одного из внешних электронов нейтрального атома, называется первым ионизационным потенциалом

атома элемента. Величина ионизационного потенциала для отрыва каждого последующего электрона возрастает [2].

Эмиссионный количественный спектральный анализ – метод относительный. Неизвестную концентрацию какого-либо элемента определяют, сравнивая интенсивность излучения этого элемента в анализируемой пробе с интенсивностью излучения его в эталоне при их возбуждении в источнике. Зависимость интенсивности излучения элемента не только от его концентрации, но и от его химического и минералогического состава пробы создает основные трудности при определении и требует сходства состава анализируемых проб и эталонов. Одним из приемов ослабления влияния состава пробы на результаты анализа является применение буферных смесей [2].

Для извлечения подвижных форм ТМ используются разнообразные химические соединения, обладающие неодинаковой экстрагирующей силой. Наиболее часто применяется ацетатно-аммонийный буфер (рН 4,8). В настоящее время разработана система предельно допустимой концентрации (далее – ПДК) подвижных форм ТМ в почве, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером, поэтому для оценки экологического состояния окружающей среды рекомендуется использовать именно этот экстрагент [2].

Таким образом, концентрации ТМ в проанализированных почвенных образцах содержатся в следующих диапазонах: Cd от 0,1 до 0,325 мг/кг, Co от 0,595 до 4,195 мг/кг, Cr от 0,835 до 12,95 мг/кг, Cu от 16 до 36,2 мг/кг, Fe от 245 до 5014 мг/кг, Mn от 8,18 до 384,4 мг/кг, Ni от 1,02 до 4,99 мг/кг, Pb от 1,72 до 28,7 мг/кг, V от 0,2 до 2,75 мг/кг, Zn от 1,23 до 108,5 мг/кг.

Значительное превышение ПДК Cu (в 12 раз) (рисунок 1), Mn (в 3 раза) (рисунок 2), Pb (в 1,2 раза) (рисунок 3) говорит о близком расположении источников интенсивного антропогенного воздействия. В данном случае источником является целлюлозно-бумажный комбинат, автомобильные дороги, линии электропередач. Также повышенное содержание Cu (рисунок 1) свойственно основным и средним горным породам, а также почвам, богатым органикой.

Превышение ПДК Zn (рисунок 4) говорит о близости источников интенсивного антропогенного воздействия.

Превышение в отдельных пробах Cr свидетельствует об особенностях геологического строения данной территории.

На основе проведенных исследований можно порекомендовать осуществлять на территории Байкальского государственного биосферного заповедника мониторинг экологического состояния почв.

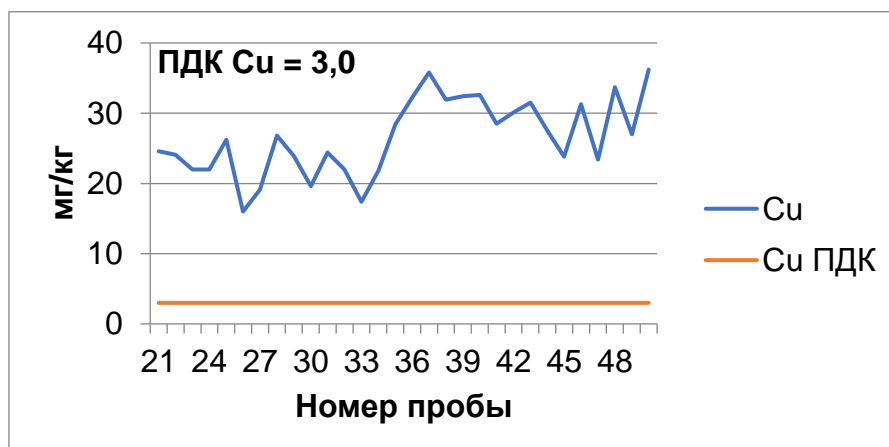


Рисунок 1 – Содержание Cu в пробах

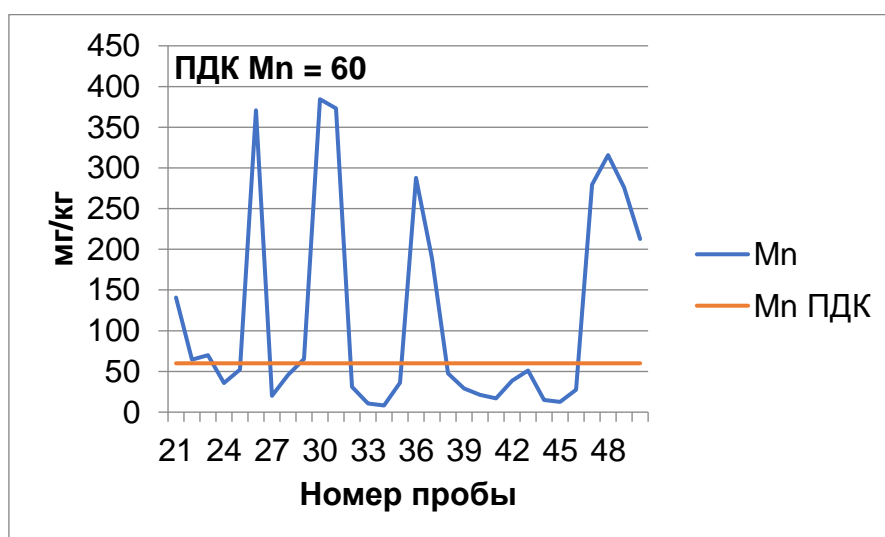


Рисунок 2 – Содержание Mn в пробах

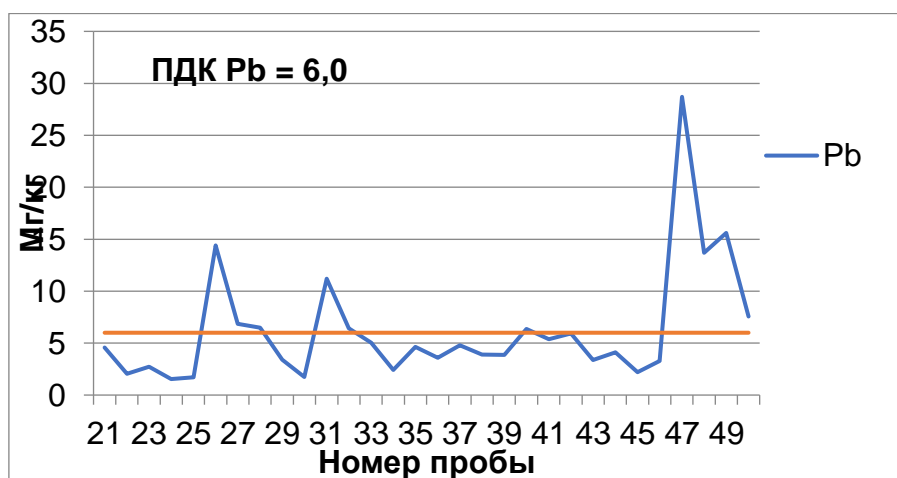


Рисунок 3 – Содержание Pb в пробах

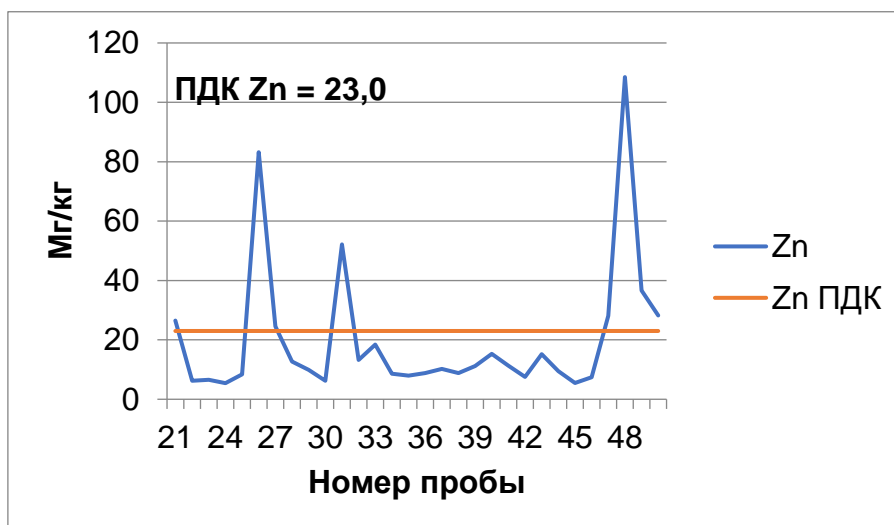


Рисунок 4 – Содержание Zn в пробах

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вашукевич, О. Ю. Оценка степени рекреационной дигрессии на территории экологической тропы Байкальского биосферного заповедника / О. Ю. Вашукевич // Антропогенная трансформация природ. среды. – 2012. – № 1. – С. 96–100.

2. Опекунова, М. Г. Методы физико-химического анализа почв и растения : метод. указания / М. Г. Опекунова, И. Ю. Арестова, Е. Ю. Елсукова. – СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002. – 70 с.

УДК 551.582(476.7)

Г. А. КАМЫШЕНКО

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

ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В связи с происходящими климатическими изменениями исследование тепло- и влагообеспеченности территории не теряет своей актуальности и значимости. Задачи учета и оценки агроклиматических ресурсов остро стоят в земледелии и растениеводстве, где получение высоких и устойчивых урожаев, сокращение производственных издержек и снижение зависимости производства от погодных условий возможно

только на основе повышения культуры земледелия, учета и максимального использования агроклиматических ресурсов территории.

В статистических исследованиях при анализе агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур широко используется гидротермический коэффициент (далее – ГТК) Г. Т. Селянинова, отражающий условия увлажнения территории в зависимости от температуры воздуха. ГТК рассчитывается как отношение суммы осадков за определенный период (не менее месяца) к сумме температур за это же время со средними суточными значениями, превышающими 10 °С, уменьшенной в 10 раз. Этот показатель дает комплексную характеристику степени увлажнения, поскольку учитывает соотношение между количеством выпавших осадков и возможным испарением с открытой водной поверхности, пропорциональным сумме температур. Коэффициент, равный единице, по Г. Т. Селянинову [1], указывает на равенство прихода расходу влаги; меньше единицы характеризует недостаточное увлажнение, коэффициенты от одного до двух указывают на достаточное увлажнение. В исследованиях подобного рода для интерпретации изменения показателя влагообеспеченности территории наиболее приемлема градация, представленная в [2], согласно которой различают следующие условия увлажнения территории: более 1,6 – влажные условия, 1,31–1,6 – оптимальные, 1,01–1,3 – слабозасушливые, 0,71–1,0 – засушливые, 0,4–0,7 – очень засушливые, ниже 0,4 – сухие.

Результаты исследования гидротермического коэффициента за отдельные месяцы 1960–2019 гг. на территории Беларуси подробно описаны в [3]. Нами рассмотрена динамика значений ГТК в мае – июле на территории Брестской области в 1891–2021 гг. (рисунок 1). Период с мая по июль считается наиболее критическим интервалом для развития большинства сельскохозяйственных культур, особенно зерновых, под которые в республике выделяется более 40 % посевных площадей. В исследовании использованы данные, опубликованные в справочном пособии [4], и статистические материалы Белгидромета.

Среднее значение ГТК мая – июля за период 1891–2021 гг. на территории Брестской области составляет 1,4, что соответствует оптимальным условиям увлажнения. Согласно линейному тренду, прослеживается незначительная положительная тенденция изменения значений ГТК. Указанная тенденция присуща не только всему интервалу с 1891 по 2021 г., но и его отдельным частям, в частности характерна для периода, предшествовавшего началу потепления климата (до 1989 г.), и рассматриваемого периода современного потепления (1989–2021). На графике отражена короткопериодная изменчивость температурно-

влажностного режима территории Брестской области, что обусловлено в основном неустойчивым выпадением осадков. В последние десятилетия при росте температуры воздуха суммарное количество осадков в мае и июле увеличилось, а в июне – уменьшилось. Число лет с засушливыми условиями территории в мае – июле в период потепления климата (1989–2021) составило 12,1 %, что ниже, чем в предшествовавшем ему рассмотренном временном интервале (18,4 %). После 2010 г. наблюдается нисходящий тренд значений ГТК.

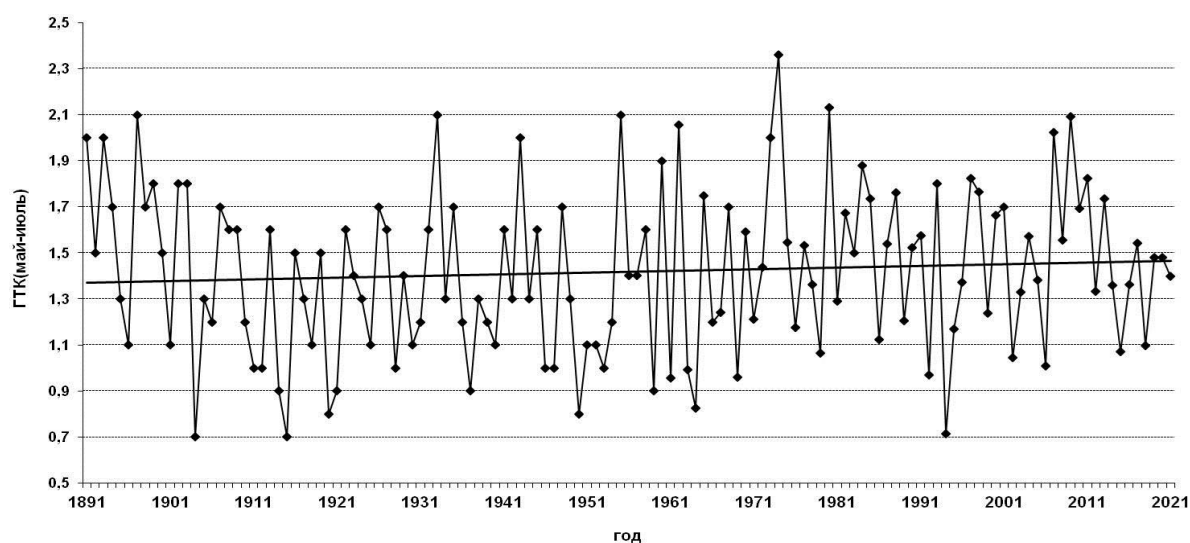


Рисунок 1 – Динамика значений ГТК за май – июль 1891–2021 гг. с линейным трендом на территории Брестской области

На рисунке 2 приведена динамика значений ГТК за май – июль в 1945–2021 гг. по данным отдельных метеостанций Брестской области.

Линейный тренд значений ГТК мая – июля в период с 1945 по 2021 г. в восточной части Брестской области (Барановичи, Ганцевичи, Пинск) имеет незначительную тенденцию к увеличению, на западе (Пружаны) – к снижению. В Бресте и Ивацевичах трендовая составляющая практически const. Однако в период после 1989 г. данная тенденция в отдельных регионах нарушается, особенно на территории Брестского района: здесь отмечается восходящий линейный тренд значений ГТК мая – июля.

Сравнение периода потепления (1989–2021) и предшествовавшего ему временного интервала с 1945 по 1988 г. позволило установить, что частота лет с засушливыми условиями вегетационного периода, когда значение ГТК находится в интервале $[0,71; 1,0]$, повысилась в Барановичском, Ивацевичском и Пинском районах. В целом по Брестской области в период потепления засушливые явления с $\text{ГТК} < 1,0$ в мае – июле отмечались в 1992, 1994, 2002 и 2006 гг.

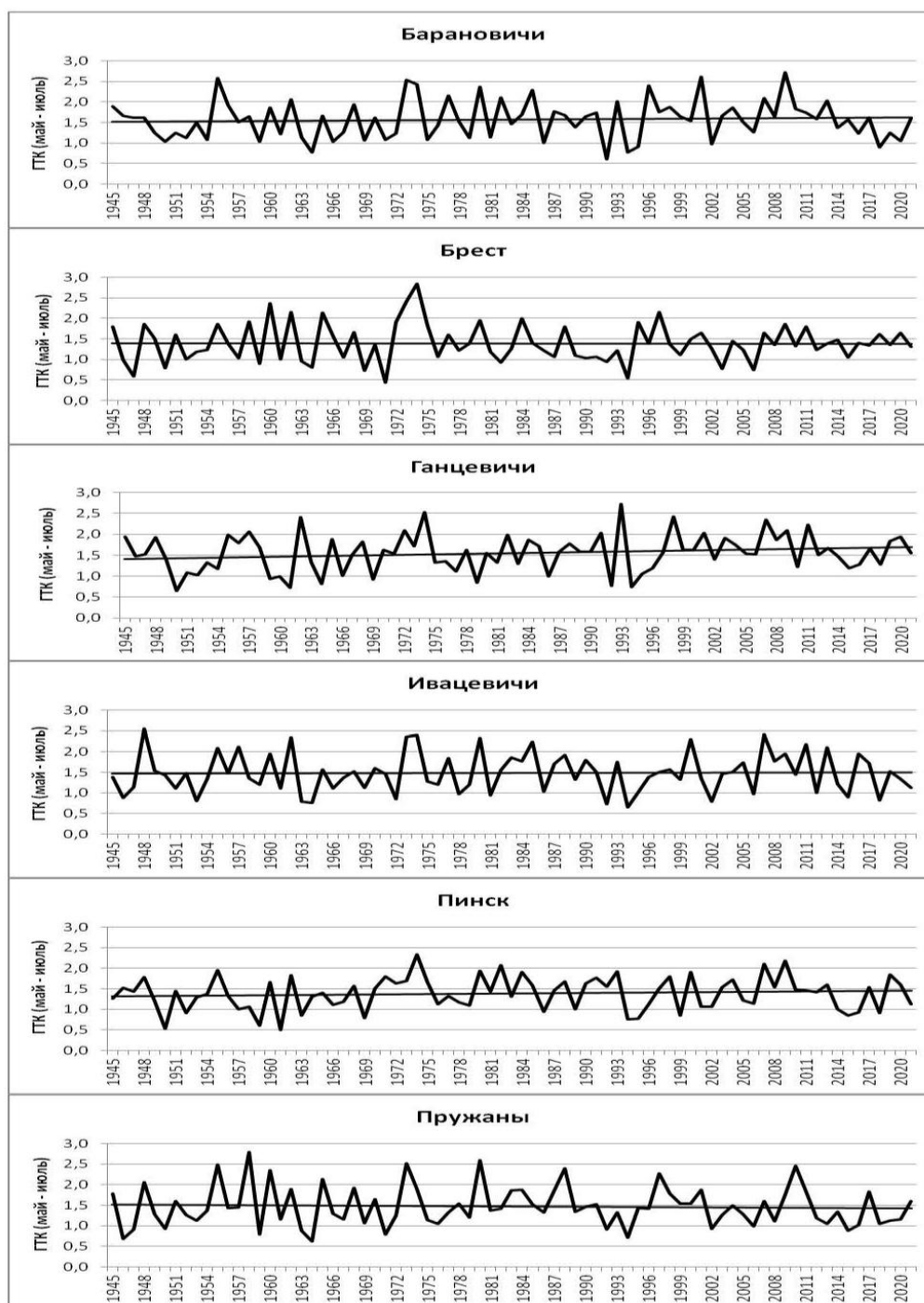


Рисунок 2 – Динамика значений ГТК за май – июль 1945–2021 гг. по данным отдельных метеостанций Брестской области

Анализ значений ГТК мая – июля на исследованном временном интервале (1945–2021) по данным рассмотренных метеостанций показал их сильную вариацию (от 0,5 до 2,5), что свидетельствует о неустойчивом атмосферном увлажнении территории Брестской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селянинов, Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата / Г. Т. Селянинов // Тр. по с.-х. метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 169–178.

2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / В. Мельник [и др.]. – Минск ; Женева, 2017. – Режим доступа: <https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>. – Дата доступа: 19.05.2023.

3. Бровка, Ю. А. Изменение гидротермического коэффициента на территории Беларуси и повторяемости экстремальных условий увлажнения в период потепления климата / Ю. А. Бровка, И. В. Буюков // Природопользование. – 2020. – № 2. – С. 5–18.

4. Многолетние ряды средних областных комплексных метеорологических параметров для основных сельскохозяйственных районов СССР (1891–1980 гг.) : справ. пособие / под ред. А. В. Мещерской, В. Г. Блажевич. – Л., 1985. – 324 с.

УДК 631.453

П. В. КАЧАНОВИЧ, Н. В. МИХАЛЬЧУК, А. М. ПОДЛУЖНАЯ

Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт

НАН Беларуси

E-mail: tyres810@gmail.com

**ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ НА РАДИАЛЬНОЕ
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА В ПОЧВАХ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ
АККУМУЛЯТОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Введение. Химическое загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами (далее – ТМ) в зонах влияния промышленных предприятий является актуальной экологической проблемой современности. Аэротехногенные выбросы свинца характерны для предприятий по производству свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. В г. Пинске к их числу относится СП «Полесские аккумуляторы» (сегодня – ООО «Зубр Энерджи»). С 2000 по 2014 г. предприятие размещалось на свободных производственных площадях речного порта по адресу г. Пинск-8, а/я 13 (юго-восточнее д. Домашицы).

В отношении ТМ почвенный покров выступает в качестве депонирующей среды, ограничивая тем самым их дальнейшее поступление в пищевые цепи и грунтовые воды. В ряду ключевых факторов, управляющих процессами радиального распределения и миграции ТМ по профилю почв, ведущее место принадлежит рН почвенной среды [1; 2]. При нейтральной и слабощелочной ее реакции образуются труднорастворимые соединения ТМ, что снижает их миграционную активность. При возрастании кислотности в почве наблюдается обратный процесс [3].

Цель работы – оценить влияние кислотности почвы на радиальное распределение свинца в почвах импактной зоны аккумуляторного производства.

Материалы и методы. Отбор проб почв осуществлялся в 2021 г. из двух почвенных разрезов Р1 и Р2 глубиной 70 см, заложенных в 50 м к восток-юго-востоку от выводного канала вентиляционной системы производственного цеха на выровненных площадках с ксерофитной луговой растительностью. Расстояние между разрезами 3 м. Шаг опробования по профилю до глубины 26 см – 2 см; отобраны также образцы в интервале 60–70 см. Почва в зоне закладки разрезов представляет собой технозем на основе намывных грунтов при формировании (углублении) акватории речного порта с признаками развития дерново-подзолистого процесса.

Определение валового содержания ТМ проводили согласно ГОСТ ISO 22036 на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой iCAP 7200 ICP-AES DUO.

Коэффициент радиальной дифференциации [4] вычислялся по формуле

$$R = C_i / C_{п.п.},$$

где C_i – содержание элемента в генетическом горизонте почв, $C_{п.п.}$ – содержание элемента в почвообразующей породе.

Результаты и обсуждение. Кислотность почв в рассматриваемых почвенных разрезах изменяется от слабокислой до умеренно щелочной и снижается с глубиной от 5,7 до 8,7 в Р1 и от 6,8 до 8,8 в Р2 (рисунок 1). Однако градиент снижения рН в разрезе Р1 более равномерный; в разрезе Р2 на глубине 16–18 см наблюдается второй пик щелочности (рН = 8,4), после которого в слое 18–26 см кислотность варьирует от 8,1 до 8,3 единиц. Средняя кислотность почв от поверхности до глубины 26 см в рассматриваемых разрезах достоверно различна при $p < 0,001$ для парных выборок и составляет 7,1 для Р1 и 8,0 для Р2. Данное различие на близко расположенных разрезах обусловлено существенной разницей в содер-

жании Ca и Mg. В разрезе P1 максимальное содержание Ca наблюдается в поверхностном слое (777 мг/кг) и на глубине 16–18 см (668 мг/кг), Mg – в поверхностном слое (91,50 мг/кг) и глубине 10–12 см (77,80 мг/кг). В разрезе P2 максимальное содержание Ca наблюдается на глубине 8–10 см (787 мг/кг), а Mg – в поверхностном слое (44,90 мг/кг). Различия в содержании Ca и Mg достоверны при $p = 0,003$ и $p < 0,001$ для парных выборок соответственно.

Содержание органического вещества снижается от поверхности к глубине с 3,33 до 0,09 % для P1 и с 1,78 до 0,06 % для P2.

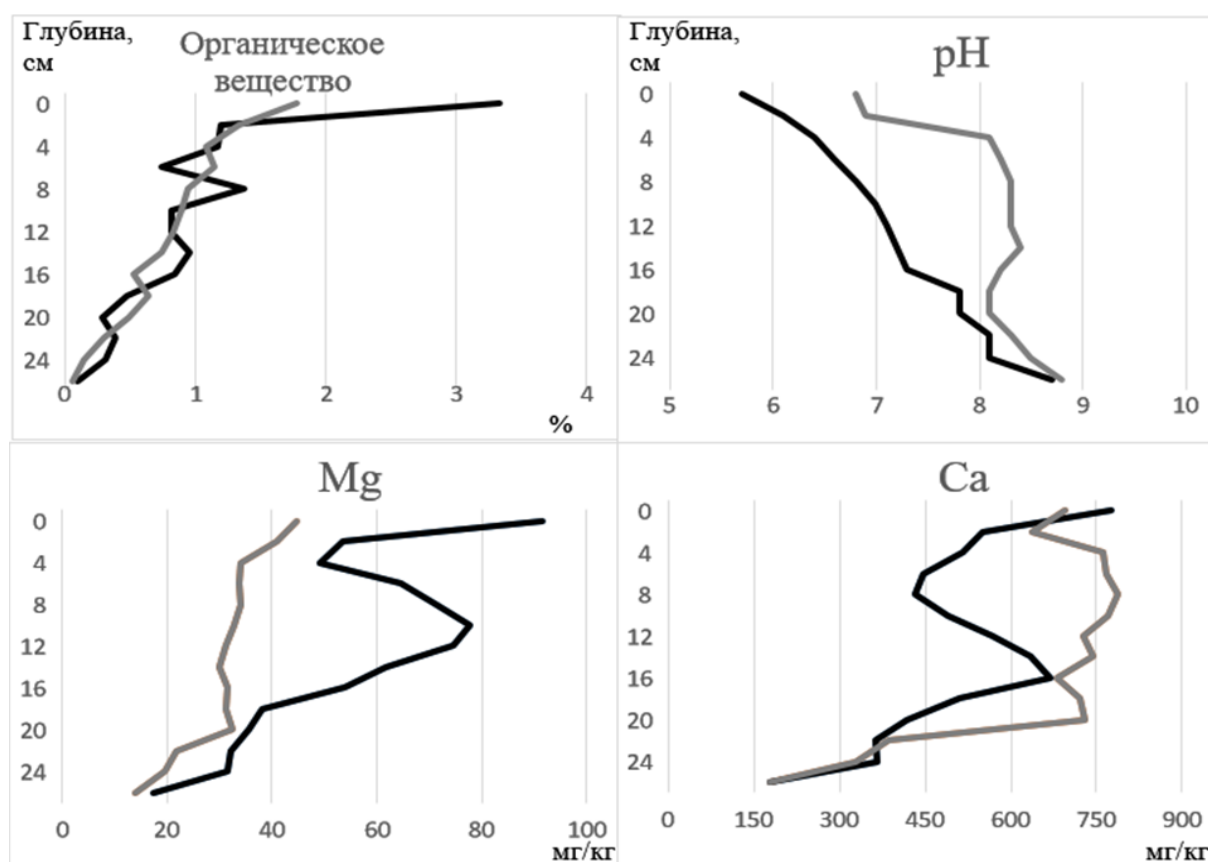


Рисунок 1 – Радиальное распределение основных агрохимических показателей в почвенных разрезах: — – P1, — – P2

Высокие значения коэффициента радиальной дифференциации, характерные для некоторых элементов, свидетельствуют об их техногенном происхождении. Так, геохимические ряды, составленные на основании средних значений коэффициента радиальной дифференциации элементов, отражают выраженную техногенность Pb и умеренную техногенность Zn и Cu.

$$\begin{array}{l}
 \text{P1:} \quad \frac{\text{Pb}}{50,98} > \frac{\text{Zn, Cu}}{9,25 - 5,10} > \frac{\text{Mn, Fe, Co, Cr, Ni}}{3,55 - 2,24} \\
 \text{P2:} \quad \frac{\text{Pb}}{52,93} > \frac{\text{Cu, Zn}}{8,15 - 7,28} > \frac{\text{Fe, Mn, Ni, Cr, Co}}{3,52 - 2,62}
 \end{array}$$

Содержание Pb изменяется в разрезе P1 от 0,79 до 95,79 мг/кг, а в P2 – от 0,86 до 178,25 мг/кг (рисунок 2). В разрезе P1 максимальное содержание Pb наблюдается на глубине 2–4 см (95,79 мг/кг); в слое 12–14 см отмечено второе повышение концентрации (62,44 мг/кг). В разрезе P2 максимальное содержание Pb отмечается на глубине 6–8 см (178,25 мг/кг) и в поверхностном слое (113,62 мг/кг).

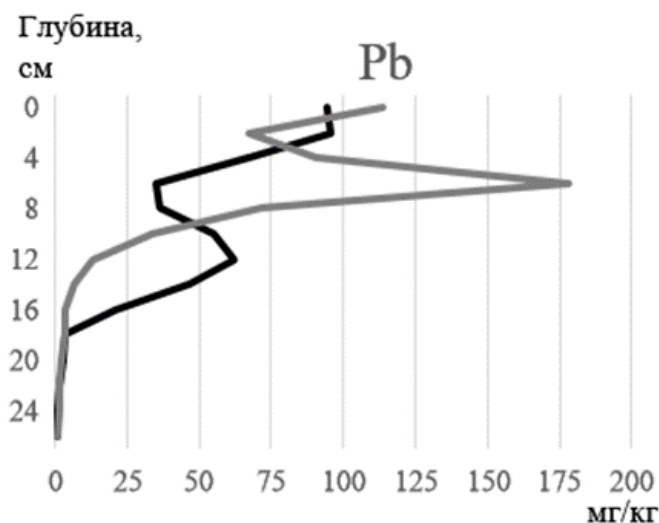


Рисунок 2 – Радиальное распределение свинца в почвенных разрезах:
 — — P1, — — P2

Соотношение концентраций Pb в слоях 0–2 см к 2–4 см в разрезе P1 составляет 0,99, а в разрезе P2 – 1,69. Усредненное содержание Pb в разрезе P1 на глубине 0–10 см составляет 65,88 мг/кг, в слое 10–20 см – 37,70 мг/кг, а в P2 – 104,33 и 12,24 мг/кг соответственно, что свидетельствует о повышенной способности почвы разреза P2 депонировать Pb как в 0–2 см слое, так и в 0–10 см слое. Усредненное содержание Pb в слое 20–26 см составляет 1,89 мг/кг для P1 и 1,81 мг/кг для P2, что отражает достаточно высокие протекторные возможности вышерасположенных слоев обеих почв, обусловленные в первую очередь наличием щелочных геохимических барьеров, ограничивающих нисходящее перемещение элемента.

Выводы. Результаты исследования техноземов в импактной зоне СП «Полесские аккумуляторы» свидетельствуют о том, что способность почвы депонировать свинец на глубине 0–10 см при среднем значении рН = 7,7 выше, чем при среднем значении рН = 6,3. На глубине более 20 см активная миграция техногенного свинца не обнаружена – уровни содержания элемента сопоставимы с региональными фоновыми значениями.

Поскольку содержание органического вещества в верхних почвенных горизонтах низкое, ведущую роль в ограничении радиальной миграции свинца в рассматриваемой геохимической ситуации играет наличие в профиле почв щелочного геохимического барьера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клебанович, Н. В. Известкование почв Беларуси / Н. В. Клебанович, Г. В. Василюк. – Минск : БГУ, 2003. – 322 с.
2. Landgard, S. Metals in the Environment / S. Landgard ; ed. H. A. Waldron. – London : Academic Press, 1980. – 333 p.
3. Лыгин, С. А. Ионы тяжелых металлов в почве г. Бирска и Бирского района [Электронный ресурс] / С. А. Лыгин, Е. С. Пурина // Химия и биология : электрон. науч. журн. – 2014. – № 10. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/1697>.
4. Кошелева, Н. Е. Распределение тяжелых металлов и металлоидов в почвенных катенах г. Серпухова / Н. Е. Кошелева, Н. Ю. Кузьминская, Е. В. Терская // Почвоведение. – 2021. – № 8. – С. 999–1016.

УДК 551.4+91:004

Д. А. КИСЛИЦЫН

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: dimas_13082000@mail.ru

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ОРШАНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В настоящее время комплексный анализ морфометрических свойств рельефа имеет важное значение при изучении почвенного покрова сельскохозяйственных земель, а также для выявления эродированных почв [1]. Использование геоинформационных технологий позволяет в значительной мере автоматизировать расчет статистических данных по основным морфометрическим показателям рельефа.

Оршанская возвышенность приподнята над прилегающими равнинами и низменностями на 100 м, а абсолютные высоты достигают в основном 200–250 м, наивысшая точка – 294 м. Рельеф основной части Оршанской возвышенности холмисто-увалистый и грядово-волнистый, преобразованный денудацией, с неравномерным покровом лессовидных пород мощностью от 0,5 до 7 м.

Цифровая модель рельефа для территории Оршанской возвышенности была создана нами на основе горизонталей, отметок высот, отметок урезов воды, водотоков и водоемов с использованием метода интерполяции Топо в растр. в ArcGIS 10.7. Уклон рассчитан на основе одноименного инструмента из группы Spatial Analyst, а вертикальное расчленение рельефа – согласно методике, изложенной в [2].

Уклон рельефа в пределах исследуемой территории изменяется в достаточно широком диапазоне: минимальные значения (до $0,20^\circ$) приурочены к северо-западной части Сенненского района, в долине р. Малиновки (приток Друти), а также заболоченные участки на юго-западе Толочинского района; максимальные значения ($10,0^\circ$ – $27,1^\circ$) – небольшие участки в речной долине Днепра (к северо-востоку от Орши), на левом берегу р. Адров к западу от Орши. Минимальные значения вертикального расчленения рельефа (от 0 до 4 м/км^2) характерны в основном для тех же территорий, где наблюдаются минимальные значения уклонов, а также северной части Сенненского района (в долинах рек Оболянка и Черничанка). Наибольшие значения данного морфометрического показателя ($50,1$ – $63,1 \text{ м/км}^2$) характерны для тех же территорий, где наблюдается максимальная крутизна склонов для Оршанской возвышенности.

Использование инструмента «Зональная гистограмма» позволяет проанализировать распределение уклона и вертикального расчленения рельефа для некоторых типов и видов почв сельскохозяйственных земель Толочинского района Витебской области (на основе перекодированного векторного слоя Soils из земельно-информационной системы). Можно заметить, что торфяно-болотные и дегроторфяные почвы расположены преимущественно на плоских понижениях рельефа с минимальными значениями уклона (до $0,2^\circ$) – 37,22 % и 32,64 % соответственно (таблица).

Аллювиальные дерновые почвы и аллювиальные болотные также характеризуются небольшим уклоном рельефа (преобладают значения до $0,5^\circ$). Степень подверженности почв процессам водной эрозии можно косвенно оценить с помощью информации о рельефе: для слабосмытых почв значение уклона более 3° характерно для 6,29 % от их общей площади; для среднесмытых – 12,17 %; для сильносмытых – 19,69 %. Около 31,4 %

от площади почв овражно-балочных сетей имеют уклон более 2°, а для дефлированных почв преобладают уклоны от 0,5° до 2° (таблица).

Таблица – Распределение основных морфометрических показателей рельефа для некоторых типов и видов почв Толочинского района (в процентах от площади для каждого из выбранных типов или видов почв)

Уклон, °	Типы и виды почв								
	Аллювиальные	Слабосмытые	Торфяно-болотные	Среднесмытые	Дегроторфяные	Аллювиальные болотные	Овражно-балочные	Дефлированные	Сильносмытые
0,00 – 0,20	33,62	27,17	37,22	20,27	32,64	40,65	9,61	18,93	12,17
0,21 – 0,50	20,09	18,95	32,99	16,50	43,09	22,07	14,28	18,82	10,22
0,51 – 1,00	20,14	20,72	22,22	18,94	18,55	18,61	20,14	24,56	13,47
1,01 – 2,00	17,21	19,63	7,11	21,75	5,41	11,27	24,56	22,87	23,11
2,01 – 3,00	5,30	7,23	0,45	10,37	0,25	4,74	14,77	9,78	21,34
3,01 – 5,00	3,16	4,50	0,02	8,74	0,06	2,11	11,35	4,72	16,82
5,01 – 7,00	0,47	1,41	0,00	2,65	0,00	0,56	3,94	0,31	2,26
7,01 – 10,00	0,02	0,33	0,00	0,71	0,00	0,00	1,18	0,01	0,60
10,01 – 27,16	0,00	0,05	0,00	0,07	0,00	0,00	0,18	0,00	0,01
Вертикальное расчленение рельефа, м/км ²	Аллювиальные	Слабосмытые	Торфяно-болотные	Среднесмытые	Дегроторфяные	Аллювиальные болотные	Овражно-балочные	Дефлированные	Сильносмытые
0,0 – 2,0	10,30	7,66	12,54	5,52	8,88	12,30	2,96	3,69	7,18
2,1 – 5,0	8,66	10,04	15,02	7,99	26,76	8,16	5,45	1,78	2,81
5,1 – 10,0	14,02	16,06	27,25	10,91	38,30	15,85	7,88	16,81	0,41
10,1 – 15,0	19,27	20,36	22,11	17,14	15,08	18,89	8,29	30,52	3,31
15,1 – 20,0	14,46	17,77	12,16	17,78	7,17	18,73	11,00	19,43	24,91
20,1 – 30,0	28,08	22,69	10,51	33,41	3,64	19,36	45,51	27,77	59,51
30,1 – 40,0	4,17	4,38	0,40	5,94	0,16	5,83	15,51	0,00	1,87
40,1 – 50,0	1,03	0,97	0,00	1,28	0,00	0,88	3,07	0,00	0,00
50,1 – 63,1	0,00	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00

Вертикальное расчленение рельефа имеет несколько иные закономерности распределения для типов и видов почв по сравнению со значениями уклона. Невысокие значения (до 10 м/км²) характерны для 73,9 % от площади дегроторфяных почв и 54,8 % от площади торфяно-болотных почв (таблица). Для аллювиальных дерновых и аллювиальных

болотных почв характерны более высокие значения вертикального расчленения рельефа (в основном от 10,1 до 30,0 м/км²). Следует отметить, что в Толочинском районе участки гидроморфных почв нередко расположены на понижениях рельефа, которые достаточно близко расположены к внутренним склонам Оршанской возвышенности, что несколько увеличивает значения данного морфометрического показателя из-за более резкого перепада высот. Для сильноосмытых и овражно-балочных почв заметно преобладание значений вертикального расчленения в диапазоне 20,1–30,0 м/км² (59,5 % и 45,5 % соответственно).

Таким образом, основные морфометрические показатели рельефа (уклон, вертикальное расчленение) рассчитаны в ArcGIS 10.7, а их распределение для различных типов и видов почв сельскохозяйственных земель Толочинского района проанализировано с помощью инструмента «Зональная гистограмма». Выполненные исследования показывают, что различные типы и виды почв характеризуются определенными особенностями по распределениям значений основных морфометрических показателей рельефа, что может применяться при уточнении результатов автоматизированного дешифрирования космоснимков, а также в качестве одного из ключевых факторов при определении почв сельскохозяйственных земель, подверженных водной эрозии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морфометрия склонов сельскохозяйственных земель Беларуси / Н. Н. Цыбулько [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Цыбулько ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : ИВЦ Минфина, 2020. – 92 с.
2. Курлович, Д. М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси / Д. М. Курлович // Земля Беларуси. – 2013. – № 4. – С. 42–48.

УДК 911.1

И. С. КНЯЗЕВ, А. А. САЗОНОВ

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: ivanknyazev0509@gmail.com; alexey.szonov@gmail.com

ВЫДЕЛЕНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ ПОЛОС ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Прогнозное почвенное картографирование стало набирать популярность после статьи Алекса МакБратни, где была изложена модель SCORPAN и заложена основа цифрового почвенного картографирования.

Цифровое моделирование и картографирование почвенного покрова является эффективным инструментом для планирования и оптимизации использования земель, а также решения экологических вопросов. Данное исследование направлено на прогнозирование пространственной дифференциации почвенного покрова по степени увлажнения на территории геостанции «Западная Березина» с использованием методов машинного обучения и последующее выделение прибрежной полосы р. Западная Березина по данным воздушного лазерного сканирования, космических мультиспектральных снимков и почвенных разрезов. В данном исследовании классификация почвенного покрова производилась по методу «случайные деревья с обучением» в программе ArcGIS Pro. В исходную модель в качестве эталонов загружались данные по 118 почвенным разрезам, отобраным в полевом этапе исследования. Для основы прогнозирования использовались 25 показателей, среди которых морфометрические показатели рельефа и вегетационные индексы. Морфометрические показатели рассчитывались по цифровой модели рельефа (далее – ЦМР) в программах SAGS и ArcGIS Pro. ЦМР была получена в результате воздушного лазерного сканирования (LIDAR), лазерным сканером DJI Zenmuse L1 с беспилотного летательного аппарата DJI Matrice 300 RTK при полевых работах. Так как разрешение растра, полученного в результате воздушного лазерного сканирования, слишком крупное (0,3 м на пиксель) для данных задач, то растр генерализирован до разрешения космического снимка, до 3 м. Также в целях однородности данных растр был проведен через Simpl Filtr и Gaussian Filter. Вегетационные индексы рассчитывались по данным космического снимка разрешением в 3 м и восьмью спектральными каналами. Космический снимок находился в открытом доступе и был сделан с аппарата Planet Scope.

Для прогнозирования использовались следующие показатели: уклон; общая кривизна поверхности; профильная кривизна поверхности; тангенциальная кривизна поверхности; кривизна казаратти; гауссова кривизна поверхности; кривизна контура; геодезическое кручение изолиний; направление потока; топографический позиционный индекс в радиусе 3, 5, 10, 15, 25, 50, 100, 150, 500 пикселей; топографический индекс влажности; индекс баланса геомассы; индекс сходимости (конвергенции); вегетационные индексы MTVI2, RTVICore, SAVI.

Так как основой для определения почвенного покрова являлись 118 почвенных разрезов, они были разделены на четыре группы по гидроморфизму (в скобках указано количество почвенных разрезов, отнесенных к группе): автоморфные (70), временного избыточного увлажнения и глееватые (33), глеевые (34), торфяные и торфянистые (9).

В результате классификации и проверки точности путем сравнения с эталонной почвенной картой было установлено, что точность прогнозирования по гидроморфизму почв составляет 68,83 %.

Лучше всего прогнозируются автоморфные почвы, а хуже всего торфяные и торфянисто-глеевые. Точность определялась путем создания сети точек с интервалом в 10 м и сопоставлением значения с эталонной карты с результирующим растром (таблица).

Таблица – Результаты определения точности классификации

Название класса	Количество эталонных точек	Количество правильно классифицированных	Точность, %
Аutomорфные	36	35	97,22
ВИУ и глееватые	23	5	21,72
Глеевые	15	13	86,67
Торфяные и торфянистые	3	0	0
Все классы	77	53	68,83

При проведении анализа установлено, что больше всего на классификацию влияют такие факторы, как уклон, топографический индекс позиции, вегетационный индекс SAVI. После проведения операции по прогнозированию почвенного покрова и установлению точности классификации следующим этапом стало выделение прибрежной полосы. Прибрежная полоса в соответствии с законодательством устанавливается с учетом существующих природных условий, в том числе рельефа местности, вида земель, в зависимости от классификации поверхностных водных объектов и протяженности рек. При установлении прибрежной полосы мы руководствовались почвенным покровом и выделяли ее по границе гидроморфных почв. В результате установленные в исследовании границы прибрежных полос почти полностью совпадают с границами, установленными в ЗИС (рисунок).

Таким образом, в исследовании было показано, что нейронные сети способны достигать очень высокой точности в создании почвенных карт. Однако метод «случайных деревьев с обучением» сегодня недостаточно точен, чтобы полностью заменить работу человека, тем не менее он может быть использован для предварительной обработки (например, для выделения прибрежных полос). Для повышения точности необходимо экспериментировать с показателями, которые вносятся для прогнозирования.

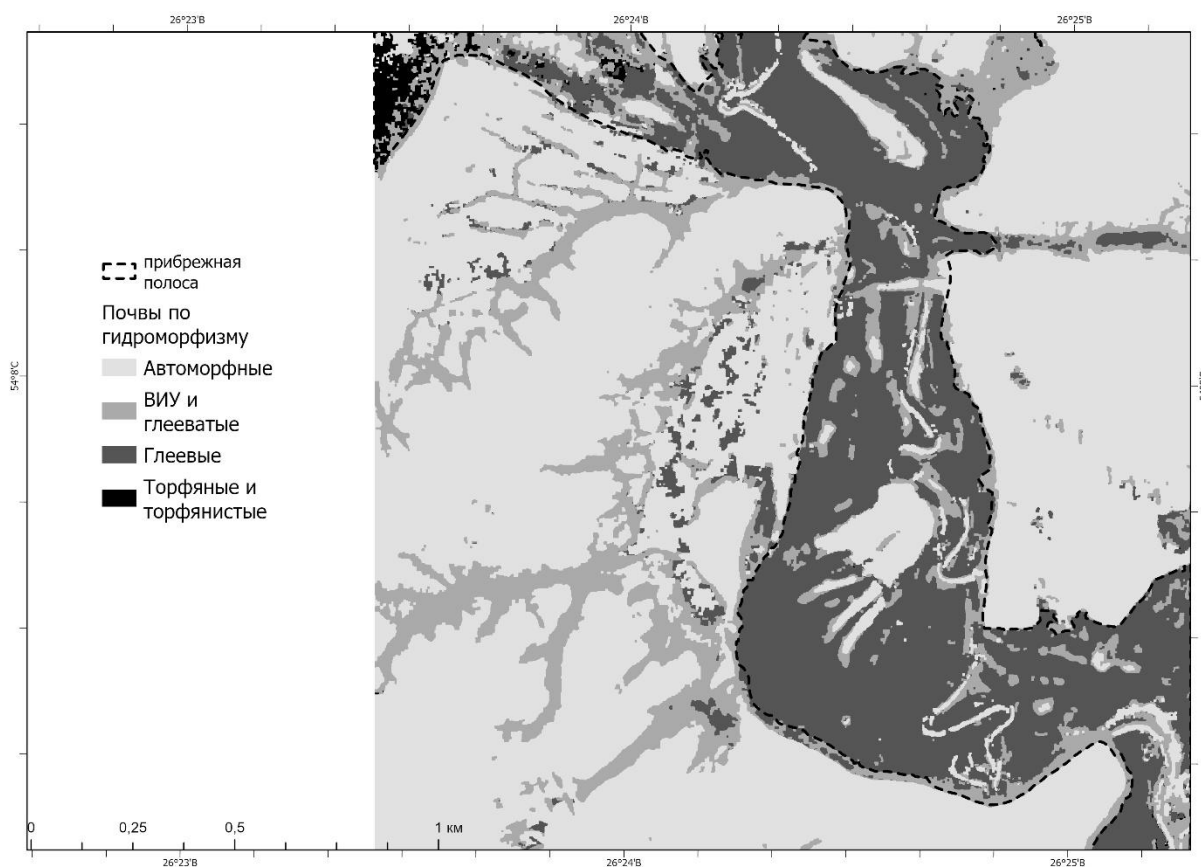


Рисунок – Прибрежная полоса, выделенная по границам гидроморфных почв на растре, полученном при классификации

УДК 504.5:502.521(476)

М. И. КОЗЫРЕНКО, Т. И. КУХАРЧИК

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

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ПРОПИТКЕ ДРЕВЕСИНЫ, МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ТЕРРИТОРИЙ

Масляные антисептики применяются для пропитки древесины с целью защиты деревянных изделий, в том числе шпал, от разрушительного воздействия атмосферных, химических и биологических факторов; они представляют собой продукты переработки каменноугольной (креозот, антраценовое масло) и сланцевой (сланцевое масло) смолы.

Несовершенство технологий пропитки и сушки древесины, аварийные ситуации ведут к поступлению пропиточных составов в окружающую

среду, проникновению их вглубь почвенных горизонтов и аккумуляции в почвенной толще. Примеры загрязненных территорий за рубежом [1] показывают, что глубина проникновения полициклических ароматических углеводородов (далее – ПАУ) и других загрязняющих веществ в почвогрунты и подземные воды на территориях предприятий по пропитке древесины может достигать 10 м и более.

По данным [2], основные количества креозота поступали в почву при сушке пропитанной древесины, а также за счет сброса загрязненных сточных вод в пруды-накопители. Значительные объемы креозота попадали в окружающую среду и вследствие аварийных ситуаций.

Как показал опыт зарубежных стран [2–5], загрязнение почв, грунтовых и поверхностных вод зафиксировано практически на всех предприятиях США и Канады, где осуществлялась пропитка шпал или других видов изделий. По оценкам Европейского центра данных по почвам, примерно 4 % загрязненных территорий – следствие функционирования деревообрабатывающей и бумажной промышленности. В Финляндии 6 % загрязненных территорий (от 20 тыс. потенциально загрязненных) обусловлены загрязнением креозотом в результате пропитки древесины [6].

Имеющаяся к настоящему времени информация свидетельствует о том, что значительное количество предприятий в США закрыто из-за выявленного загрязнения, на многих из них проведены мероприятия по очистке.

Вопросы очистки почв и подземных вод от масляных антисептиков актуальны и для Беларуси. В стране на протяжении более 100 лет действует предприятие по пропитке шпал, на котором в различные годы применялись каменноугольные и сланцевые масла. Согласно данным локального мониторинга [7–8], содержание нефтепродуктов в подземных водах на промышленной территории во многих скважинах превышает 50 мг/дм³. Во всех скважинах, включая фоновую, обнаруживаются фенолы и ПАУ, практически во всех случаях концентрации превышают предельно допустимую концентрацию для питьевых и поверхностных вод. Максимальная концентрация наиболее опасного ПАУ – бензо(а)пирена достигает более 7500 мкг/дм³. Содержание высоких уровней загрязняющих веществ в подземных водах указывает, в свою очередь, на загрязнение почвогрунтов на значительную глубину.

Используемое в Беларуси сланцевое масло схоже по свойствам и поведению в окружающей среде с креозотом, используемым для пропитки древесины в большинстве зарубежных стран. Таким образом, технологии локализации креозотного загрязнения могут быть использованы и для территорий, загрязненных сланцевым маслом.

Наиболее общая схема проведения работ по восстановлению территории включает в себя экскавацию загрязненной почвы и доставку ее на переработку или перекрытие загрязненной территории; откачку загрязненных грунтовых вод, отделение креозота от воды и транспортировку отделенного креозота на переработку. Креозот, как правило, сжигается в подходящей установке для сжигания отходов, кроме того, он может быть использован для получения энергии, необходимой для работы мощных котлов или цементных печей. Согласно [2], даже после проведения работ требуется контроль, ограничение использования и, возможно, повторные меры по снижению воздействия остаточного загрязнения.

В Перечне национального приоритета (NPL) США около 40 участков загрязнены креозотом и каменноугольными смолами [1]. По данным [2], для этих территорий были выбраны и использованы следующие методы очистки и локализации: перекрытие, сжигание, биоремедиация, промывка почвы, термическая десорбция и др.

В таблице приведены основные методы очистки и локализации загрязнений продуктами пропитки шпал.

Таблица – Характеристика основных технологий очистки и локализации загрязнения почв и почвогрунтов продуктами пропитки шпал [2–6; 9]

Технология	Краткое описание
Методы очистки	
Высокотемпературное сжигание	Рекомендовано АООС США, в том числе для очень высоких концентраций ПАУ в почвах; возможность переработки больших объемов загрязненных отходов
Пиролиз	Высокотемпературный бескислородный процесс. Требуемая температура для разложения углеводов – менее 550 °С.
Термическая десорбция	Экстракция летучих соединений при нагревании почвы в стационарном оборудовании. Образующиеся газы могут конденсироваться, собираться или сжигаться. Собранные загрязняющие вещества перерабатываются за пределами загрязненной площадки или сжигаются на месте
Промывка	Механическая очистка почв с использованием водных растворов путем растворения/суспендирования либо концентрирования в меньшем объеме в результате разделения почвенных частиц по размеру. Для улучшения качества промывки используются поверхностно-активные вещества, кислоты, хелатирующие агенты

Продолжение таблицы

Биоремедиация	Использование микроорганизмов (бактерий, грибов), жизнедеятельность которых ведет к разрушению органических соединений. Данный процесс может осуществляться как в аэробных, так и в неаэробных условиях
Методы локализации	
Отверждение/стабилизация	Способ, апробированный на территориях, загрязненных креозотом в США. Стабилизирующие материалы: портландцемент, летучая зола / известняк, летучая зола / клинкерная пыль; они формируют твердую матрицу, которая связывает различные загрязняющие вещества и снижает проницаемость загрязненных пород
Устройство вертикальных барьеров и перехватывающих траншей	Барьеры для предотвращения горизонтальной миграции загрязняющих веществ могут состоять из цементных (глиняных) стен в выкопанных траншеях, грунтовых завес, цементно-бентонитовых стен, формирующихся путем заливки жидкого раствора в полости после извлечения свай, забитых в грунт; шпунтовых металлических стен
Перекрытие загрязненных участков	Используется в США, в частности, для стабилизации загрязнений почв нефтепродуктами, ПАУ, фенольными соединениями чаще в качестве временной меры, сопутствующей проведению работ по очистке территорий. В качестве перекрытий могут выступать грунт/песок, активированный уголь, асфальт и др.

Как правило, при реализации работ по ремедиации не ограничиваются одной технологией. Чаще всего используются комплексные подходы, объединяющие несколько методов и позволяющие провести совместные работы по очистке почвогрунтов и подземных вод [1].

Для очистки вод от продуктов пропитки шпал применимы технологии разложения (химического окисления, биологической очистки), а также сепарации (адсорбции, фильтрации, ионного обмена, осаждения и т. д.) [10].

При планировании работ по очистке территорий важно оценивать не только технологичность того или иного метода, но и экономическую и нормативно-правовую составляющие. Должны также учитываться уровни загрязнения территории, физико-химические свойства соединений и загрязненных субстратов, опасность для населения и окружающей среды.

При отсутствии возможности использования высокотехнологичных методов приемлемо введение ограничений по использованию загрязненных территорий. Для действующих предприятий (как в случае с производством в Беларуси) наряду с проведением регулярной откачки подземных вод из скважин и их очистки возможна реализация на практике

мероприятий по локализации загрязнений, в частности перекрытие отдельных наиболее загрязненных участков, а также устройство вертикальных барьеров и перехватывающих траншей для предотвращения дальнейшей миграции опасных веществ. Такие меры позволят уменьшить техногенную нагрузку на окружающую среду и снизить риски для здоровья населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Superfund: National Priorities List (NPL) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.epa.gov/superfund/national-priorities-list-npl-sites-state>. – Date of access: 08.08.2023.
2. Cleaning Up Contaminated Wood-Treating Sites / U.S. Congress, Office of Technology Assessment, Office of technology assessment. Congress of the United States // OTA-BP-ENV-164. – Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1995. – 39 p.
3. Treatment Technology Performance and Cost Data for Remediation of Wood Preserving Sites: EPA/625/R-97/009. – Washington, 1997. – 122 p.
4. Toxicological Profile for Wood Creosote, Coal Tar Creosote, Coal Tar, Coal Tar Pitch, and Coal Tar Pitch Volatiles: Draft / Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). – 2002. – 394 p.
5. Overview of the remediation process at sites with creosote related contamination in soil, groundwater and river sediment / R. Zapf-Gilje [et al.] // Canadian Journal of Civil Engineering. – 2011. – Vol. 28. – P. 141–154.
6. Bioremediation of creosote contaminated soil in both laboratory and field scale: Investigating the ability of methyl- β -cyclodextrin to enhance biostimulation / S. Simpanen [et al.] // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2016. – Vol. 106. – P. 117–126.
7. Локальный мониторинг окружающей среды, 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/11%20LOCAL%20Monitoring%202020.pdf>. – Дата доступа: 16.08.2023.
8. Локальный мониторинг окружающей среды, 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nsmos.by/uploads/archive/Sborniki/11%20LOCAL%20Monitoring%202021.pdf>. – Дата доступа: 16.08.2023.
9. Prodan, V. C. Application of thermal desorption as treatment method for soil contaminated with hazardous chemicals / V. C. Prodan, V. Micle, M. Szanto // AES Bioflux. – 2011. – Vol. 3, iss. 2. – P. 140–147.
10. Contaminants and remedial options at wood preserving sites / EPA/600/R-92/182. – 1992. – 149 p.

УДК 502/504.53.062.4

А. П. КОЛБАС^{1,2}, Н. Ю. КОЛБАС^{1,3}

¹Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт
НАН Беларуси

²Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

³Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси
E-mail: kolbas77@mail.ru

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ТЕРРИТОРИЙ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БИОРЕМЕДИАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Химическое загрязнение земель является одной из наиболее острых экологических проблем современности. Среди широкого перечня экотоксикантов наибольшую опасность представляют соединения, содержащие тяжелые металлы (далее – ТМ), а также нефтепродукты, пестициды, нитраты, сульфаты и иные поллютанты. Вследствие нарушения биогеохимических циклов, они накапливаются в почве, воде, биоте и далее по пищевым цепям могут поступать в организм человека, что приводит к истощению адаптационных и компенсаторных механизмов, возникновению различных заболеваний и патологических состояний.

Проблема химического загрязнения характерна главным образом для ареалов воздействия промышленных предприятий (в особенности электротехнической отрасли), полигонов хранения (захоронения) отходов, депонирования осадков сточных вод и твердых коммунальных отходов (далее – ТКО), приусадебных участков в черте городских населенных пунктов [1], придорожных территорий, прилегающих к крупным железнодорожным и автомобильным магистралям, отдельных участков сельскохозяйственных земель. Это значительно снижает экологическую ценность данных территорий и ограничивает использование их в хозяйственной деятельности.

Природные и аграрные ландшафты юго-запада республики также испытывают влияние ТМ и иных загрязнителей, поступающих от техногенных источников, что создает опасность включения токсикантов в пищевые цепи и ограничивает возможности получения высококачественной растениеводческой и животноводческой продукции. Данный субрегион Беларуси отличается развитой транспортной инфраструктурой, интенсивными формами ведения аграрного производства, сравнительно высоким промышленным потенциалом и, как следствие, наличием загрязненных территорий [2]. Кроме того, данная территория находится

под влиянием трансграничного воздушного переноса загрязняющих веществ – в общем объеме выпадений отдельных веществ (сера, окисленный азот, свинец, кадмий, ртуть) доля трансграничного переноса достигает здесь 70–90 % [3]. Все эти факторы обуславливают актуальные и потенциальные риски загрязнения почв, вод и биологических объектов ТМ, снижает их экологическую ценность и ограничивает использование данных территорий и земель в хозяйственной деятельности.

Для решения подобного рода проблем в последние десятилетия в мире широко используются биосферносовместимые биоремедиационные стратегии. Такие стратегии недорогие, не инвазивные, способствуют полному восстановлению свойств и функций почв за приемлемый промежуток времени [4].

Целью данной работы является предварительная оценка территорий разного хозяйственного предназначения на предмет повышенного содержания ТМ и возможности последующего применения биоремедиационных технологий

При подборе потенциальных участков мы руководствовались следующими критериями: 1) уровень загрязнения ТМ, равномерность его распределения и экологические риски, 2) доступ к коммуникациям; 3) возможность проведения биоремедиационных мероприятий в течение 3–5 лет. Анализ доступной информации и предварительные исследования показали, что для реализации стратегий биоремедиации почв с полиэлементным загрязнением в Брестском регионе перспективны следующие территории:

1. Промышленные предприятия по переработке аккумуляторных батарей и хранению отходов производства: ООО «Белинвестторг-Сплав» (г. Белоозерск); территория хранения отходов данного предприятия (пос. Зеленый Бор Ивацевичского района), а также прилегающие территории, попадающие в ареалы техногенного воздействия.

2. Полигоны депонирования остатков фильтрации сточных вод КУПП «Водоканал».

3. Полигоны ТКО.

4. Приусадебные участки в черте крупных населенных пунктов.

5. Придорожные территории, прилегающие к крупным железно-дорожным и автомобильным магистралям.

6. Земли сельскохозяйственного использования.

Первоначально было отобрано 17 потенциальных участков, а также два техногенных субстрата (зола свинцовая, остатки фильтрации сточных вод), способствующих полиэлементному загрязнению почв. Для определения экологических рисков загрязненных почв, субстратов и их вытяжек анализировали следующие показатели: валовое содержание ТМ,

содержание подвижных форм ТМ, содержание ТМ в почвенных лизиметрических вытяжках, агрохимические параметры (рН, содержание гумуса, азота, фосфора, калия), флюоресценция и люминесценция вытяжек, биотестирование (структурные и функциональные параметры растений).

Для более полной и точной картины загрязнения урбанизированных территорий эколого-геохимическую оценку следует проводить не только по санитарно-гигиеническим нормативам, но и с учетом региональных и субрегиональных особенностей. С этой целью анализировались коэффициенты аномальности (Ка – как отношение к фоновому содержанию) [5] и суммарные показатели загрязнения почв (Zc).

Анализ валового содержания ТМ в субстратах относительно ПДК показал, что максимальные превышения характерны по большинству анализируемых ТМ для золы свинцовой (более 1000 ПДК по Pb и Cd) и твердых остатков фильтрации с полей депонирования (более 100 ПДК по меди и цинку), что позволяет отнести их к весьма опасным субстратам. В почвах превышения ПДК выявлены на промышленных площадках «Белинвестторг-Сплав» (Pb-7,55; Cd-2,98 Ni- 2,1 ПДК), некоторых приусадебных участках в г. Бресте (Zn-6,6; Pb-1,7 ПДК) и придорожных территориях Западного обхода (Zn-3,3 ПДК).

Анализ коэффициента аномальности (Ка) по отдельным элементам показал значительное превышение фоновых значений у большинства ТМ на предварительно отобранных участках (87 % образцов), что подтверждает полиэлементный характер их загрязнения. В целом для всех исследованных промышленных участков характерно значительное превышение по большинству анализируемых ТМ (преобладают Pb, Ni, Cu, исключение Mn), а в городской черте характерна тенденция к накоплению Zn, Cu, Pb. Причем в токсичных техногенных субстратах различного происхождения выявлена специализация по ТМ в порядке убывания Ка для золы свинцовой (Pb > Cd > Cu), для остатков фильтрации сточных вод (Cu > Ni > Zn). Также на городских стационарах было отмечено, что содержание марганца зачастую ниже фонового.

К участкам с низкой степенью загрязнения, которые можно использовать в качестве условно чистого контроля, относятся лесные почвы ООПТ (Zc = 1,8), ПТ-1 придорожные зеленые насаждения дорог регионального значения (Zc = 2,61), приусадебные участки вне зоны действия транспортных эмиссий (Zc = 1,64).

Почвогрунты, отобранные на полигоне ТКО, также отличаются низким содержанием ТМ (Zc < 5), вследствие значительной мощности (80–100 см) рекультивационного песчаного слоя, а также высокой пространственной пестроты распределения из-за повторного несанкциони-

рованного внесения твердых отходов, что значительно затрудняет применение биоремедиационных мероприятий на данной территории. Для хранения и визуализации полученных результатов был создан первоначальный вариант информационно-аналитической базы данных и веб-приложения.

Таким образом, в Брестском районе были выявлены территории с полиэлементным загрязнением, соответствующие предлагаемым критериям, которые характеризуются не только разным происхождением контаминантов, но и различным уровнем их содержания. Были исследованы показатели экологических рисков и дана первоначальная геоэкологическая оценка территорий различного хозяйственного назначения с повышенным содержанием ТМ. Большинство исследованных участков потенциально пригодны для проведения долговременных биоремедиационных мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Городская среда: геоэкологические аспекты : монография / В. С. Хомич [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 301 с.
2. Полиэлементное загрязнение лесных почв в условиях их аэротехногенного загрязнения свинецсодержащими отходами / Н. В. Михальчук [и др.]. // Вестн. Фонда фундам. исслед. – 2022. – № 3. – С. 55–61.
3. Оценки уровней загрязнения свинцом территории Беларуси с высоким пространственным разрешением [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.msceast.org/reports/4_2016_russ.pdf. – Дата доступа: 25.08.2023.
4. Kolbas, A. Bioremediation of metal contaminated soils using phytoextraction strategies and biomass production / A. Kolbas, M. Mench, N. Kolbas // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к 1000-летию г. Бреста, Брест, 12–14 сент. 2019 г. : в 2 ч. / Брест : БрГУ, 2019. – Ч. 1. – С. 13–16.
5. Геохимическая оценка загрязнения тяжелыми металлами почв и огородных культур в урболандшафтах г. Бреста и разработка рекомендаций по снижению соответствующих рисков : отчет о НИР (промежуточ.) / Полес. аграр.-экол. ин-т НАН Беларуси ; рук. Н. В. Михальчук. – Брест, 2017. – 15 с. – № X17Б-002.

УДК 911.2:581.524.31

Е. Э. КОРОЛЬКОВА

Россия, Иркутск, Институт географии имени В. Б. Сочавы СО РАН

E-mail: elainefisher@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ

Первые значимые и масштабные геоботанические исследования на территории Северо-Западного Прибайкалья активно развивались с середины прошлого века известными российскими учеными В. Н. Сукачёвым и Г. И. Поплавской [1], Л. И. Малышевым [2; 3], Л. Н. Тюлиной [4; 5], А. Н. Лукичёвой [6], В. Н. Моложниковым [7; 8], А. В. Беловым [9]. Данный регион интересен расположением на границе трех крупных физико-географических и биогеографических областей: Байкало-Джугджурской гольцово-горно-таежной, Средне-Сибирской таежной и Южно-Сибирской горно-таежной [10]. Горно-таежная растительность территории представлена двумя крупными объединениями растительных формаций: Урало-Сибирской и Берингийской. Внутри них выделены Южно-Сибирская и Байкало-Джугджурская растительные формации.

Целью данной работы было изучение закономерностей распределения и растительных сообществ верхней границы леса Северо-Западного Прибайкалья.

В ходе работы были исследованы тематические фондовые материалы, вовлечены в работу картографические данные, насыщенные геологической, почвенной, геоморфологической, лесотаксационной, гидроклиматической и иной информацией.

В рамках наземных (экспедиционных) работ проведено дешифрирование космических разновременных снимков спутников Landsat 7, 8; собрано и определено более 500 видов сосудистых растений, 43 вида мхов и лишайников; 69 дендрологических кернов для хронологического уточнения кратковременной динамики ассоциаций. В ходе исследований была создана карта растительных сообществ зоны верхней границы леса. При разработке легенды карты современной растительности ключевого участка в основу был заложен многомерный и многоступенчатый принцип классификации растительности, впервые предложенный академиком В. Б. Сочавой [11].

В условиях наиболее влажных западных склонов гор Северо-Западного Прибайкалья наблюдается Алтае-Саянский тип поясности [12].

Верхняя часть горно-таежной растительности состоит из зарослей кустарников кашкары (*Rhododendron aureum*), кедрового стланика (*Pinus pumila*) и ерника (*Betula rotundifolia*, *B. exilis*). Здесь же, в подгольцовье, отмечены поднимающиеся вдоль ручьев редколесья из пихты (*Abies sibirica*), кедра (*Pinus sibirica*) и лиственницы (*Larix sibirica*) с лугово-лесным крупнотравьем.

Севернее в подгольцовье поднимается другой вид лиственницы – лиственница даурская (*Larix dahurica*), развивая свой ареал распространения с северо-востока нашей страны. В самых южных районах (Анайские гольцы) по выположенным водоразделам в редколесье преобладает лиственница сибирская (*Larix sibirica*). В центральной части западного макросклона (Байкальский хребет) редколесья представлены только темнохвойными породами деревьев.

Для восточного менее увлажненного макросклона Байкальского хребта характерен Восточно-Сибирский или Прибайкальский тип пояности [4]. В верхней части горно-таежного пояса отмечены заросли низкорослого кедрового стланика с участием лиственничных (*Larix sibirica*) и кедрово-лиственничных (*Pinus sibirica*) редколесий [13; 14]. В местах выхода карбонатных пород кедровый стланик произрастает очень редко, либо заменяется ерниковыми зарослями и разнотравными лугами на участках обильного скопления снега [5]. На севере района исследования по восточным склонам в состав сообществ также входит лиственница даурская (*Larix dahurica*), которая не распространяется на склоны и побережье Байкала. Также встречается гибрид двух вышеупомянутых лиственниц – лиственница Чекановского (*Larix czekanowskii*). На юге и в центральной части территории (Байкальский хребет, Анайские гольцы) по восточным склонам верхнюю границу леса образует лиственница сибирская (*Larix sibirica*).

В заключение хочется отметить значительную разницу между максимальными высотными отметками распределения верхней границы леса западного и восточного склонов гор Северо-Западного Прибайкалья. По западным более увлажненным склонам верхняя граница леса колеблется в пределах 1200–1400 м н.у.м, тогда как на восточных склонах с умеренным годовым количеством осадков граница леса тяготеет к высотному поясу 1400–1600 м н.у.м. Это обусловлено разницей значений количества средних годовых осадков, выпадающих на этих склонах, инсоляцией склонов, а также силой и направлением преобладающих ветров. Разница в микро- и мезоклиматических показателях связана с барьерной функцией хребтов, расположенных преимущественно в меридиональном направлении.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания АААА-А21-121012190059-5.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сукачѳв, В. Н. Ботанические исследования северного побережья Байкала в 1914 г. / В. Н. Сукачѳв, Г. И. Поплавская // Изв. Императ. акад. наук. Сер. 6. – 1914. – № 17. – С. 1309–1328.

2. Малышев, Л. И. Ботанико-географическое районирование побережий Северного Байкала / Л. И. Малышев // Ботаника. – 1962. – Вып. 4. – С. 3–13.

3. Малышев, Л. И. Вертикальное распределение растительности на побережье Северного Байкала / Л. И. Малышев // Изв. Восточ. фил. АН СССР. – 1957. – № 10. – С. 113–121.

4. Тюлина, Л. Н. Влажный прибайкальский тип поясности растительности / Л. Н. Тюлина. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – 319 с.

5. Тюлина, Л. Н. Горные леса Северного Прибайкалья: Очерки растительности / Л. Н. Тюлина. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – С. 97–119.

6. Лукичѳва, А. Н. Закономерности вертикальной поясности растительности, связанные с особенностями рельефа и горных пород (на примере Байкальского хребта) / А. Н. Лукичѳва // Геоботанические исследования и динамика берегов и склонов на Байкале. – Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. – С. 3–69.

7. Моложников, В. Н. Кедровый стланик горных ландшафтов Северного Прибайкалья / В. Н. Моложников. – М. : Наука, 1975. – 204 с.

8. Моложников, В. Н. Растительные сообщества Прибайкалья : монография / В. Н. Моложников. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1986. – 272 с.

9. Белов, А. В. Принципы и методы составления среднемасштабной карты растительности Северного Прибайкалья с использованием аэрокосмических материалов / А. В. Белов // Геоботаническое картографирование. – Л. : Наука, 1984. – С. 9–20.

10. Михеев, В. С. Ландшафты юга Восточной Сибири [Карты]. – 1 : 1 500 000 / В. С. Михеев, В. А. Ряшин ; под общ. ред. В. Б. Сочавы. – М. : ГУГК, 1977.

11. Сочава, В. Б. Растительный покров на тематических картах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 190 с.

12. Станюкович, К. В. Основные типы поясности в горах СССР / К. В. Станюкович // Изв. Всесоюз. геогр. о-ва. – 1955. – Т. 87, вып. 3. – С. 232–243.

13. Тюлина, Л. Н. Поясное распределение растительности на Байкальском хребте в районе мыса Южного Кедрового и истоков р. Тонгоды / Л. Н. Тюлина // Природа Байкала : сб. ст. / отв. ред. К. К. Вотинцев. – Л., 1974. – С. 69–96.

14. Тюлина, Л. Н. Основные факторы распределения растительности на западном и восточном побережьях Северного Байкала / Л. Н. Тюлина // Геоботанические исследования на Байкале. – М., 1967. – С. 5–43.

УДК 551.553

И. В. КОСТЮЧЕНКО¹, И. С. ДАНИЛОВИЧ²

¹Беларусь, Минск, Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды; БГУ

²Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: Archi0501@rambler.ru; irina-danilovich@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Введение. Характерной особенностью ветрового режима территории Беларуси за последние 50 лет стало постепенное снижение скорости ветра на большинстве метеорологических станций. Согласно данным [1], среднегодовая скорость ветра на территории страны за период 1948–2009 гг. составляла 3–4 м/с, наибольшая продолжительность за год характерна для скорости ветра до 3 м/с. Тенденции снижения скорости ветра характерны также для Северо-Западной и Центральной Европы [2; 3]. Причины этих аномалий связаны с блокирующими антициклонами над северо-восточной Атлантикой и Гренландией, в результате действия которых снижается нормальный зональный перенос. Кроме того, снижение скорости ветра наблюдается в соседних с Беларусью странах: западной части России [4], Латвии [5], Украине [6], но при этом отмечается увеличение повторяемости шквалов и смерчей в Польше [7] и Украине [6].

В связи с продолжающимся изменением климата и устойчивым ослаблением ветров на территории Беларуси необходима современная оценка динамики средних и экстремальных показателей скорости и направления ветра.

Результаты. В период потепления климата (1989–2020) среднегодовая скорость ветра составляет 2,5–2,8 м/с. Величины отрицательных

трендов составляют 0,04–0,40 м/с за десятилетие и 0,3–2,8 м/с за период 1948–2020 гг.

Установлено, что ослабление ветрового режима наблюдается на протяжении всех месяцев года. Наиболее интенсивно уменьшение характеристик ветра происходит на севере страны в зимний период и составляет 0,9–1,2 м/с, что связано с влиянием преобладающей положительной фазы Северо-Атлантического колебания, усиления западного переноса и снижения барического градиента в последние десятилетия. Летом снижение оценивается в 0,6–0,7 м/с и связано с заметным ростом повторяемости антициклонального характера погоды. Распределение скоростных параметров в течение года становится более равномерным, установлено уменьшение амплитуды скорости ветра на 0,5 м/с для северной части страны. Для центрального и южного регионов Беларуси снижение скорости составило 0,8–0,9 м/с в зимний период и 0,7–0,6 м/с летом, что привело к сокращению амплитуды на 0,1 м/с и 0,3 м/с соответственно.

Наряду с этим происходят аналогичные изменения максимальной скорости ветра. Наибольшие значения максимума скорости ветра характерны для зимнего периода, а наименьшие – для лета. Средние показатели максимальной скорости ветра за год уменьшились в северном регионе на 3,3 м/с и составили 7,4 м/с; в центральном регионе уменьшились на 2,8 м/с и составили 8,2 м/с; а в южном – на 3,3 м/с и составили 7,5 м/с.

Несмотря на общее снижение средних и максимальных параметров ветра, тренды порывов ветра в течение летних месяцев на большинстве станций Беларуси положительны, а в зимние месяцы – отрицательны. Наибольшие величины роста порывов характерны для ряда метеорологических станций, расположенных на северо-западе и западе страны, независимо от времени года. Вероятно, на ветровой режим в районе этих станций оказывают существенное влияние местные особенности рельефа.

Значения порывов ветра уменьшились на 1,2 м/с в центральной и южной частях страны и не изменились на севере Беларуси, их снижение составляет 0,1–0,2 м/с за десятилетие или 0,7–1,4 м/с за 1948–2020 гг.

Зимой уменьшение величин максимальных порывов составляет 1–5 м/с за ~ 30 лет и характерно для всей территории страны. Летом, наоборот, наблюдается преимущественно их увеличение на 1–4 м/с за ~ 30 лет на большинстве метеорологических станций.

Увеличение порывов ветра можно объяснить усилением конвективных процессов в атмосфере [8]. На фоне снижения повторяемости циклонов и роста антициклонов в летний сезон чаще отмечаются засушливые периоды, но при этом увеличились суточные максимумы осадков, которые связаны с конвективными явлениями в атмосфере

и сопровождаются опасными и неблагоприятными явлениями погоды, в том числе шквалистым усилением ветра.

В период трансформации климата наблюдается изменение повторяемости направлений ветра. В январе на большей части территории страны уменьшилась повторяемость восточных румбов и увеличилась повторяемость западных направлений ветра на 5–15 %, что вызвано усилением западного переноса вследствие роста интенсивности Северо-Атлантического колебания. На востоке страны увеличилась повторяемость штилей на 10–20 %, на западе – на 30 %, а в северной и центральной частях их повторяемость снизилась на 20–30 %. В июле отмечается преимущественно снижение повторяемости западных ветров на 2–6 % и рост повторяемости восточных румбов до 5 %. Кроме того, летом уменьшается на 5–20 % повторяемость штилей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов, В. Ф. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования / В. Ф. Логинов, С. А. Лысенко, В. И. Мельник. – Минск : Энциклопедикс, 2020. – 264 с.
2. BACC Author Team. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. – Springer, 2015. – 504 p.
3. C3S. European state of the climate 2019 // Climate Bulletin. – Copernicus Climate Change Service, 2020.
4. Катцов, В. М. Второй оценочный отчет Росгидромета об изменениях климата и их последствиях в Российской Федерации / В. М. Катцов, С. М. Семенов. – М. : Росгидромет, 2014. – 94 с.
5. Fourth National Communication of the Republic of Latvia to the United Nations Framework Convention on Climate Change. – Riga : Ministry of the Environment of the Republic of Latvia, 2006. – 160 p.
6. Extreme Weather Events in Ukraine: Occurrence and Changes / V. Balabukh [et al.]. – IntechOpen, 2018. – DOI: 10.5772/intechopen.77306
7. Kozuchowski, K. Ocieplenie w Polsce, skala i rozksezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej poxx wieku / K. Kozuchowski, E. Zmudzka // Przegl Geofiz. – 2001. – № 46 (1–2). – P. 81–90.
8. Данилович, И. С. Экстремальные проявления в режиме увлажнения на территории Беларуси в условиях трансформации климата / И. С. Данилович, Н. Г. Пискунович // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. – 2021. – № 2. – С. 32–44.

УДК 662.813:732

В. М. КРАЙКО, В. М. ДУДАРЧИК, Е. В. АНУФРИЕВА

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: vvkraiko@gmail.com

УТИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ПИРОЛИЗОМ ИХ СМЕСЕВЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ТОРФОМ

В настоящее время объемы производства пластмассовых изделий достигли огромных размеров – в мире выпускается свыше 220 млн т ежегодно. Пластиковые отходы разлагаются сотни лет, внося в почву и водную среду множество вредных веществ, а при их сжигании даже в специальных дорогостоящих печах в атмосферу выбрасывается большое количество вредных веществ. В этих условиях с каждым годом обостряется проблема утилизации и повторного использования отходов полимеров.

Целью данной работы является разработка способов и приемов утилизации полимерсодержащих отходов, которые могут быть применимы для Беларуси с учетом складывающейся структуры ее отходов, получения из них эффективных энергоносителей и сорбентов путем создания в перспективе относительно дешевых, возможно мобильных термоустановок по их переработке.

Перспективным направлением переработки отходов полимеров является их пиролиз – процесс термического разложения, проводимый в отсутствие кислорода и приводящий к образованию газообразных, жидких и твердых продуктов – углеродных материалов. Продукты пиролиза могут служить газообразным или жидким сырьем для промышленности органического синтеза, газообразным или жидким топливом, углеродными адсорбентами различного назначения. Полученные адсорбенты могут быть использованы для разделения и очистки газов, улавливания летучих органических растворителей, извлечения ценных компонентов из растворов, очистки оборотных вод и питьевой воды. На основе полимерных отходов возможно получать пористые активные угли, пригодные для очистки сточных вод.

В таблице 1 представлена структура полимерных отходов, выделенных из твердых бытовых отходов, и оценена примерная доля отдельных компонентов в общей массе.

Таблица 1 – Примерная структура полимерных отходов

Тип полимерного материала	Доля в общей массе полимерных отходов, % масс.
Полиэтилен низкой плотности	40–50
Полиэтилен высокой плотности	10–15
Полипропилен	3–5
Поливинилхлорид	10–15
Полистирол	5–7
Полиэтилентерефталат	12–15
Прочие	7–20

В качестве перспективного направления утилизации полимерных отходов был выбран пиролиз смесевых комбинаций твердых горючих ископаемых с требующими переработки полимерными отходами и, в частности, формирование торфополимерных композиций с разным соотношением исходных ингредиентов и определением оптимальных сочетаний.

Термодеструкцию смесевых композиций, состоящих из верхового торфа месторождения Славное со степенью разложения 20 % (магелланикум-торф) или низинного торфа месторождения Туршовка и образцов полимерных отходов, проводили на установке стационарного пиролиза при различных выбранных параметрах – температуре и соотношении компонентов. Качество получающихся продуктов пиролиза (смола, твердый остаток и пиролизный газ) оценивали по их составу, балансу и энергетическим характеристикам (теплота сгорания газа).

Результаты исследований, представленные в таблице 2, показали, что используя способ термодеструкции полимерных отходов различной природы, наряду с целевым процессом утилизации (ликвидация отходов) можно дополнительно получать в качестве энергоносителей пиролизную смолу со значительно большим выходом, чем из чистого торфа (до 80 %), а также и пиролизный газ с существенно большей теплотой сгорания.

Установлено, что при пиролизе торфополимерных композиций в присутствии катализаторов (соли кобальта, марганца, железа) в стационарном слое происходит значительное увеличение глубины конверсии органического вещества, выражающееся в снижении содержания коксозольного остатка до 25 % органического материала, а также рост теплотворной способности жидкой и газообразной фракций. Так, при термохимической деструкции торфополимерных систем в образцах, содержащих до 20 % по массе отходов полимеров, увеличение калорийности пиролизного газа повышается в 1,5–2 раза.

Таблица 2 – Выход продуктов термического разложения пробы верхового торфа месторождения Славное с добавками полимеров при 700 °С

Состав пиролизной смеси		Смола	Коксозольный остаток	Пиролизный газ
Полимерная добавка				
% на сухую навеску				
Исходный торф ($W = 10,4\%$, $A^c = 1,5\%$)		15,0	33,3	29,8
Поливинилхлорид	10	18,7	36,5	24,0
Полистирол	10	23,0	32,9	30,1
Полиэтилен высокой плотности	10	21,9	35,0	27,1
Полипропилен	10	22,0	35,3	28,6
Полиэтилен низкой плотности	10	20,7	39,7	20,1
Полиэтилентерефталат	10	18,9	33,9	30,9
Полиэтилентерефталат	15	23,9	34,3	27,8
Полиэтилентерефталат	20	27,6	33,8	27,6

В будущем при конструировании установок по пиролизной утилизации полимерных отходов указанные факторы могут существенным образом снизить общую себестоимость проекта за счет использования образующихся высококалорийных энергоносителей.

Для случаев утилизации относительно небольших объемов полимерных отходов предпочтительнее иметь небольшую мобильную установку с получением в качестве целевых продуктов пиролизного газа и твердого остатка. Такой вариант больше подходит для Республики Беларусь, где отсутствуют большие объемы локализованных отходов. В таком случае получается пиролизный газ, который можно использовать как топливо непосредственно в процессе, твердый остаток, который вкуче с введением в смесевую композицию соли металла-катализатора позволяет получать спектр селективных сорбционных материалов для очистки водных объектов, включая радиоактивные.

УДК 622.691.24:504.06(476)

В. Г. ЛЕВАШКЕВИЧ¹, С. А. ГЛАЗ², С. Е. ШПАК³

¹Беларусь, Минск, Отделение химии и наук о Земле НАН Беларуси

²Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

³Беларусь, Минск, ОАО «Газпром трансгаз Беларусь»

E-mail: levashk@presidium.bas-net.by; elint@tut.by; style28@tut.by

ОПЫТ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИБУГСКОГО ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА (КАМЕНЕЦКИЙ РАЙОН, БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Целенаправленные исследования в рамках геоэкологического мониторинга Прибугского подземного хранилища газа (далее – ПХГ) начаты более 20 лет назад, еще до начала создания газовой залежи в страдечских отложениях одноименной структуры. Важнейшая цель и задачи геоэкологического мониторинга заключались в регулярном наблюдении за состоянием в основном подземных вод в пределах основных геологических комплексов структуры на территории ПХГ, выявлении процессов и явлений, дестабилизирующих эти комплексы, и составлении заключений о состоянии газо-, геохимической системы за каждый временной период исследований.

Циклическому характеру эксплуатации ПХГ соответствует и цикличность геоэкологического мониторинга, при котором полевые (натурные) исследования по отбору проб воды из скважин и почвенного газа на объекте отбираются для последующих лабораторных исследований два раза в год: осенью, по завершении цикла закачки газа и достижении максимальных пластовых давлений в пластах-коллекторах, и весной, по завершении отбора газа и достижении минимально допустимых давлений в рабочих горизонтах. Результаты многолетних исследований показали правильность такого подхода при мониторинге ПХГ.

Для геоэкологического мониторинга Прибугского ПХГ создана специальная сеть станций отбора проб с учетом элементов геологической структуры подземного хранилища газа, включающих водоносные горизонты, дизъюнктивные и пликативные нарушения, отдельные блоки и пр. (рисунок 1). Наблюдениями за газо-, геохимическим режимом подземных вод охвачены этажи всех водоносных горизонтов осадочного чехла структуры (рисунок 1, б). Всего для исследований вод глубоких отложений привлечено более 20 скважин фонда ПХГ, вод четвертичных отложений – более 15 станций (водозаборные скважины, родники, колодцы). Водозаборные скважины и колодцы размещены преимущественно в населенных пунктах.

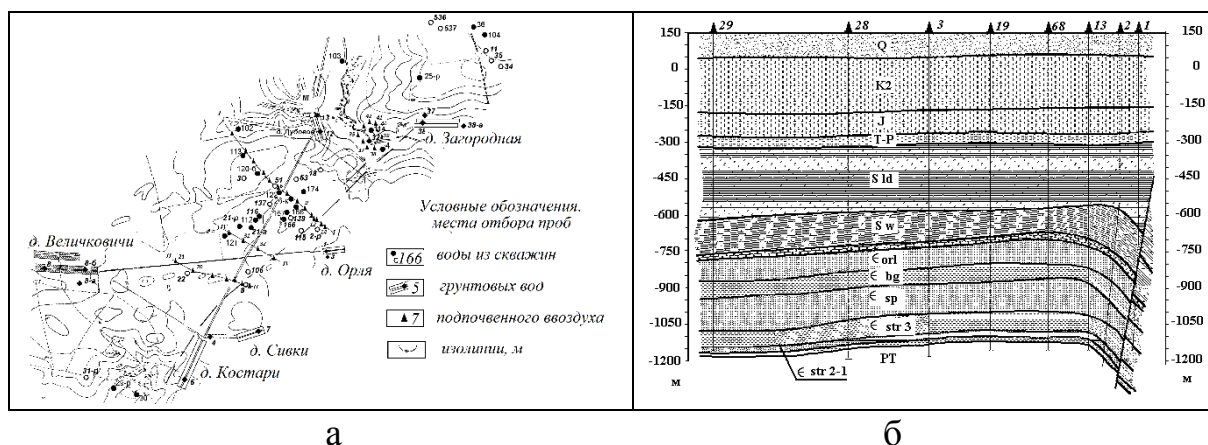


Рисунок 1 – Схема расположения пунктов отбора природных вод и почвенного воздуха (а) и схематичный разрез (С-3 – Ю-В) (б) Прибугской структуры в пределах ПХГ

Информация, получаемая в процессе ежегодного цикла исследований, отражает экологическое состояние гидрогеохимической системы подземных горизонтов на разных стадиях эксплуатации хранилища и входит в состав соответствующей базы данных по каждому из исследуемых параметров. Основными исследуемыми параметрами были данные о химическом (ионном) составе напорных вод, включающие в основном данные по содержанию на первом этапе восьми основных ионов (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-}), минерализации воды и ее pH. Для вод безнапорного водоносного горизонта дополнительно определялось содержание нитратов (NO_3^-). Газовую ассоциацию воды характеризовало удельное газосодержание и компоненты растворенного газа в объемных процентах: CH_4 , H_2S , H_2 , O_2 , N_2 , Ar , CO_2 . Опыт мониторинга показал, что такие химические компоненты воды, как содержание ионов K^+ и CO_3^{2-} , а также растворенных в воде газов компонентов H_2S , H_2 , O_2 , N_2 , Ar , CO_2 могут быть исключены из определений без потери качества.

Основным элементом геоэкологического мониторинга ПХГ являются газо-, геохимические параметры подземных вод и состав почвенного газа. Это связано с тем, что наличие искусственной газовой залежи может оказывать воздействие на состояние подземных вод и воздух почвенного слоя как при нормальных условиях ее эксплуатации, так и при проявлении различных аварийных ситуаций и осложнений. Параметры вод могут быть подвержены воздействию в результате конвективно-диффузионного массопереноса метана из пласта-коллектора в вышележащие отложения по заколонному пространству скважин в связи с низким качеством его цементации или из-за возможных неоднородностей горных пород, способствующих наличию (или появлению) литологических «окон»

или разрывов пород, которые проявляются только при эксплуатации ПХГ. Подобные перетоки газа могут привести к изменению составляющих пластовой воды и воздуха в подпочвенном слое пород в пределах рассматриваемой территории.

База данных, полученная в процессе мониторинга, содержит результаты ионно-солевого состава природных вод по более 15 компонентам, данные о составе водорастворенных и свободновыделяющихся газовых ассоциаций, а также результаты изучения подпочвенных газов.

На первых этапах среди водорастворенных газовых компонентов и компонентов подпочвенного газа исследовались содержания метана, сероводорода, водорода, кислорода, азота, аргона и углекислого газа. Однако в последующем среди газовых ассоциаций особое внимание уделялось метану, составляющему более 95 % объема газа ПХГ. В отдельных случаях дополнительно проводились определения сероводорода, являющегося признаком взаимодействия сульфат-иона вод с метаном, появившемся в водоносном горизонте за счет возможного перетока в вышележащие отложения, т. е. тенденция увеличения сульфат-иона в пластовых водах может быть индикатором прогрессирующего поступления метана.

Как правило, обработка данных из базы используется в целях разработки мероприятий в рамках технологической системы контроля и наблюдений в целях уменьшения негативных процессов методом оптимизации технологических систем регулирования режимов эксплуатации ПХГ и размещения эксплуатационных скважин.

Гидрогеохимический разрез Прибугской структуры характеризуется преимущественно пресными водами с минерализацией менее 1 г/дм³ и только в низах разреза отмечены воды с солесодержанием более 1,0 г/дм³. Минерализация (мг/дм³) пластовых вод для основных водоносных горизонтов составляет:

- грунтовые воды – 400–600;
- четвертичные воды – 200–300;
- турон-сеноманский водоносный комплекс верхнего мела – 350–450;
- казанский водоносный комплекс верхней перми – 350–450;
- юрско-силурийский водоносный горизонт – 150;
- ордовикский водоносный горизонт – 200;
- воды орлинской свиты среднего кембрия – 250–350;
- воды спановской свиты нижнего кембрия (поднятый блок) – 200–400;
- воды страдечских отложений нижнего кембрия – 700.

В ходе мониторинга установлено, что воды основных горизонтов характеризуются относительной стабильностью минерализации и значениями компонентов ионно-солевого состава. На рисунке 2 приведены

данные изменения минерализации вод из скважин орлинского водоносного горизонта за последние восемь лет эксплуатации хранилища, указывающие на отсутствие возмущений минерализации воды в исследуемых скважинах из-за эксплуатации хранилища. Повышенная минерализация воды в скважинах 3р и 166 в последние годы вызвана ремонтными работами в их пределах.

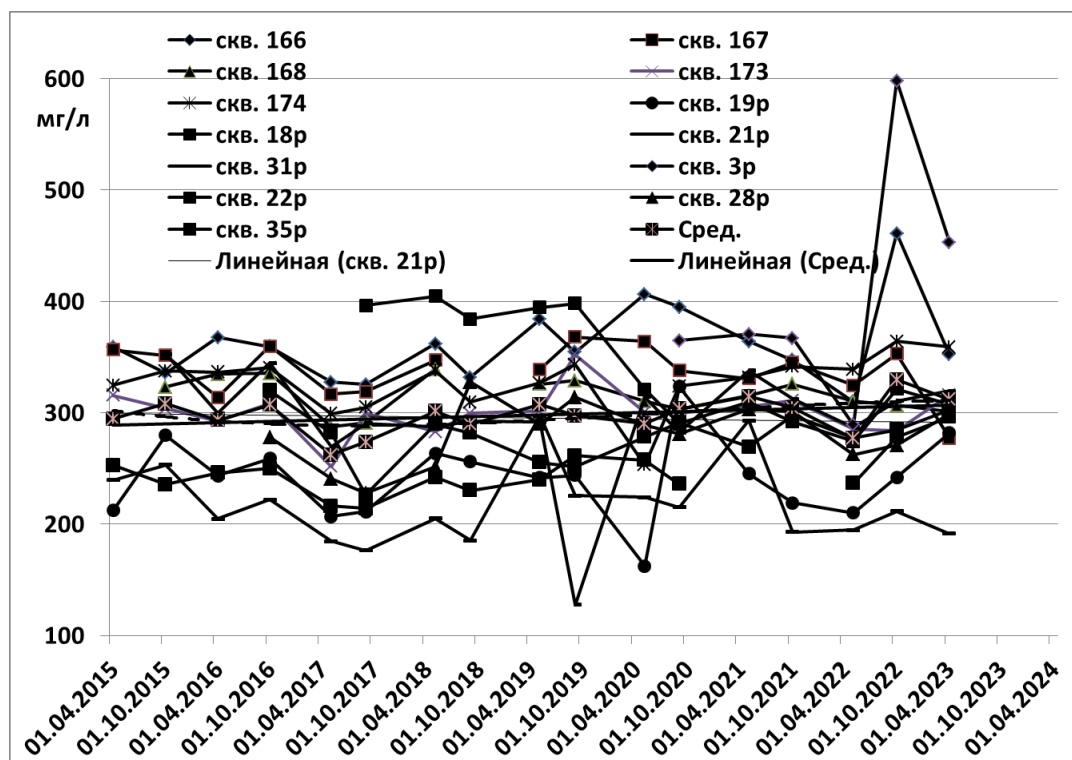


Рисунок 2 – Минерализация воды в скважинах орлинских отложений за 2015 г. – апрель 2023 г.

Установлено, что безнапорные воды отдельных станций отбора проб часто не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к качеству питьевых вод, по таким параметрам, как повышенное содержание нитратов, высокая общая жесткость и повышенная общая минерализация. В ряде колодцев в период наблюдений прослеживалась тенденция к снижению уровней антропогенного загрязнения (д. Костари, Волчин и др.), в других местах имела место тенденция роста загрязнения (д. Дубовое, Загородняя и др.).

Имеющиеся материалы мониторинга природных вод указывают на отсутствие влияния циклических процессов эксплуатации подземной газовой залежи на современное геоэкологическое состояние и тенденции изменения химического и газового составов вод, активно используемых для нужд водоснабжения в пределах Прибугского ПХГ и на сопредельных территориях.

УДК 32(57)14

Н. А. ЛЕВОЧКИНА

Россия, Омск, Омская гуманитарная академия

E-mail: natnaukaomsk@mail.ru

**ТРАНСГРАНИЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ОМСКОЙ
ОБЛАСТИ И КАЗАХСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ**

Современная структура глобального и взаимосвязанного мира дает новое представление о характере, инструментарии и методологии международных взаимодействий. Приграничные процессы все в большей степени становятся одним из важнейших факторов взаимосвязи регионов соседних стран и, следовательно, государств в целом. Характер деятельности акторов российско-казахстанского межрегионального и приграничного сотрудничества, их приоритеты в выборе его форм и ключевых направлений в силу динамично меняющихся условий все еще относятся к числу малоизученных проблем, представляющих как научный, так и практический интерес.

С начала XXI в. в Российской Федерации наблюдается тенденция усиления политических и экономических контактов отдельных регионов на базе как межрегионального, так и приграничного сотрудничества. Понятие приграничного сотрудничества достаточно широкое и многозначное. Например, в концепции приграничного сотрудничества под трансграничным сотрудничеством понимается деятельность органов исполнительной власти на федеральном уровне, уровне субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, ориентированная на цели устойчивого развития приграничных территорий России и сопредельных стран, роста благосостояния населения данных территорий с использованием для этого механизмов взаимодействия России и сопредельных государств, сложившихся добрососедских отношений [2]. Содержание понятия «трансграничное сотрудничество» представлено в составленной нами таблице.

Таблица – Содержание понятия «трансграничное сотрудничество»

Определение	Автор	Источник
Под трансграничным сотрудничеством в Западной Европе понимается совместное решение хозяйственных и иных проблем местными органами власти соседних районов на основе напрямую заключаемых между ними соглашений	Статья Н. В. Хмель- щиковой	URL: https://urok.1sept.ru/articles/680029

Продолжение таблицы

Это сотрудничество между соседними территориями через границы. В Европейском союзе это одна из форм территориального сотрудничества (в дополнение к транснациональному и межрегиональному сотрудничеству)	Википедия	URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.c4d61bf8-648f56fb-b468e318-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Cross-border_cooperation
Согласно Европейской рамочной конвенции по приграничному сотрудничеству территориальных сообществ и властей и Концепции приграничного сотрудничества в Российской Федерации, под приграничным сотрудничеством понимаются «любые согласованные действия, направленные на усиление и поощрение отношений между соседними территориальными сообществами и властями, находящимися под юрисдикцией двух и более договаривающихся сторон, а также заключение любых соглашений и договоренностей, необходимых для достижения вышеуказанных целей»	Статья Е. В. Лавровой	URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41296
Это форма внешнеэкономической, экономической, экологической, культурно-просветительской и т. д. деятельности, которая осуществляется на уровне регионов во всех ее общих и частных формах	Учебный словарь терминов по экономике и менеджменту, 2017 г.	URL: https://vocable.ru/slovari/uchebnyi-slovar-terminov-po-ekonomike-i-menedzhmentu-2017-g.html

В Омской области функционирует более 150 совместных российско-казахстанских предприятий, которые осуществляют свою деятельность в таких отраслях, как оптовая торговля; предоставление услуг по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту машин и оборудования специального назначения; производство земляных работ; торговля автотранспортными средствами; хранение и складирование товаров; производство нефтепродуктов и др. На сегодняшний день приграничное сотрудничество Республики Казахстан и Российской Федерации опирается на Соглашение о межрегиональном и приграничном сотрудничестве, достигнутое на уровне правительств обоих государств [3]. В соглашении главный акцент сделан на развитии экономического взаимодействия в различных отраслях (экономической, агропромышленной, торговой, энергетической, транспортной), а также в культурной, научной, социальной, технической, гуманитарной и образовательной сферах. Содержание указанных направлений конкретизировано в двусторонних

соглашениях между российскими и казахстанскими регионами с учетом их интересов и особенностей.

Торговые отношения Омского региона и Республики Казахстан перешли в разряд внешнеэкономических. Данный вопрос является особо важным для исследуемого региона, так как на торговлю с Казахстаном приходится более 45 % всего объема внешнеторгового оборота анализируемого субъекта [4]. Основные сферы совершенствования взаимоотношений двух стран подразумевают, что создание единого экономического пространства в будущем будет способствовать росту экономического потенциала Российской Федерации и Республики Казахстан [5]. Состояние приграничных контактов между Россией и Казахстаном подтверждает их динамичное развитие.

Одной из главных проблем трансграничного сотрудничества между Омской областью и Республикой Казахстан является недостаточная развитость транспортно-логистической инфраструктуры на границе двух регионов. Это приводит к высоким транспортным издержкам и трудностям в доставке товаров и услуг. Еще одной проблемой является отсутствие четко организованного механизма взаимодействия между предпринимателями и органами власти Омской области и Казахстана. Часто бизнесмены сталкиваются с различными правилами и процедурами проведения бизнеса на территориях двух государств. Также следует отметить, что на территории Омской области и Республики Казахстан общаются на разных языках, что усложняет взаимное понимание и общение между резидентами и представителями предприятий. Наконец, стоит отметить неустойчивость экономической ситуации в Казахстане, что может негативно сказаться на трансграничном бизнесе с Омской областью. Однако, несмотря на эти трудности, регионы продолжают работать над улучшением трансграничного сотрудничества и постепенно преодолевают возникшие проблемы.

На протяжении длительного времени развивается сотрудничество между Казахстаном и Омской областью, что послужило основой для проведения форумов приграничных областей данных стран. Участок российско-казахстанской границы на территории Омской области является самым протяженным и составляет примерно около 15 % (1019,8 км) от общей протяженности границы (более 7000 км через 12 регионов Российской Федерации) с Республикой Казахстан. Из 32 муниципальных районов Омской области девять граничат с Республикой Казахстан, поэтому Казахстан является стратегическим партнером Омской области, что обусловлено исторически сложившейся взаимосвязью экономик России и Казахстана, а также внешними факторами: жесткой конкурен-

цией на внутригосударственном и мировом рынках и необходимостью расширения рынков сбыта.

Для решения ряда проблем трансграничного сотрудничества можно предложить следующие меры:

1. Создание межрегиональной комиссии по сотрудничеству между Омской областью и Республикой Казахстан, которая будет заниматься решением текущих проблем и координацией совместных проектов.

2. Разработка соглашений между муниципалитетами Омской области и Казахстана по ряду направлений, таких как туризм, транспорт, экология, сельское хозяйство и др.

3. Организация деловых миссий и выставок, на которые будут приглашаться представители бизнеса из Омской области и Республики Казахстан для установления контактов и создания новых проектов.

4. Развитие границы культурного и образовательного сотрудничества, организации тематических конференций и мероприятий.

5. Адаптация законодательства обеих стран к потребностям трансграничного сотрудничества, что создаст благоприятный регуляторный фреймворк для развития бизнеса и инвестиций.

6. Обмен опытом в области экономики, науки и техники, чтобы развивать устойчивое трансграничное сотрудничество в долгосрочной перспективе.

Реализация этих мер позволит повысить эффективность трансграничного сотрудничества. Подводя итог вышесказанному, среди первостепенных направлений дальнейшего развития интеграционного механизма приграничного и межрегионального сотрудничества для обоих государств можно отметить: 1) сближение законодательной и нормативно-правовой базы по развитию системы стимулов и механизмов, мотивирующих долгосрочный и устойчивый интерес интегрируемых государств к углублению взаимного сотрудничества; 2) расширение инвестиционного присутствия стран-партнеров в инвестиционном пространстве таможенного союза и единого экономического пространства; 3) взаимовыгодное использование научного, образовательного и человеческого потенциала стран-партнеров для развития интеллектуальных и технологических возможностей России и Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование межрегионального и приграничного сотрудничества Омской области и Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-mezh-regionalnogo-i-prigranichnogo-sotrudnichestva-omskoy-oblasti-i-respubliki-kazahstan/viewer>. – Дата доступа: 20.06.2023.

2. Об утверждении Концепции приграничного сотрудничества в Российской Федерации [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Рос. Федерации, 9 февр. 2001 г., № 196-Р // КонсультантПлюс. Россия / ЗАО «КонсультантПлюс». – М., 2023.

3. Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о межрегиональном и приграничном сотрудничестве // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2010. – № 37. – Ст. 4779.

4. Питраков, В. Ю. Межрегиональные торгово-экономические взаимоотношения Российской Федерации и Республики Казахстан // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2013. – № 3. – С. 5–9.

5. Дубровин, Ю. И. Региональное приграничное сотрудничество России и Китая как форма реализации преимуществ международного экономического сотрудничества / Ю. И. Дубровин, И. А. Ряснов // Сибирский международный : науч. альм. – 2015. – № 17. – С. 236–239.

6. Омский областной статистический ежегодник «2013» : крат. стат. сб. – Омск : Омкстат, 2013.

7. Питраков, В. Ю. Особенности формирования межрегиональных и приграничных связей в субъектах Российской Федерации / В. Ю. Питраков // Вестн. Сиб. ин-та бизнеса и информ. технологий. – 2012. – № 3. – С. 69–71.

8. Плихун, О. Г. Вопросы межрегионального и приграничного сотрудничества Омской области / О. Г. Плихун, А. М. Киселева // Вестн. Омского. ун-та. Сер.: Экономика. – 2009. – № 3. – С. 56–59.

9. Сычева, И. Н. Основные тенденции приграничного сотрудничества Алтайского края и Республики Казахстан / И. Н. Сычева, Е. С. Пермякова // Инновац. наука. – 2015. – Т. 1, № 6. – С. 160–161.

10. Питраков, В. Ю. Межрегиональные и приграничные политические процессы: опыт сотрудничества Омской области с Республикой Казахстан [Электронный ресурс] / В. Ю. Питраков. – Режим доступа: https://www.gramota.net/articles/issn_1997-292X_2015_10-2_36.pdf. – Дата доступа: 16.06.2023.

11. Кайсарова, Айскар. Информация о торгово-экономическом сотрудничестве между Омской областью и Республикой Казахстан [Электронный ресурс] / Айскар Кайсарова. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/81/168/72278.php>. – Дата доступа: 16.06.2023.

УДК 556,5(456)

П. С. ЛОПУХ

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: lopuch49@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ ГИДРОЛОГИИ БЕЛАРУСИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Гидрология – одна из важнейших научных элементов системы жизнеобеспечения человечества. Современная гидрологическая наука достигла значительных успехов. В частности, большие успехи отмечаются в области гидрологических расчетов, применении ГИС-технологий, в моделировании гидрологических процессов при решении практических задач. В учебном процессе гидрология представлена в качестве учебного курса государственного компонента на всех географических специальностях за исключением геологических. Однако современные достижения в полной мере пока не находят отражения в учебных программах.

За последние 50 лет в Республике Беларусь накоплен значительный объем гидрологической информации, наряду с озераведением и гидробиологией, лимнологией получили должное развитие новые научные направления: гидрология (малых) водохранилищ (П. С. Лопух), гидрология прудов (И. И. Кирвель), гидрология карьерных водоемов (С. А. Хомич). Отечественная «научно-педагогическая лимнологическая школа» включена в список научных направлений Белорусского государственного университета, продолжателями и хранителями которой являются профессор Б. П. Власов и П. С. Лопух, а основателем – профессор, лауреат Государственной премии, заслуженный работник образования О. Ф. Якушко. В 2022 г. научное направление «Гидрология водохранилищ» включено в реестр Российской академии естествознания.

Практическая гидрология приобретает все возрастающее значение при решении задач научного обоснования строительного и экологического проектирования, правильного земле- и водопользования, охраны природной среды, энергетических, водохозяйственных и коммуникационных проектов. Другая немаловажная область ее приложений – это прогнозы речного стока и опасных гидрологических явлений, возникающих и часто наблюдающихся в Беларуси в связи с глобальным потеплением. В этом направлении большую работу выполняет профессор А. А. Волчек. Его фундаментальные научные работы, подготовленные вместе с учениками (Ан. А. Волчек, О. И. Грядунова, Т. А. Шелест, И. Н. Шпока и др.) фактически представляют собой новое научное

направление в области региональной практической гидрологии – практическая гидрология малых речных систем.

Широкомасштабные мелиоративные работы на территории Беларуси, глобальные климатические изменения затронули условия формирования стока на водосборах Беларуси. Современные природные условия республики за последние 50 лет претерпели серьезные изменения. Они отразились в количественных показателях пространственного распределения стока. В результате анализа показателей стока на территории Беларуси за период инструментальных наблюдений были получены закономерности пространственного распределения стока как средних многолетних, так и экстремальных значений, т. е. минимального и максимального стока, изменений по гидрологическим сезонам. Максимальный и минимальный сток создают риски, возникающие в неустойчивых климатических условиях и трансформации природных стокообразующих факторов.

В то же время накоплен большой массив наблюдений за гидрологическим режимом рек, озер и водохранилищ. Этот аспект обуславливает необходимость тщательного изучения изменения стока по территории Беларуси. Одной из наиболее важных задач в этой области является проведение гидрологического районирования территории Беларуси. Проблема усложняется в связи с относительно небольшой площадью территории Беларуси, преобладанием малых рек, высокой степенью трансформации речных водосборов. Последнее районирование было выполнено в 1960-х гг. НИИ водных проблем. При его проведении был нарушен бассейновый принцип, гидрологические подрайоны выделены условно по разным показателям, без учета преобразованности водосборов, степени зарегулирования общего и местного стока.

Современные ГИС-технологии позволяют составлять карты стока по всей территории. Однако возникает проблема проведения, например, линий модуля стока в приграничных районах, где отсутствуют гидрометрические посты. Так, например, на р. Западный Буг, протекающей по границе с Польшей, отсутствуют водомерные посты. Поэтому компьютер проводит изолинии автоматически без учета наблюдений за стоком на пограничных участках водосборов. В последствии это обстоятельство сказывается на обоснованности проведения границ районов и подрайонов. Для решения этой проблемы необходимо привлекать материалы инструментальных наблюдений на территории водосборов трансграничных и пограничных рек соседних государств (России, Польши, Украины, стран Балтии).

Разработанная автором совместно с профессором А. А. Волчком схема гидрологического районирования территории Беларуси учитывает

три главных принципа: бассейновый, ландшафтный и собственно гидрологический.

В качестве таксономических единиц районирования использован гидрологический район – гидрологический подрайон. В проекте впервые границы гидрологических районов соответствуют в основном границам наиболее крупных бассейнов рек, что упрощает ведение гидрологических расчетов. Ранее выполненное районирование отсекало границами притоки 3–5 порядков, что для территории Беларуси при ее небольшой площади необоснованно и весьма схематично.

В новом районировании (рисунок) предлагается выделить следующие гидрологические районы: Западнобугский, Неманский, Вилейский, Западнодвинский, Центрально-Березинский, Припятский и Верхнеднепровский.



Рисунок – Принципиально новый подход к выделению гидрологических районов

Выделение Западнобугского гидрологического района обусловлено значительной площадью водосбора на территории Украины и Польши и его соответствием европейской схеме гидрологического районирования, повышенной водностью реки, сложным трансграничным гидрологическим режимом, нехарактерным для Полесской низменности. В предыдущем районировании он рассматривался в качестве подрайона в Припятском гидрологическом районе. Припятский гидрологический район с севера

ограничивается условной линией по створам водохранилищ: Локтыши, Краснослободское, Солигорское и Любанское, что соответствует границе однородности по многолетним колебаниям годового стока рек Припятского района. Верхнеднепровский гидрологический район включает бассейны рек Днепра, его правого притока Друти и левого притока Сожа. Его выделение обусловлено высокой водностью реки, сложным гидрологическим режимом, обусловленным ландшафтными условиями формирования стока в пределах Восточно-Белорусской провинции, Предполесской и Полесской провинций. Гидрологический режим в средней и нижней частях водосбора Днепра отличается сложным гидрологическим режимом, нехарактерным для Полесской низменности. В то же время эти части соответствуют центральному гидрологически однородному району, что дает основание выделить их в южный верхнеднепровский гидрологический подрайон.

Приведенный вариант гидрологического районирования может быть положен в основу более детального гидрологического районирования территории Беларуси по бассейновому, ландшафтному и гидрологическому принципам с выделением подрайонов. Бассейновый принцип реализован при проведении границ гидрологических районов. В основе гидрологического района лежит бассейн реки. Этот принцип позволяет эффективно решать воднобалансовые задачи и осуществлять бассейновое управление использованием водных ресурсов.

УДК 338.48(476)

**А. Ю. ЛУКАШЁВ, К. А. МАКАР, Ю. Г. ЭЙВАЗОВ,
Е. В. МАТЮШЕВСКАЯ, А. Е. ЯРОТОВ, Ж. В. СЕЗОНЕНКО**

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: grownunion@gmail.com; kristina.mazurina.02@mail.ru;

yusif135662@gmail.com; katerina.v.m@gmail.com; yarotau@gmail.com;

Jannikarol@mail.ru

СОЗДАНИЕ ЗЕЛЕНОГО МАРШРУТА (НА ПРИМЕРЕ ЧАШНИКСКОГО РАЙОНА ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ) КАК ФАКТОРА РАЗВИТИЯ УСТОЙЧИВОГО ТУРИЗМА

Зеленые маршруты играют важную роль в продвижении устойчивого туризма, который охватывает все аспекты туристического опыта. Эта концепция нацелена на сохранение природы, обеспечение социальной справедливости, повышение качества жизни, сохранение культурного

разнообразия, а также достижение экономического благополучия и процветания для всех.

Зеленые маршруты (greenways) – новый инновационный инструмент развития туризма, основанного на принципах устойчивого развития. Он позволяет создавать привлекательные, информативные, доступные и безопасные туристические маршруты на основе использования местных ресурсов, потенциала природного и историко-культурного наследия, привлечения местных инициатив, пропаганды здорового образа жизни и сохранения окружающей среды, что способствует устойчивому социально-экономическому и экологически безопасному развитию региона и росту благосостояния местного сообщества [1].

Зеленый маршрут, как сложное многофункциональное образование, включает в себя следующие основные составляющие: *общую идею и тематику; главную ось маршрута, сеть тематических троп и локальных петель; местные инициативы по охране природного и культурного наследия* [1].

Основой всех видов туризма, включая зеленые маршруты, является богатое природное и историко-культурное наследие каждой территории.

Создание зеленого маршрута по Чашникскому району первоначально состояло из изучения природного и историко-культурного наследия района, впоследствии был разработан концепт-проект будущего маршрута и непосредственно создание зеленого маршрута. Для разработки маршрута была создана база данных в таком ресурсе, как Google-Таблицы, содержащая информацию о различных объектах показа. В эту базу данных были включены природные и историко-культурные объекты (включая материальное и нематериальное наследие). Всего было учтено 6 природных и 56 историко-культурных объектов, из которых 51 являются материальными, а 5 – нематериальными.

Кроме того, база данных также содержит информацию о различных объектах инфраструктуры района, таких как придорожные сервисы, гостиницы, места для питания и другие услуги, включая больницы, узлы связи и автовокзалы. Надо отметить, что координаты некоторых из объектов отсутствуют.

Далее был разработан концепт-проект будущего зеленого маршрута, который получил название «Чашніцкія зоркі». Как и многие другие подобные маршруты, наш знакомит не только с историко-культурной составляющей данного района, но и с его природными особенностями.

Используя Google-Таблицы, исследователи отобрали наиболее привлекательные достопримечательности для включения в зеленый маршрут, учитывая их расположение и доступность для туристов.

В маршрут были включены следующие объекты:

Природные:

– Ботанические: сиреневая аллея (14); липовая аллея (16); альтанка (17).

Историко-культурные:

– Материальные: городище древнего г. Лукомля (6); усадебно-парковый комплекс Володковичей (12); усадьба Милошей (15); костел Марии Магдалены (2); руины церкви Покрова (7); Троицкая (Белая) церковь (13); памятник воинам-интернационалистам (4); выставочный зал ГУ «Чашникский исторический музей» (3); ГУ «Чашникский исторический музей» (9); Чашникский дом ремесел (10); музей Лукомльской ГРЭС (5); Ивановский дом фольклора (11).

– Нематериальные: традиционное блюдо борщ с клецками (на базе Проземлянского сельского клуба-библиотеки) (8); месье Борис Бонуар (18).

Таким образом, маршрут включил в себя 17 объектов, помимо этого была добавлена автостанция Новолукомль (1), поэтому в совокупности маршрут имеет 18 точек.

Разработанный зеленый маршрут протяженностью около 95 км имеет кольцевую форму и проходит практически по всей территории района. Результат проделанной работы отражен на созданной картосхеме зеленого маршрута, которая представлена на рисунке. В будущем эта картосхема зеленого маршрута может послужить основой для разработки мобильного туристического приложения. Кроме того, она может быть опубликована на официальном сайте Чашникского райисполкома в разделе «Туризм».

Для развития туристической деятельности важным инструментом являются ГИС-технологии. В связи с этим картосхема для зеленого маршрута была создана с использованием программного обеспечения ArcGIS.

В начале процесса на основе подложки OpenStreetMap была выполнена оцифровка границ Чашникского района. Затем в ArcCatalog, была создана персональная база данных, содержащая информацию об объектах района и самом маршруте. После этого на картосхеме был отображен сам маршрут, конечным этапом стала компоновка картосхемы.

При изучении созданной базы данных всех объектов и картосхемы зеленого маршрута района можно отметить его благоприятное географическое положение, которое способствует устойчивому туризму в природном и экономическом аспектах. Природное наследие района полностью соответствует принципам устойчивого туризма. Анализ историко-культурного наследия района позволяет выявить множество достопримечательностей.



Рисунок – Картограмма зеленого маршрута «Чашніцкія зоркі»
Чашникского района

Инфраструктура любого района играет важную роль в развитии зеленого туризма, обеспечивая удовлетворение потребностей туристов и обеспечивая доступность и комфортность посещения объектов. Сегодня развитие инфраструктуры в Чашникском районе требует дополнительных

улучшений для поддержки развития зеленого туризма. В целом район обладает значительным потенциалом и возможностями для развития конкурентоспособного туристического рынка, который развивается и в настоящее время. Реестр объектов показывает, что Чашникский район обладает множеством достопримечательностей, способных заинтересовать любого туриста.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яротов, А. Е. Роль охраняемых природных территорий в развитии экологического туризма в Республике Беларусь (на примере Воложинского района) / А. Е. Яротов, Н. В. Гагина // Заповедное дело в Республике Беларусь: итоги и перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Березин. биосфер. заповедника, 22–25 сент. 2010 г., г. п. Домжерицы, Респ. Беларусь. – Минск : Белорус. Дом печати, 2010. – С. 271–275.

УДК 504.06

А. Ю. МАГАЛА

Россия, Краснодар, КубГАУ

E-mail: magala.alina@mail.ru

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Экологические вопросы и управление природными ресурсами стали важным элементом за последние годы. В течение длительного времени эксплуатация биологических ресурсов и небольшая плотность населения позволяли избегать конфликтов в сфере природы. С конца XIX в. в связи с активным промышленным освоением стали появляться очаги конфликтов в области природопользования. Развитие промышленного производства и добыча полезных ископаемых привели к значительному увеличению численности населения. Миграция, промышленное развитие, ущерб окружающей среде и конфликты за использование природных ресурсов стали основными факторами, влияющими на управление экономикой окружающей среды и социально-экономическое развитие [1].

Рассмотрим вопросы промышленного освоения российской окружающей среды: совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов.

Охрана окружающей среды – система мер, направленных на обеспечение благоприятных и безопасных условий среды обитания и жизнедеятельности человека. Важнейшие факторы окружающей среды – атмосферный воздух, воздух жилищ, вода, почва. Охрана окружающей среды предусматривает сохранение и восстановление природных ресурсов с целью предупреждения прямого и косвенного отрицательного воздействия результатов деятельности человека на природу и здоровье людей.

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются: земли, недра, почвы; поверхностные и подземные воды; леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд; атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.

Основными целями охраны природной среды являются: создание благоприятной окружающей среды, устранение негативного воздействия на окружающую среду. Основными мероприятиями охраны природной среды являются: введение в строй очистных сооружений; возведение дымовых труб большой высоты; применение топлива с меньшим количеством вредных выделений; модернизация производственных мощностей с целью сокращения или исключения отходов; защита растений биологическими средствами вместо химических; использование шумоизоляции при возведении зданий; сбор и переработка отходов; принятие законов, направленных на охрану природы, с серьезными санкциями к нарушителям; введение пошлин на отравляющие выбросы; увеличение количества заповедников и особо охраняемых природных территорий; воспитание в подрастающем поколении стремления относиться к природе уважительно и с любовью [2].

В современных условиях при обостряющемся дефиците невозобновляемых ресурсов используемые человеком земля, вода, полезные ископаемые все чаще получают свою стоимостную оценку и должны учитываться как элемент национального богатства. Особенно это важно в аграрном производстве, где природные факторы являются определяющими. Таким образом, природные ресурсы являются специальным объектом управления. Целью управления природопользованием является удовлетворение потребностей в тех видах продукции и услуг, которые имеют непосредственное отношение к природной среде.

Среди загрязнителей окружающей среды (биологических, физических, химических и радиоактивных) одно из первых мест занимают химические соединения. Известно более 5 млн химических соединений, из которых свыше 60 тыс. находится в постоянном пользовании. Мировой объем производства химических соединений возрастает за каждые 10 лет

в 2,5 раза. Наиболее опасно поступление в окружающую среду хлорорганических соединений пестицидов, полихлорированных бифенилов, полициклических ароматических углеводородов, тяжелых металлов, асбеста. Охрана природы строится на понимании процессов, происходящих в биосфере, разнообразия биологических организмов, состояния экосистем. Достижение цели происходит через лимитирование или запрет использования ресурсов планеты, сохранение целостности сложившихся систем [3].

Охрана окружающей среды исходит из безопасной обстановки для общества. Цель достигается посредством исключения возможности попадания в нее опасных для людей веществ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин, А. П. Административное право Российской Федерации : учеб. для бакалавров / А. П. Алехин. – М., 1998. – 623 с.
2. Бобылев, С. Н. Экономика природопользования : учебник / С. Н. Бобылев. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 382 с.
3. Волкова, П. А. Основы общей экологии : учеб. пособие / П. А. Волкова. – М. : Форум, 2012. – 128 с.

УДК 504.3.054(476)

А. В. МАЛЬЧИХИНА, О. Ю. КРУКОВСКАЯ, С. В. КАКАРЕКА
Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: anna.machihina@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

Непрерывный мониторинг выбросов с помощью автоматических систем контроля выбросов (далее – АСКВ) получили широкое применение в настоящее время в международной практике. Данные системы используются на крупных предприятиях в различных странах для контроля соблюдения норм экологического законодательства, представления данных о выбросах, расчета экологических налогов. Объекты энергетической системы, как правило, являются крупными источниками выбросов и относятся к первоочередным объектам установки АСКВ.

В данной работе представлены результаты обобщения требований законодательства к установке АСКВ в Республике Беларусь, Российской

Федерации, Казахстане, Китае и странах Европейского союза в энергетическом секторе.

В Республике Беларусь необходимость автоматизированного контроля выбросов определена в Законе об охране окружающей среды и Законе об охране атмосферного воздуха [1]. Сегодня детальные требования к установке таких систем регулируются ЭкоНИП 17.08.06-001-2022 «Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух (в том числе озоновый слой). Требования экологической безопасности в области охраны атмосферного воздуха». Согласно [2], перечень веществ, по которым должен проводиться непрерывный мониторинг, определяется природопользователем на основании установленных нормативов допустимых выбросов. В энергетическом секторе АСКВ необходимо устанавливать установки, работающие на твердых видах топлива (в том числе биомассе и отходах) при мощности единичного источника 20 МВт и более. Для прочих установок порог мощности составляет 50 МВт.

В Российской Федерации установка АСКВ регулируется рядом нормативных документов, включая Федеральный закон «Об охране окружающей среды», который предусматривает установку АСКВ на стационарных объектах I категории опасности. В секторе энергетики непрерывному мониторингу подлежат выбросы от паровых котлов на жидком и твердом топливе мощностью более 250 МВт и газообразном топливе мощностью 500 МВт и более. Показатели выбросов, подлежащие контролю, определяются в программах установки АСКВ на объектах и согласуются с природоохранными органами. Для определения того, какие источники выбросов должны быть включены в программу по установке АСКВ, разработаны пороговые значения выбросов: 3 кг/ч для взвешенных веществ, 30 кг/ч для диоксида серы и оксидов азота, 5 кг/ч для оксида углерода как показатель полноты сгорания и 100 кг/ч в остальных случаях, 0,3 кг/ч для фтористого водорода и сероводорода, 1,5 кг/ч для хлористого водорода и аммиака [3]. Кроме концентрации загрязняющих веществ необходимо контролировать и вести учет основных параметров отходящих газов: объемный расход, давление, температуру, содержания кислорода и влажности (при необходимости). В законодательстве России и Беларуси указано, что непрерывный мониторинг необходим в случае работы источника более 2000 часов в год.

В Китае основные требования к АСКВ изложены в «Законе о предотвращении и контроле загрязнения воздуха», впервые принятом в 1987 г. и впоследствии неоднократно пересмотренном. Данный закон регламентирует требования к проектированию, установке и техническому обслуживанию систем непрерывного контроля, а также меры ответственности за несоблюдение правил. Законодательство не содержит четких

критериев необходимости установки АСКВ; они определяются природоохранными органами и различается для провинций. Как правило, минимальная мощность для установки АСКВ составляет около 50 МВт для электростанций, работающих на угле, и около 100 МВт – на газообразных видах топлива. К 2018 г. сеть АСКВ в Китае охватывала 77,1 % электростанций, генерирующих 97,4 % общей мощности энергетической системы страны [4].

В Республике Казахстан, согласно [5], установка АСКВ обязательна для действующих объектов I категории воздействия. В энергетическом секторе АСКВ следует устанавливать на станциях, работающих на топливе, за исключением газа, с общей электрической мощностью 50 МВт (100 Гкал/ч) и более; для источников энергопроизводящих организаций, работающих на газе, с общей электрической мощностью 500 МВт (1200 Гкал/ч) и более. Непрерывному мониторингу выбросов при условии наличия установленного норматива подлежат окислы азота (оксид и диоксид азота), углерод оксид, сера диоксид, пыль (сажа, взвешенные частицы, ВЧ2.5, ВЧ10), сероводород, а также маркерные вещества производственного процесса [6].

Основным документом, регулирующим выбросы загрязняющих веществ в Европейском союзе, является Директива 2010/75/EU о промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним), в которой прописаны виды деятельности и описаны основные требования к крупным точечным источникам, в том числе в части мониторинга выбросов. Согласно ст. 11 Директивы 2010/75/EU, на крупных точечных источниках должны применяться наилучшие действующие технологии. Также необходима процедура выдачи разрешений, где должны быть прописаны мероприятия, направленные на мониторинг выбросов (ст. 12). Ст. 14 Директивы 2010/75/EU говорит о том, что разрешение на работу должно содержать надлежащие требования к мониторингу выбросов, устанавливающие методику измерения, частоту проведения и порядок оценки выбросов [7].

В энергетическом секторе внедрению систем контроля выбросов подлежат установки по сжиганию большой мощности, без установленного единого численного критерия. Страны регламентируют данный параметр в своем законодательстве. Например, в Германии при мощности твердотопливного котла 2,5 МВт необходима установка АСКВ для измерения массовой концентрации СО, при мощности 5 МВт – твердых частиц. Следует отметить, что автоматические измерения необходимы для тех веществ, для которых превышен разработанный порог. Для диоксида серы данный критерий составляет 30 кг/ч, ртути – 0,0065 кг/час. Непрерывный мониторинг выбросов может быть заменен на контроль

параметров процессов очистки (температуры в камере сгорания, перепад давления фильтров пылегазоочистного оборудования), состава топлива и условий технологического процесса [8].

Практика регулирования необходимости оснащения источников выбросов в секторе энергетики автоматизированными контролями в Республике Беларусь, Российской Федерации и Республике Казахстан базируется на установленной мощности объектов с разделением по видам топлива. В странах Европейского Союза необходимость определяется с учетом установленной мощности и интенсивности выбросов. В Китае отсутствуют численные критерии необходимости установки таких систем, требования определяются по решению природоохранных органов, но фактически распространяются на преобладающее большинство энергетических объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь : принят Палатой представителей 21 нояб. 2008 г. : по состоянию на 15 июля 2023 г. – Режим доступа: https://etalon-line.by/document/?regnum=h10800002&q_id=8724815. – Дата доступа: 15.07.2023.

2. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух (в том числе озоновый слой). Требования экологической безопасности в области охраны атмосферного воздуха : ЭкоНиП 17.08.06-001-2022 : утв. постановлением Минприроды № 32-Т, 29 дек. 2022 г. – Минск, 2023. – 56 с.

3. Правила создания и эксплуатации системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ [Электронный ресурс] : утв. постановлением Правительства Рос. Федерации, 13 марта 2019 г., № 262. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/553884118>. – Дата доступа: 15.07.2023.

4. Air pollution emissions from Chinese power plants based on the continuous emission monitoring systems network [Electronic resource] / L. Tang [et al.]. – 2020. – Mode of access: <https://www.nature.com/articles/s41597-020-00665-1>. – Date of access: 17.07.2023.

5. Экологический кодекс Республики Казахстан : принят Парламентом Респ. Казахстан, 2 янв. 2021 г., № 400-VI ЗРК // Ведомости Парламента Республики Казахстан. – 2021. – № 2-I(б). – Ст. 2.

6. Об утверждении Правил ведения автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду при проведении производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : приказ министра экологии, геологии и природ. ресурсов Респ. Казахстан,

22 июня 2021 г., № 208. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100023659>. – Дата доступа: 10.07.2023.

7. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) [Electronic resource]. – 2010. – Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32010L0075>. – Date of access: 17.07.2023.

8. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/>. – Date of access: 17.07.2023.

УДК 551.5, 633.1

В. И. МЕЛЬНИК, Ю. А. БОНДАРЕНКО

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: v.melnik 2016@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ СРОКОВ СЕВА ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Введение. Как известно, текущие погодные условия и изменение климата оказывают существенное влияние на сектор сельского хозяйства. В зависимости от складывающихся погодных условий валовой сбор зерна в Беларуси за последние 10 лет изменялся от 6,1 до 9,6 млн т (в 2021 г. – около 11 млн т). На долю озимых зерновых культур в среднем приходится 55–60 % валового сбора зерна. При этом урожайность озимых зерновых культур практически во все годы превосходит урожайность яровых. Это связано с тем, что озимые культуры в связи с более ранним развитием лучше используют весенние запасы влаги в почве и чаще уходят от засухи или менее резко реагируют на нее. Однако колебания урожайности озимых бывают значительными и объясняются как агрометеорологическими условиями весенне-летнего периода, так и условиями сева, осенней вегетации и перезимовки растений. Вклад условий осенне-зимнего периода в колебания урожайности в конкретные годы может составлять от 25 до 40 % [1]. В условиях современного потепления климата обеспеченность теплом растений осенью улучшилось за счет повышения температурного

режима (в большей степени) и увеличения продолжительности осенней вегетации. Суммы активных температур выше $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ за осенний период (с 1 сентября до даты перехода среднесуточной температуры воздуха через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ осенью (прекращение вегетации)) за 2000–2020 гг. в северных и центральных районах составляют 500–600 $^{\circ}\text{C}$; в Гомельской, на большей части территории Брестской и в западной половине Гродненской области составляет 600–650 $^{\circ}\text{C}$, в крайних южных и западных районах Брестской области – более 650 $^{\circ}\text{C}$, максимум в Бресте – 735 $^{\circ}\text{C}$.

Начало сева и последующая вегетация озимых культур в осенний период проходит в целом при достаточном почвенном увлажнении за исключением отдельных лет, когда сроки сева могут задерживаться из-за недостатка или полного отсутствия продуктивной влаги в пахотном слое почвы, особенно на песчаных и супесчаных почвах [2]. Для озимых зерновых культур оптимальными считаются сроки сева, при которых растения до прекращения вегетации хорошо раскустились и приобрели закалку к низким температурам в зимний период.

На основании литературных источников, данных наблюдений пунктов гидрометеорологической сети за фазами развития озимых культур осеннего периода, результатов исследований по кустистости для территории Беларуси были приняты следующие критерии сумм активных температур: для озимой пшеницы – 465 $^{\circ}\text{C}$ (начало сева) и 350 $^{\circ}\text{C}$ для периода «посев – начало кущения» (конец сева), для озимого тритикале – соответственно 435–320 $^{\circ}\text{C}$, озимой ржи – 405–290 $^{\circ}\text{C}$ [3]. Указанные суммы температур обеспечивают не менее двух-трех побегов к моменту прекращения вегетации озимых культур. На основании указанных критериев были рассчитаны многолетние сроки начала и окончания сева озимых культур за период 2000–2020 гг., характеризующего последние изменения климата [3].

Определение оптимальных сроков сева озимых по уравнениям. С учетом установленных критериев по суммам температур, необходимых для наступления кущения озимых культур осенью до даты прекращения вегетации, за 2000–2020 гг. были рассчитаны ежегодные оптимальные сроки сева (расчеты оптимальных сроков сева за каждый год велись с использованием компьютерной программы, созданной в среде MATLAB; всего рассмотрено более 1000 годо-случаев). Проведенный анализ материалов за 2000–2020 гг. помог установить наиболее тесную связь между средней температурой воздуха за осенний период с 10 сентября по 15 ноября и оптимальным сроком начала сева озимых (озимой пшеницы) (рисунок).

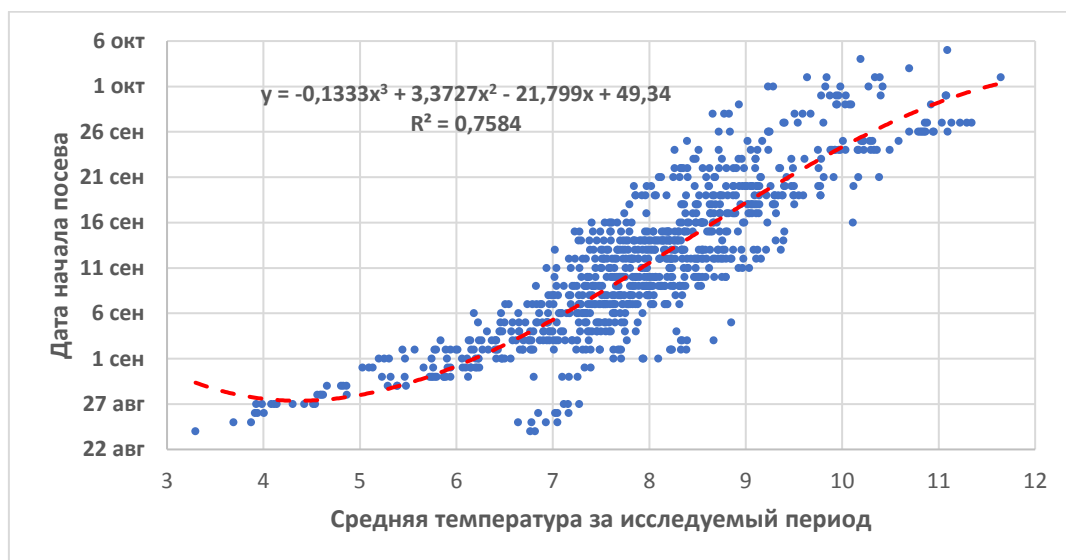


Рисунок – Зависимость даты начала сева озимой пшеницы от средней температуры воздуха за период с 10 сентября по 15 ноября (по данным пунктов наблюдений) за 2000–2020 гг.

Уравнение этой зависимости имеет следующий вид:

$$D = -0,13T^3 + 3,37T^2 - 21,8T + 49,34, \quad (1)$$

где D – искомая дата начала оптимального срока сева озимой пшеницы (количество дней, прошедших с 20 августа), T – средняя температура воздуха за текущий период (с 10 сентября по 15 ноября) по ближайшему пункту наблюдений (станции).

Аналогичные зависимости связи были установлены между средней температурой воздуха за период с 10 сентября по 15 ноября и оптимальным сроком начала сева озимого тритикале, а также между средней температурой воздуха за период с 15 сентября по 15 ноября и оптимальным сроком начала сева озимой ржи (уравнения 2, 3).

$$D = -0,14T^3 + 3,5T^2 - 22,28T + 51,27, \quad (2)$$

$$D = -0,17T^3 + 3,87T^2 - 22,67T + 50,67, \quad (3)$$

где D – искомая дата начала оптимального срока сева озимого тритикале (19), озимой ржи (20), считается по количеству дней, прошедших с 20 августа), T – средняя температура воздуха за текущий период (с 10 сентября по 15 ноября для озимого тритикале и с 15 сентября по 15 ноября для озимой ржи) на ближайшей станции.

Коэффициенты детерминации соответственно равны $R_{пш}^2 = 0,758$, $R_{тр}^2 = 0,731$, $R_{рж}^2 = 0,763$, что характеризует высокую зависимость дат начала сева от средних температур воздуха за указанные периоды.

Аналогичным способом были рассчитаны и оптимальные сроки окончания сева озимых культур. Связь между средней температурой за период и оптимальными датами окончания сева озимых выражается уравнениями:

$$D = -0,21T^3 + 4,6T^2 - 26T + 58, \quad (4)$$

$$D = -0,19T^3 + 4,3T^2 - 24T + 55, \quad (5)$$

$$D = -0,22T^3 + 4,8T^2 - 26T + 60, \quad (6)$$

где D – искомая дата окончания срока сева озимой пшеницы (4); озимого тритикале (5); озимой ржи (6). Считается по количеству дней, прошедших с 20 августа), T – средняя температура воздуха за период с 20 сентября по 10 ноября.

Для определения начала оптимального сева в конкретном году надо знать среднюю температуру за осенний период по близлежащему пункту наблюдений и прогноз погоды на сентябрь, который дается в конце августа. Средняя температура октября и ноября берется по многолетним данным. С учетом прогноза на сентябрь рассчитывается средняя температура за осенний период для каждой культуры, которая затем используется в расчетах даты начала сева. В работе [3] приведен подробный алгоритм расчета оптимальных сроков сева озимых зерновых культур с учетом поправки температуры воздуха на сентябрь.

Для упрощения расчетов нами с помощью уравнений (1–6) произведены вычисления оптимальных сроков сева озимых культур с учетом увеличения (уменьшения) температуры воздуха в сентябре по прогнозу на 1–2 °С. В таблице представлены значения оптимальных сроков сева озимой пшеницы, рассчитанные по пунктам наблюдений для Брестской области с учетом прогноза температуры воздуха на сентябрь. При ожидаемой температуре сентября около нормы используются средние многолетние значения оптимальных сроков сева.

В настоящее время такие расчеты выполнены для всех районов Брестской области. В хозяйствах для полей и участков с выраженным рельефом желательно вводить соответствующие поправки к срокам сева озимых с учетом рельефа поля. На пологих северных склонах (крутизна меньше 10°), получающих меньше тепла, ровное место сев следует начинать на 3–4 дня раньше, чем указано в таблице, а на южных склонах той же крутизны, наоборот, можно сеять на 3–4 дня позднее [3]. Чем

разнообразные почвенно-климатические условия области (района), тем продолжительнее оптимальные сроки сева озимых культур в пределах области (района).

Таблица – Оптимальные сроки сева озимой пшеницы в Брестской области с учетом прогноза температуры воздуха на сентябрь

Область / пункт наблюдений	Оптимальные сроки сева озимых зерновых культур				
	Средние многолетние значения	При увеличении (+) температуры воздуха в сентябре по прогнозу на		При уменьшении (-) температуры воздуха в сентябре по прогнозу на	
		1 °С	2 °С	1 °С	2 °С
Озимая пшеница					
Брестская	13.09–01.10	15.09–03.10	17.09–4.10	11.09–30.09	9–29.09
Барановичи	14.09–24.09	16.09–25.09	18.09–27.09	12.09–22.09	10.09–21.09
Ганцевичи	13.09–23.09	15.09–25.09	17.09–26.09	11.09–22.09	09.09–20.09
Ивацевичи	16.09–26.09	18.09–28.09	20.09–29.09	14.09–25.09	12.09–23.09
Пружаны	16.09–26.09	18.09–27.09	20.09–29.09	14.09–24.09	11.09–23.09
Высокое	18.09–28.09	20.09–29.09	22.09–01.10	16.09–27.09	14.09–25.09
Полесская	13.09–23.09	15.09–25.09	17.09–26.09	11.09–22.09	09.09–20.09
Пинск	18.09–29.09	20.09–30.09	22.09–01.10	16.09–27.09	14.09–26.09
Брест	21.09–01.10	23.09–03.10	25.09–04.10	19.09–30.09	17.09–29.09

В настоящее время в Институте природопользования НАН Беларуси разработана и внедрена в Белгидромете программа расчета оптимальных сроков сева озимых культур с учетом прогноза температуры воздуха на сентябрь. С помощью указанной программы можно рассчитать оптимальные сроки сева для каждого административного района, используя уравнения и распределение сумм температур осеннего периода. Для автоматизации всего процесса расчета оптимальных сроков сева озимых культур (от конкретного поля до области) в настоящее время проводится работа по детальному учету сведений по конкретному полю: местоположение, рельеф, тип почвы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисейчик, В. А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур / В. А. Моисейчик. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 294 с.
2. Оценка изменений агроклиматических ресурсов территории Республики Беларусь в период осеннего сева озимых зерновых культур / В. И. Мельник и [др.] // Природ. ресурсы. – 2022. – № 1. – С. 5–15.
3. Определение оптимальных сроков сева озимых культур на территории Беларуси в условиях современного изменения климата / В. И. Мельник // Гидрометеорол. исслед. и прогнозы. – 2022. – № 1 (383). – С. 108–125.

УДК 551.521.11(476)

О. П. МЕШИК, М. В. БОРУШКО

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: omeshik@mail.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Солнечная радиация – основной источник энергии на земле. Она играет первостепенную роль во многих биохимических процессах и формирует климат. В Республике Беларусь есть потребность в изучении особенностей пространственно-временного распределения характеристик солнечной радиации в связи с современными изменениями климата и его воздействиями на природу и жизнедеятельность человека, а также с внедрением энергосберегающих технологий и развитием возобновляемых, экологически безопасных энергоресурсов. Продолжительность солнечного сияния (далее – ПСС) является интегральным показателем, характеризующим приход солнечной радиации на земную поверхность. Продолжительность солнечного сияния зависит от широты местности, сезона года, режима облачности, который в свою очередь определяется характером циркуляционных процессов. Продолжительность солнечного сияния и режим облачности является одним из наиболее важных показателей, которые влияют на экологию, сельское хозяйство, здоровье человека и другие аспекты жизнедеятельности, поэтому их следует учитывать, в частности в градостроительстве, при планировании различных сельскохозяйственных мероприятий, для оценки гелиоэнергетических ресурсов территорий и других видов деятельности [1].

В настоящем исследовании использованы данные, характеризующие радиационный режим и облачность территории Беларуси [2; 3]. Временные ряды за репрезентативный 44-летний период с 1979 по 2022 г. приняты по 13 метеостанциям в соответствии с [4] и включают данные о фактической продолжительности солнечного сияния, средней ПСС за день с солнцем, возможной ПСС, количестве дней пасмурных по нижней и общей облачности, количестве дней ясных по нижней и общей облачности, балле нижней и общей облачности.

Как уже было сказано, ПСС зависит не только от широты местности [5], сезона года, высоты солнца над горизонтом в разное время года, но также от режима облачности, который в свою очередь зависит от особенностей циркуляционных процессов. Наблюдения за режимом облачности, т. е. определение состояния и развития физических процессов в атмосфере, основываются на инструментальных измерениях

метеорологических параметров. Однако количество, формы, вид и разновидность облаков зачастую определяются визуально, что также может носить субъективную оценку. Наблюдается определенная связь между ростом средней годовой ПСС, балла общей облачности, количества ясных дней с общей и нижней облачностью и уменьшением числа пасмурных дней по общей и нижней облачности с севера, северо-запада на юг, юго-восток [6]. В таблице 1 приведены парные корреляции между исследуемыми характеристиками на метеостанции Минск.

Таблица 1 – Матрица парных коэффициентов корреляции (R) исследуемых характеристик (годовые значения) на метеорологической станции Минск

Метеорологические характеристики	Балл общей облачности	Балл нижней облачности	Число ясных дней с общей облачностью	Число ясных дней с нижней облачностью	Число пасмурных дней с общей облачностью	Число пасмурных дней с нижней облачностью	Продолжительность солнечного сияния за год, часов	ПСС средняя за день с солнцем, часов	ΣR
Балл общей облачности	–	0,62	0,67	0,60	0,82	0,46	0,53	0,34	4,04
Балл нижней облачности	0,62	–	0,38	0,76	0,71	0,85	0,49	0,08	3,89
Число ясных дней с общей облачностью	0,67	0,38	–	0,60	0,47	0,30	0,30	0,52	3,24
Число ясных дней с нижней облачностью	0,60	0,76	0,60	–	0,58	0,54	0,52	0,20	3,8
Число пасмурных дней с общей облачностью	0,82	0,71	0,47	0,58	–	0,74	0,52	0,28	4,12
Число пасмурных дней с нижней облачностью	0,46	0,85	0,30	0,54	0,74	–	0,27	0,13	3,29
Продолжительность солнечного сияния за год, часов	0,53	0,49	0,30	0,52	0,52	0,27	–	0,41	3,04
ПСС средняя за день с солнцем, часов	0,34	0,08	0,52	0,20	0,28	0,13	0,41	–	1,96

Наилучшая корреляция с большинством исследуемых характеристик имеет место у числа пасмурных дней с общей облачностью, о чем свидетельствует максимальная сумма парных коэффициентов корреляции ($\Sigma R = 4,12$). Также по баллу общей и нижней облачности можно проводить

косвенные оценки других исследуемых параметров, при этом наблюдается наилучшая теснота связей и имеет место статистическая значимость. Однако статистически значимые связи для ПСС средней за день с солнцем с другими характеристиками отсутствуют [7].

В ходе исследования проведен комплексный анализ зависимостей наблюдаемых характеристик от широты метеорологической станции. Выполненный анализ характеризует исследуемые характеристики помесячно и в целом за год, что позволило оценить влияние сезонных факторов на исследуемые взаимосвязи. В таблице 2 приведены уравнения регрессии и коэффициенты корреляции связей исследуемых характеристик солнечной радиации с широтой местности. За отдельные месяцы приводятся худшие и лучшие оценки [7].

Таблица 2 – Статистические характеристики зависимостей между исследуемыми характеристиками (y) и широтой местности (x, °с. ш.)

Метеорологические характеристики	Год		Отдельные месяцы	
	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции
Продолжительность солнечного сияния, часов	$y = 44557x^{-0,797}$	$0,65 \pm 0,18$	$y = -0,8357x + 308,12$ (май)	$0,13 \pm 0,28$
			$y = 2E + 09x^{-4,237}$ (октябрь)	$0,94 \pm 0,07$
ПСС средняя за день с солнцем, часов	$y = 111,19x^{-0,716}$	$0,60 \pm 0,19$	$y = -0,01x + 6,4698$ (март)	$0,08 \pm 0,29$
			$y = -0,2187x + 16,392$ (октябрь)	$0,95 \pm 0,07$
Отношение фактической ПСС к возможной, %	$y = -0,779x + 83,053$	$0,76 \pm 0,23$	$y = -0,0979x + 52,298$ (апрель)	$0,06 \pm 0,29$
			$y = -128,5\ln(x) + 544,41$ (октябрь)	$0,94 \pm 0,10$
Балл общей облачности	$y = -0,1929x + 16,97$	$0,24 \pm 0,26$	$y = -0,0269x + 9,5937$ (ноябрь)	$0,06 \pm 0,29$
			$y = -0,3019x + 22,519$ (март)	$0,37 \pm 0,24$
Балл нижней облачности	$y = 4,2132\ln(x) - 12,2$	$0,28 \pm 0,29$	$y = 0,0268x + 1,9692$ (июнь)	$0,08 \pm 0,29$
			$y = 16,323\ln(x) - 60,338$ (октябрь)	$0,73 \pm 0,21$

Продолжение таблицы 2

Число дней ясных с общей облачностью	$y = 8E+07x^{-3,841}$	$0,30 \pm 0,29$	$y = -0,0436x + 4,334$ (март)	$0,09 \pm 0,29$
			$y = 2E+13x^{-7,486}$ (октябрь)	$0,60 \pm 0,24$
Число дней ясных с нижней облачностью	$y = 7113,7x^{-1,143}$	$0,13 \pm 0,30$	$y = -0,1135x + 10,901$ (февраль)	$0,15 \pm 0,28$
			$y = 6E + 14x^{-8,065}$ (октябрь)	$0,86 \pm 0,16$
Число дней пасмурных с общей облачностью	$y = 0,0027x^{2,7386}$	$0,66 \pm 0,23$	$y = 0,2133x + 0,7812$ (март)	$0,30 \pm 0,25$
			$y = 59,257\ln(x) - 222,78$ (октябрь)	$0,84 \pm 0,16$
Число дней пасмурных с нижней облачностью	$y = 100,74\ln(x) - 331,55$	$0,27 \pm 0,29$	$y = 0,2298x - 4,1829$ (февраль)	$0,23 \pm 0,26$
			$y = 30,342\ln(x) - 114,68$ (октябрь)	$0,56 \pm 0,25$

Лучшую зависимость от широты местности демонстрирует ПСС практически в течение всего года, причем в октябре наблюдается наилучшая связь ($R = 0,94 \pm 0,07$). Такие параметры, как балл нижней облачности, число ясных дней с общей облачностью, число пасмурных дней с нижней облачностью не имеют статистически значимых связей с широтой в течение всего года и в целом за год. Наилучшие связи большинства характеристик с широтой местности приходятся на сентябрь – ноябрь, наихудшие соответствуют февралю – маю. Октябрь характеризуется определенным изменением циркуляционных процессов в атмосфере. С октября в Беларуси формируется тип барического поля, наблюдается рост атмосферного давления, образуются мощные антициклоны, приводящие в итоге к увеличению повторяемости «бабьего лета», несколько увеличивается число ясных дней с нижней облачностью.

Полученные результаты являются ориентирующей основой для оценки характеристик солнечной радиации на территории Беларуси и позволяют с определенной точностью переходить от значений балла облачности и широты местности к оценкам числа ясных и пасмурных дней и продолжительности солнечного сияния.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мешик, О. П. Оценка гелиоэнергетических ресурсов климата Беларуси / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова // Вестн. БрГТУ. Сер. Водохоз. стр-во, теплоэнергетика и геоэкология. – 2020. – № 2 (120). – С. 93–99.
2. Справочник по климату Беларуси. Ч. 5. Влажность воздуха. Солнечное сияние. Метеорологическая дальность видимости / под. общ. ред. В. И. Мельника. – Минск : Минприроды, 2007. – 48 с.
3. Справочник по климату Беларуси. Ч. 6. Облачность. Атмосферные явления / под. общ. ред. В. И. Мельника. – Минск : Минприроды, 2007. – 56 с.
4. Климатический кадастр Республики Беларусь : метеорол. ежемесячник. – Минск : Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды, 1979–2022 гг.
5. Метеопрогностическое регулирование в гелиоэнергетике / О. П. Мешик [и др.] // Вестн. БрГТУ. Сер. Техн. науки (стр-во, машиностроение, геоэкология); экон. науки. – 2022. – № 3 (129). – С. 40–42.
6. Climate Resource Potential to Develop Solar Power in Belarus / A. Meshyk [et al.] // E3S Web Conf. – 2020. – Vol. 212. – P. 1–12.
7. Мешик, О. П. Современные оценки характеристик солнечной радиации территории Республики Беларусь / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова // Вестн. БрГТУ. Сер. Геоэкология. – 2023. – № 2 (131). – С. 115–122.

УДК 628.4.03

Н. В. МИХАЛЬЧУК¹, Е. Н. БАСАЛАЙ¹, А. В. БЕЗРУЧКО²

¹Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт
НАН Беларуси

²Беларусь, Брест, Брестский областной комитет природных ресурсов
и охраны окружающей среды

E-mail: basalaiekaterina@yandex.ru; alena-bezruchko@yandex.by

**ТИПИЗАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

В условиях стремительного развития цивилизации в мире обострилась проблема утилизации накапливающихся отходов [1]. Ежегодно в Республике Беларусь образуется около 4 млн т отходов; та их часть,

которую невозможно переработать повторно, подлежит захоронению на полигонах твердых коммунальных отходов (далее – ТКО). Несмотря на то что за последние десять лет количество поступающих на захоронение отходов постепенно снижается, полигоны ТКО остаются одним из наиболее значимых источников негативного воздействия на все компоненты окружающей среды – поверхностные и подземные воды, почву и растительность, атмосферный воздух [2–5].

Вопросы типизации полигонов ТКО в соответствии с их нагрузкой на окружающую среду по широкому спектру критериев рассматриваются в работах отечественных [2; 3] и зарубежных авторов [4; 5]. В соответствии с [2] выделяют прямые и косвенные критерии оценки воздействия полигонов на окружающую среду. С помощью прямых критериев осуществляют количественную оценку воздействия полигонов на компоненты природной среды, которая, по мнению авторов статьи, включает анализ состояния грунтовых вод и почв, лесных подстилок и растительного покрова относительно фоновых значений. Косвенные критерии оказывают влияние на окружающую среду через прямые критерии и, по мнению авторов статьи, представляют собой совокупность эксплуатационных характеристик полигонов (длительность эксплуатации и мощность полигона, площадь, занятая отходами, доля поступающих для захоронения экологоопасных отходов) и их оснащенности средозащитной инфраструктурой (наличие и состояние наблюдательных скважин, ограждения, водоотводных канав и обводных каналов, контрольного колодца уровня фильтрата, противофильтрационного экрана и системы сбора и обезвреживания фильтрата). В статье рассмотрен вопрос типизации полигонов ТКО Брестской области по косвенным критериям (эксплуатационные параметры).

На территории области в 16 районах на начало 2023 г. зарегистрировано 27 полигонов ТКО, среди которых 22 являются действующими и 5 полигонов закрыты для захоронения отходов. Нормативные документы 80-х гг. допускали строительство полигонов со сроком эксплуатации до 10 лет [2]; согласно действующему в Беларуси документу [6] средний расчетный срок эксплуатации полигона принимается в настоящее время за 15–20 лет. В этой связи по длительности эксплуатации полигоны ТКО Брестской области можно подразделить на три группы (таблица 1): со сроком эксплуатации менее 20 лет (7 полигонов), от 20 до 40 лет (7 полигонов) и более 40 лет (8 полигонов). Большинство полигонов области (68,2 %) функционируют более 20 лет и в соответствии с [6] фактически исчерпали сроки эксплуатации. При этом самые «старые» полигоны (Кобрин, Жабинки (д. Саки), Ивацевичей) функционируют

около 53–54 лет, а самые «молодые» – менее 5 лет (Береза (д. Речица) и 8 лет (г. п. Ружаны).

Таблица 1 – Группы полигонов ТКО Брестской области по длительности эксплуатации

Срок эксплуатации, лет	Наименование полигона
Более 40	Кобрин (д. Каташи), Жабинка (д. Саки), Ивацевичи, Пинск, г. п. Телеханы, Столин, Малорита, Ганцевичи
20–40	Ляховичи, г. п. Логишин, Барановичи, Лунинец, Брест, Дрогичин, Иваново
Менее 20	Каменец, Жабинка (д. Большие Мотыкалы), Давыд-Городок и Ольшаны, Микашевичи (ур. Черепашки), Пружаны, г. п. Ружаны, Береза (д. Речица)

По площади, занятой отходами, полигоны ТКО Брестской области можно разделить на три группы (таблица 2): крупные с занятой под отходами площадью более 10 га (2 полигона), средние – от 5 до 10 га (6 полигонов) и мелкие – менее 5 га (14 полигонов). На большинстве полигонов области (90,9 %) под отходами занято менее 8 га и только на двух полигонах – около 11,3 га. Суммарная площадь полигонов ТКО Брестской области, занятая отходами, составляет около 95,3 га.

Таблица 2 – Группы полигонов ТКО Брестской области по занятой отходами площади

Площадь, га	Наименование полигона
Более 10	Бановичи, Брест
5–10	Жабинка (д. Саки), Кобрин (д. Каташи), Лунинец, Пинск, Малорита, Ляховичи
Менее 5	Береза (д. Речица), Жабинка (д. Большие Мотыкалы), Дрогичин, Иваново, Каменец, Ивацевичи, Микашевичи (ур. Черепашки), Пружаны, Ганцевичи, Столин, Давыд-Городок и Ольшаны, г. п. Телеханы, Ружаны, г. п. Логишин

По мощности (количество отходов, т/год) полигоны ТКО Брестской области дифференцируются на четыре группы (таблица 3): полигоны, на которые поступает более 60 тыс. т отходов в год (1 полигон), от 30 до 60 тыс. т (2 полигона), от 15 до 30 тыс. т (4 полигона) и менее 15 тыс. т (15 полигонов). Из таблицы 3 видно, что на большинство полигонов области (86,4 %) попадает менее 30 тыс. т отходов в год; при этом

наибольшее количество отходов поступает на полигон ТКО г. Бреста (91,7 тыс. т/год).

Таблица 3 – Группы полигонов ТКО Брестской области по мощности

Мощность полигона, тыс. т/год	Наименование полигона
Более 60	Брест
30–60	Барановичи, Пинск
15–30	Столин, Давыд-Городок и Ольшаны, Кобрин (д. Каташи), Береза (д. Речица)
Менее 15	Пружаны, г. п. Ружаны, Лунинец, Каменец, Ляховичи, Иваново, г. п. Логишин, Жабинка (д. Большие Мотыкалы), Жабинка (д. Саки), Ивацевичи, г. п. Телеханы, Микашевичи (ур. Черепашки), Малорита, Дрогичин, Ганцевичи

По удельному весу захораниваемых экологоопасных отходов на территории области можно выделить три группы полигонов (таблица 4): полигоны, на которых захоранивается более 10 % экологоопасных отходов (3 полигона), от 5 до 10 % (2 полигона) и менее 5 % (17 полигонов). Количество (доля) образующихся экологоопасных отходов на территориях административных районов зависит от характера функционирующих производств (аграрного или промышленного).

Таблица 4 – Группы полигонов ТКО Брестской области по удельному весу захораниваемых экологоопасных отходов

Доля экологоопасных отходов	Наименование полигона
Более 10	Барановичи, Брест, Пинск
5–10	Кобрин (д. Каташи), Береза (д. Речица)
Менее 5	Жабинка, Ивацевичи, Лунинец, Иваново, Давыд-Городок и Ольшаны, Ляховичи, Пружаны, г. п. Ружаны, Каменец, Малорита, Дрогичин, Ганцевичи, г. п. Телеханы, Столин, Микашевичи (ур. Черепашки), г. п. Логишин

На большинстве полигонов области (77,3 %) захоранивается менее 5 % экологоопасных отходов, что отражает преимущественно аграрную специализацию соответствующих административных районов. Полигоны ТКО с большей долей экологоопасных отходов приурочены к районам с крупными промышленными производствами.

Таким образом, по эксплуатационным критериям полигоны ТКО Брестской области могут быть типизированы следующим образом.

По длительности эксплуатации выделены три группы полигонов: функционирующие более 40 лет (8 полигонов), от 20 до 40 лет (7 полигонов) и менее 20 лет (7 полигонов). По площади, занятой отходами, полигоны можно подразделить на три группы: крупные (более 10 га) – 2 полигона, средние (от 5 до 10 га) – 6 полигонов и мелкие, менее 5 га – остальные полигоны. По мощности полигоны ТКО можно дифференцировать на четыре группы: с объемом образования отходов более 60 тыс. т/год (1 полигон), от 30 до 60 тыс. т/год (2 полигона), от 15 до 30 тыс. т /год (4 полигона) и менее 15 тыс. т/год – остальные полигоны. По удельному весу экологоопасных отходов выделены три группы полигонов: с захоронением более 10 % экологоопасных отходов (3 полигона), от 5 до 10 % (2 полигона) и менее 5 % – остальные полигоны ТКО. На состояние компонентов окружающей среды среди приведенных косвенных (эксплуатационных) критериев преимущественное влияние оказывает удельный вес экологоопасных захороненных отходов и длительность эксплуатации конкретного полигона ТКО.

Работа выполнена в рамках конкурса БРФФИ-Брест-2022 (проект Х22Б-010, № ГР 20220931).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шимова, О. С. Экология и экономика природопользования : курс лекций : в 2 ч. / О. С. Шимова. – 2-е изд., стер. – Минск : Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2005. – Ч. 2. – 183 с.

2. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах / Д. М. Ерошина [и др.]. – Минск : БелНИЦ «Экология», 2010. – 152 с.

3. Чернова, И. В. Комплексная оценка геоэкологической нагрузки объектов отходов на окружающую среду (на примере Минской области) / И. В. Чернова, С. В. Какарека // Современные проблемы естествознания в науке и образовательном процессе : материалы респ. науч.-практ. конф., Минск, 22 нояб. 2017 г. / Белорус. гос. пед. ун-т ; редкол.: И. А. Жукова [и др.]. – Минск, 2017. – С. 327–330.

4. Кремнева, И. П. Классификация полигонов отходов и экологическая безопасность территории / И. П. Кремнева, И. И. Косинова // Экология Центр.-Чернозем. обл. Рос. Федерации : науч.-техн. журн. – 2008. – № 1–2. – С. 20–27.

5. Кремнева, И. П. Типизация полигонов промышленных и бытовых отходов по уровню воздействия на окружающую среду / И. П. Кремнева // Планета Земля: актуальные вопросы геологии глазами молодых ученых и студентов : материалы рос. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – М., 2009. – Т. 3. – С. 57–61.

6. Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Обращение с коммунальными отходами. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов. Правила проектирования и эксплуатации = Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Адыходы. Абыходжанне з камунальнымі адыходамі. Аб'екты захавання цвёрдых камунальных адыходаў. Правілы праектавання і эксплуатавання : ТКП 17.11-02-2009 (02120/02030). – Введ. 25.04.09. – Минск : Минприроды, 2014. – 29 с.

УДК 552.577

Г. В. НАУМОВА, Н. А. ЖМАКОВА, Н. Л. МАКАРОВА

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: zhmakova@mail.ru

ТОРФЯНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ ПРИРОДООХРАННЫЕ ФУНКЦИИ

Торфяные месторождения занимают значительные пространства на нашей планете. Площадь торфяных месторождений стран мира составляет по разным источникам от 400 до 500 млн га [1]. Самые большие площади торфяных месторождений сосредоточены в России – более 240 млн га и в Канаде – 170 млн га. Значительные территории занимают торфяные месторождения в США – около 40 млн га, из них 30 млн га – на Аляске. Большие площади заняты под торфяниками в Индонезии (26 млн га), Финляндии (10 млн га), Швеции (7 млн га), Китае (3,5 млн га), Норвегии (3,0 млн га), Малайзии (2,4 млн га), значительно меньше заболоченных площадей в Великобритании (1,68 млн га), Германии (1,66 млн га), Польше (1,35 млн га), Ирландии (1,2 млн га) и Исландии (1, млн га). На Кубе торфяные месторождения расположены на площади 0,5 млн га, еще меньше их в Японии – 0,2 млн га, а в таких европейских странах, как Дания, Италия, Венгрия, Франция торфяные площади составляют не более 0,1 млн га, в Болгарии – всего 0,001 млн га [2].

Мировые запасы торфа, по данным геологических разведок, оцениваются в 500 млрд т (условной 40 %-ой влажности) [3]. Крупнейшими запасами торфа располагает Россия – 235 млрд т, т. е. почти 50 % его мировых запасов расположено на ее территории. На втором месте в мире по наличию торфяных ресурсов стоит Индонезия с запасами 78,5 млрд т. Примерно одинаковыми ресурсами торфа располагают США (36 млрд т), Финляндия (35 млрд т), Канада (35 млрд т) и несколько меньшими – КНР (27 млрд т). Запасы торфа в Швеции составляют 11,2 млрд т, в Германии

7,3 млрд т, в Ирландии – 5,8 млрд т, в Великобритании – 5,7 млрд т, в Беларуси – 4,1 млрд т [3; 4].

Торфяные месторождения встречаются на всех континентах Земли, охватывая большинство стран мира, расположенных в различных климатических зонах. Известно, что погребенные залежи торфа обнаружены даже в Гренландии и на островах Антарктиды. Однако наибольшее количество торфяных месторождений сосредоточено в Северном полушарии, в зонах с умеренным климатом, где сложились наиболее благоприятные условия для интенсивного торфообразования и торфонакопления: преобладание осадков над испарением, соотношение тепла и влаги, формы рельефа и др. [5; 6].

В Северном полушарии находится более 80 % всех мировых ресурсов торфа. При этом самыми крупными и наиболее мощными по запасам являются месторождения верхового типа, а заторфованность территории в местах их размещения достигает максимальных величин. Так, в Западной Сибири заторфованность территории, в основном за счет месторождений верхового торфа, достигает 50 %, в Финляндии – более 30 %, в Беларуси – 14 %. Охватывая Западную Сибирь, месторождения верхового торфа простираются в Европейской части континента до побережья Атлантического океана, преобладая над другими типами торфяных отложений в странах Балтийского региона, Скандинавии и Западной Европы [7].

Верховое торфяное болото является сложной природной развивающейся и саморегулирующейся экосистемой, в которой органическое вещество остатков болотной растительности способно аккумулироваться, не подвергаясь полному распаду, и образует отложения торфа. Свойства саморегулирующейся экосистемы торфяное болото приобретает в процессе своего развития на стадии зрелости, которая наступает в период, когда на его поверхности преобладающей болотной растительностью становятся сфагновые мхи [8].

Гидрологические особенности отдельных территорий, способствующие их переувлажнению, приводят к первоначальному заболачиванию и последующему формированию торфяной залежи, которая, постепенно нарастая, меняет рельеф, уклон поверхности, уровень грунтовых вод, их сток. Исследования показали, что подтопляющее действие торфяных болот на окружающие ландшафты распространяется на расстояния, превышающие в десятки раз диаметр самого болотного массива [9].

Особую водоудерживающую роль выполняют верховые торфяные месторождения. Так, в 1 м³ сфагнового торфа естественного залегания концентрируется до 1 тыс. л воды. Например, общие запасы воды в болотах Западной Сибири достигают 1 тыс. км³, что существенно превышает объем годового стока рек, протекающих на ее территории [10].

Таким образом, торфяные болота олиготрофного типа являются мощным аккумулятором и хранилищем чистой пресной воды. Они активно влияют на гидрологический режим прилегающих территорий: в засушливые годы частично сбрасывая свои запасы воды в водоприемники, а затем восстанавливая эти запасы в многоводные по метеоусловиям годы, поддерживая на должном уровне стояние грунтовых вод и повышая влагообеспеченность прилегающих полей, лесов и пастбищ.

Осушение болот без учета их функций в природе приводит к изменению микроклимата на прилегающих территориях [11]. Наибольший ущерб при этом наносится в тех случаях, если торфяные месторождения расположены на водоразделах в поймах рек или озер [12]. Известно, что неосушенная торфяная залежь хорошо проводит тепло и способна его аккумулировать, а затем отдавать в окружающую среду, увлажняя воздух. Это предотвращает перегрев или переохлаждение воздуха в зависимости от поры года, исключая засухи и смягчая микроклимат. Характерно, что осушение больших болотных комплексов, таких, как Белорусское Полесье, привело к изменению не только микроклимата этого региона, но и климата в целом [13].

Велика биогеохимическая роль торфяных болот, как компонентов ландшафта. На сфагновом слабооблесенном болоте Западной Сибири, согласно литературным данным, биологическая продуктивность биомассы сфагновых мхов составляет до 21 тыс. т га в год [1].

С биохимических позиций торфяно-болотные комплексы можно оценивать как природные фильтры, создающие барьер и очищающие поверхностные и подземные воды, разрушая органические и биологические загрязнители, включая бактериальную и грибную микрофлору, тяжелые металлы, поступающие на поверхность растительного покрова болот с воздушными массами и атмосферными осадками. Эти токсиканты адсорбируются сфагновыми мхами, а затем прочно связываются в органоминеральные комплексы или разрушаются в процессе жизнедеятельности болотной флоры.

Необходимо особо отметить роль естественных болот в формировании газового состава атмосферы. Болотная растительность поглощает диоксид углерода – один из основных компонентов парниковых газов в атмосфере и под действием солнечного света превращает его в органическое вещество растений, которые после их отмирания трансформируются в торф. Таким образом, болота способны выводить углекислый газ из состава атмосферы и не возвращать его обратно. Взамен выведенного углекислого газа растения в атмосферу выделяют эквивалентное количество кислорода. Характерно, что в отличие от болот

на лугах и в зрелых лесах устанавливается равновесие между выведением углекислого газа и кислорода из атмосферы и их возвратом [14].

Важные функции болот в природной среде и в жизни общества требуют взвешенного и осторожного подхода к освоению и разработке неосвоенных торфяных месторождений, более глубокого изучения влияния каждого из факторов на экологическую безопасность, учета их исторической и культурно-рекреационной ценности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торф. Ресурсы, технологии, геоэкология / В. И. Косов [и др.]. – СПб. : Наука, 2007. – 452 с.
2. Global peat resources / ed. E. Lappalainen. – Finland, 1996. – 362 p.
3. Торфяные ресурсы мира : справочник / под ред. А. С. Оленина. – М. : Недра, 1988. – 383 с.
4. Пьявченко, Н. И. Торфонакопление и его продуктивность / Н. И. Пьявченко // Динамика органического вещества в процессе торфообразования. – Л. : Наука, 1978. – С. 141–155.
5. Пичугин, А. В. Торфяные месторождения / А. В. Пичугин. – М. : Высш. шк., 1967. – 275 с.
6. Лиштван, И. И. Торфяные и сапропелевые ресурсы как основа Государственной программы «Торф» / И. И. Лиштван // Энергет. стратегия. – 2008. – № 2. – С. 10–20.
7. Кац, Н. Я. Болота земного шара / Н. Я. Кац. – М. : Наука, 1971. – 290 с.
8. Лопатин, В. Д. О новом определении болота / В. Д. Лопатин // Вопросы экологии растений болот, болотных месторождений и торфяных залежей. – Петрозаводск : Карел. фил. АН СССР, 1985. – С. 41–48.
9. Иванов, К. Е. Водообмен в болотных ландшафтах / К. Е. Иванов. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 280 с.
10. Сирин, А. А. Водообмен и структурно-функциональные особенности лесных болот : автореф. ... д-ра биол. наук / А. А. Сирин. – М., 1999. – 44 с.
11. Логинов, В. Ф. Влияние мелиорации на региональный климат Беларуси / В. Ф. Логинов // Природ. ресурсы. – 1997. – № 1. – С. 24–27.
12. Тановицкий, И. Г. Антропогенные изменения торфяно-болотных комплексов / И. Г. Тановицкий, Ю. М. Обуховский. – Минск, 1988. – 165 с.
13. Бамбалов, Н. Н. Роль болот в биосфере / Н. Н. Бамбалов, В. А. Ракович. – Минск : Беларус. навука, 2005. – 285 с.
14. Бамбалов, Н. Н. Роль болот в формировании газового состава атмосферы / Н. Н. Бамбалов, В. А. Ракович, А. А. Шишко // Хімія і праблемы выкладання. – 1997. – Вып. 9. – С. 18–25.

УДК 550.4(476.7)

О. О. НИКИТЮК, М. А. БОГДАСАРОВ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: dorozhko070996@mail.ru; bogdasarov73@mail.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ С ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

К настоящему времени накоплено достаточно материалов о влиянии геохимических аномалий на здоровье взрослого населения. Так, например, связь заболеваемости населения и геохимических аномалий территории Беларуси представлена в работах В. В. Ковальского, И. К. Вадковского, С. Г. Комракова, А. В. Кудельского, К. И. Лукашева, В. К. Лукашева, А. В. Матвеева и др.

Для медико-экологических целей важное значение имеют не столько данные о наличии в четвертичных отложениях тех или иных элементов, сколько их аномальные концентрации. Учитывая рекомендации, в качестве показателя загрязнения (нижний предел концентраций, относящийся к аномалиям) приняты содержания элементов, превышающие два региональных кларка [1].

Так, на территории Брестской области встречаются геохимические аномалии фосфора, кобальта, свинца, олова и циркония. Наибольшую площадь занимает геохимическая аномалия фосфора, которая простирается в северо-западной, центральной, юго-восточной, северо-восточной частях Брестской области. На крайнем юго-западе расположена аномалия кобальта. На севере исследуемой территории встречается геохимическая аномалия циркония. На крайней южной части небольшими по площади участками простираются районы с аномальным содержанием свинца и олова.

В качестве меры зависимости между заболеваемостью взрослого населения и природными факторами и показателями применен коэффициент корреляции (r), который изменяется в пределах от -1 до $+1$. Принято считать, что при $r < \pm 0,19$ связь очень слабая, $\pm 0,20 \leq r \leq \pm 0,29$ – слабая связь, $\pm 0,30 \leq r \leq \pm 0,49$ – умеренная связь, $\pm 0,50 \leq r \leq \pm 0,69$ – средняя связь, $r \geq \pm 0,70$ – сильная связь. При $r = 0$ нет взаимосвязи двух показателей. Результаты корреляционного анализа представлены в таблице.

В результате корреляционного анализа между повышенным содержанием фосфора в четвертичных отложениях Брестской области

и группами патологий установлена сильная взаимосвязь с болезнями органов пищеварения, средняя взаимосвязь с болезнями крови, болезнями системы кровообращения, органов дыхания и костно-мышечной системы, умеренная – с доброкачественными новообразованиями и болезнями мочеполовой системы. С инфекционными, злокачественными новообразованиями, психическими расстройствами, болезнями нервной системы, болезнями эндокринной системы, болезнями кожи и подкожной клетчатки, травмами и отравлениями связь очень слабая или слабая.

Таблица – Результаты корреляционного анализа между заболеваемостью населения Брестской области и геохимическими аномалиями

Группы болезней	Геохимические аномалии				
	Фосфор	Кобальт	Свинец	Олово	Цирконий
Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	-0,26	-0,25	-0,21	-0,24	-0,14
Новообразования	-0,25	-0,18	0,19	0,38	-0,10
Злокачественные новообразования	-0,01	-0,07	-0,07	-0,54	0,13
Доброкачественные новообразования	-0,34	-0,19	0,13	-0,34	0,05
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекшие иммунный механизм	-0,62	-0,40	-0,71	-0,44	0,52
Психические расстройства и расстройства поведения	0,22	0,28	0,17	0,28	0,26
Болезни нервной системы	0,17	-0,24	0,13	-0,16	-0,19
Болезни системы кровообращения	0,68	0,71	0,80	0,55	-0,56
Болезни органов дыхания	-0,62	-0,51	-0,64	-0,55	0,79
Болезни органов пищеварения	0,75	0,84	0,85	0,66	0,79
Болезни мочеполовой системы	-0,43	0,08	0,23	-0,49	-0,49
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	0,69	0,57	0,86	0,68	0,76
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	0,15	0,12	0,22	0,23	-0,05
Болезни кожи и подкожной клетчатки	0,17	0,23	0,25	0,13	0,01
Травмы, отравления и некоторые другие последствия внешних причин	-0,04	-0,04	-0,05	0,07	0,28

Полученные результаты корреляционного анализа между аномальным содержанием кобальта в четвертичных отложениях исследуемой

территории и группами патологий указывают на следующие уровни взаимосвязи: сильная связь установлена с болезнями органов дыхания и системы кровообращения; умеренная связь – с болезнями крови, средняя связь – с болезнями органов дыхания и болезнями костно-мышечной системы; слабая или очень слабая зафиксирована с инфекционными, злокачественными и доброкачественными новообразованиями, психическими расстройствами и болезнями нервной системы, эндокринной системы, мочеполовой системы, болезнями кожи и подкожной клетчатки, травмами и отравлениями.

Выполненный анализ между геохимической аномалией свинца в четвертичных отложениях и группами патологий показал, что сильная связь фиксируется с болезнями крови, болезнями системы кровообращения, болезнями органов пищеварения и костно-мышечной системы. Умеренная связь зафиксирована с болезнями органов дыхания. С остальными из рассматриваемых групп нозологий установлена слабая или очень слабая взаимосвязь.

Корреляционный анализ между геохимической аномалией олова и группами болезней показал, что по большинству групп нозологий доминирует средняя взаимосвязь (злокачественные новообразования, болезни системы кровообращения, органов дыхания, органов пищеварения и болезнями костно-мышечной системы). Умеренная связь – с доброкачественными новообразованиями, болезнями крови и мочеполовой системы. С остальными группами нозологий (инфекционными, психическими расстройствами, болезнями нервной системы, кожи и подкожной клетчатки, болезнями эндокринной системы, травмами и отравлениями) установлена слабая и очень слабая взаимосвязь.

В результате корреляционного анализа между геохимической аномалией циркония и группами патологий установлена сильная взаимосвязь с болезнями органов пищеварения, органов дыхания и костно-мышечной системы. Средняя взаимосвязь – с болезнями крови, болезнями системы кровообращения, а умеренная – с болезнями мочеполовой системы. С инфекционными, злокачественными и доброкачественными новообразованиями, психическими расстройствами, болезнями нервной системы, эндокринной системы, болезнями кожи и подкожной клетчатки, травмами и отравлениями доминирует очень слабая или слабая взаимосвязь.

Таким образом, на основе корреляционного анализа в районах с геохимическими аномалиями (фосфора, кобальта, свинца, олова, циркония) и группами нозологий наибольшая взаимосвязь была установлена с болезнями крови, кроветворных органов и отдельных

нарушений, вовлекших иммунный механизм, болезнями органов дыхания, болезнями органов пищеварения, болезнями системы кровообращения и болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, А. В. Геохимия четвертичных отложений Беларуси / А. В. Матвеев, В. Е. Бордон. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 191 с.

УДК 551.482

И. В. ОКОРОНКО

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина
E-mail: okoronko2007@ya.ru

БИОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ВОДОСБОРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ БАССЕЙНА Р. ЛЕСНОЙ (БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ) 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 [1].

Целью настоящей работы является количественная оценка поступления биогенных элементов (азот и фосфор) в элементарные водосборы р. Лесной от антропогенных источников. Объектом исследования выступают элементарные 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) в элементарные водосборы с последующим их интегрированием. Методика, представленная в данной работе, была апробирована при оценке поступления биогенных элементов на речных бассейнах Мухавца и Ясельды [2; 3]. Исследования выполнены по следующей схеме.

1. За операционную типологическую единицу принят элементарный водосбор. Посредством геоинформационного картирования выделено 14 элементарных водосборов в пределах бассейна р. Лесной (рисунок 1).

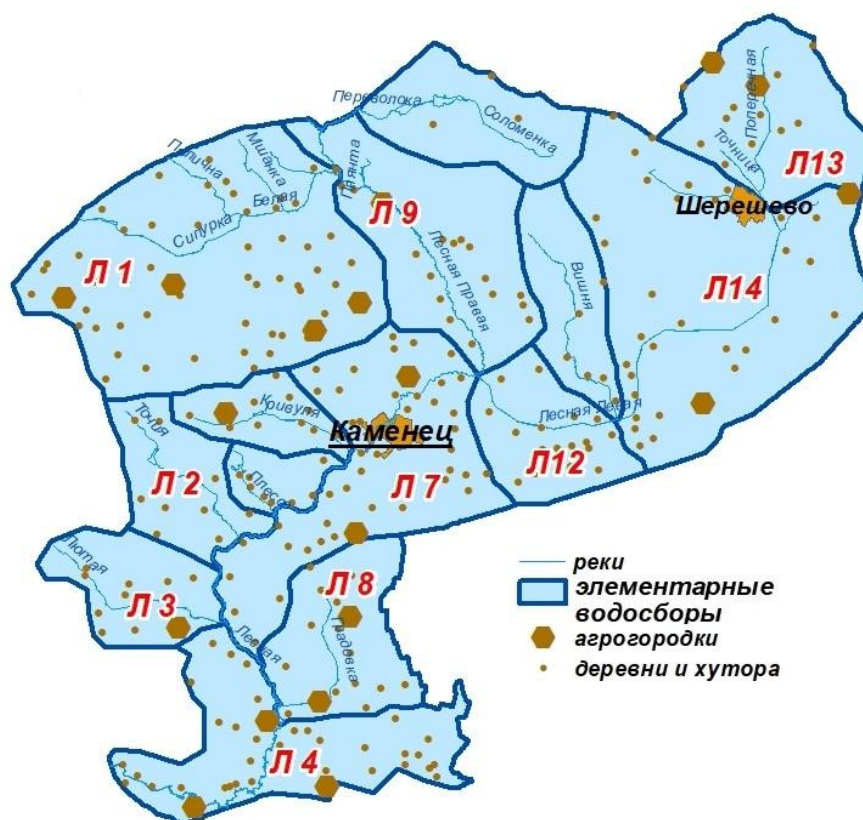


Рисунок 1 – Элементарные водосборы бассейна р. Лесной

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 [1–3]. В материалах ХЕЛКОМ [4] 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 1 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. Общая численность населения водосбора составляет 46,18 тыс. человек. Население проживает в 286 населенных пунктах, из которых один город районного подчинения (г. Каменец), один поселок городского типа (п. Шерешево), 19 агрогородков, 265 сельских населенных пунктов (258 деревень, 3 поселка, 4 хутора). Населенные пункты размещены равномерно на всей территории бассейна, наименьшая концентрация наблюдается в северной части водосбора в границах Национального парка «Беловежская пуща». В целом бассейн р. Лесной характеризуется невысокими показателями плотности населения (21 чел/км²) и урбанизации (22,2 %). Городское население составляет 10,25 тыс. человек, сельское – 35,93 тыс. человек. В границах водосбора расположено 17 предприятий агропромышленного комплекса и свыше 80 фермерских хозяйств.

Таблица – Основные источники поступления биогенных элементов

Элементарный водосбор	Численность населения, тыс. человек (2018)		Численность сельскохозяйственных животных, тыс. голов			Количество вносимых минеральных удобрений, тыс. т. д. в.
	городское	сельское	КРС	свиней	птицы	
Л1	0	4,32	12,96	0	0	1,82
Л2	0	1,06	8,47	105,0	0	0,96
Л3	0	4,02	14,19	0	0	1,55
Л4	0	11,75	17,32	87,0	0	1,60
Л5	0	1,29	1,08	0	0	0,46
Л6	0	0,23	0,71	0	0	0,28
Л7	8,36	2,66	7,60	0	0	1,56
Л8	0	4,38	6,13	0	0	1,14
Л9	0	1,61	0,65	0	0	0,17

Продолжение таблицы

Л10	0	0,07	0,00	0	0	0,00
Л11	0	0,02	0,29	0	0	0,01
Л12	0	0,61	2,76	0	0	0,28
Л13	0	2,24	22,35	0	0	1,53
Л14	1,89	1,69	13,06	0	0	0,87

Общая численность крупного рогатого скота в границах бассейна составляет 107,57 тыс. голов. В западной части водосбора расположены два крупнейших свиного комплекса: ОАО «Беловежский» с численностью свиней 105 тыс. голов и ОАО СГЦ «Западный» – 87 тыс. голов. Ежегодно сельхозпредприятиями вносится свыше 12 тыс. т действующего вещества минеральных удобрений.

Согласно полученным статистическим данным было рассчитано общее количество поступающего $N_{\text{общ.}}$ и $P_{\text{общ.}}$ на единицу площади (га) в элементарные водосборы р. Лесной (рисунок 2).

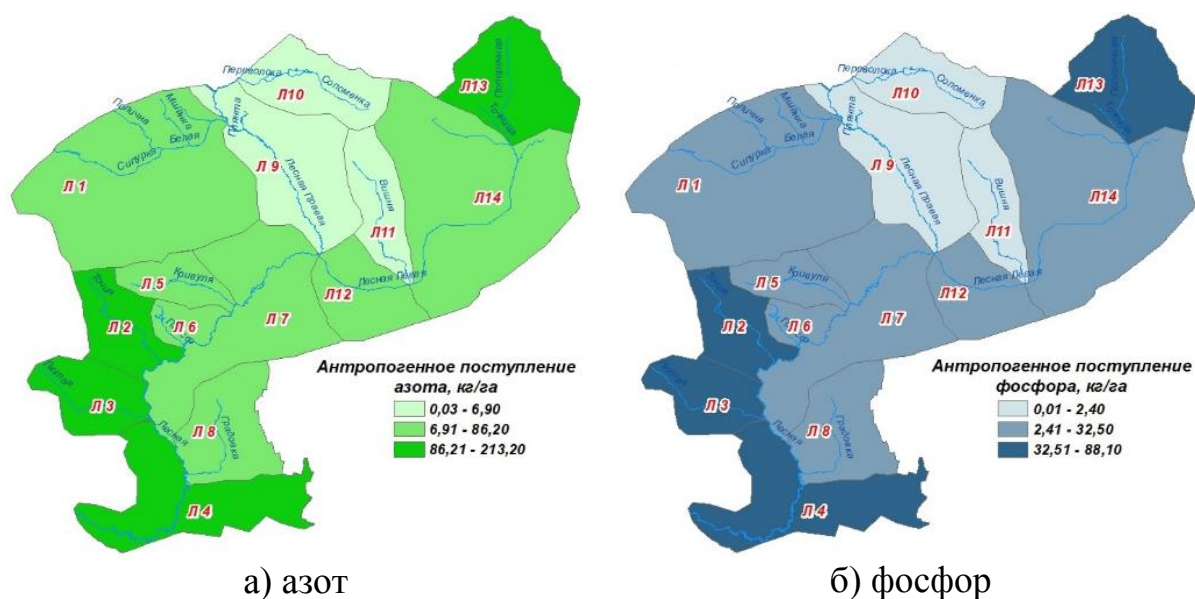


Рисунок 2 – Распределение биогенных элементов

Наибольшее количество $N_{\text{общ.}}$ поступает в пределах водосборов Л3 (213,2 кг/га) и Л13 (176,2 кг/га), соответственно $P_{\text{общ.}}$ – на водосборе Л3 (88,1 кг/га), водосборе Л13 (77,6 кг/га). В соответствии с требованиями HELCOM приняты ограничения по внесению не более 170 кг/га азота и не более 25 кг/га фосфора [4]. Согласно данному требованию, превышение по азоту наблюдается на элементарных водосборах Л3 и Л13, а по фосфору – на водосборах Л3, Л13, Л2, Л4 и Л8.

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 [Электронный ресурс] / А. А. Волчек, И. В. Окоронко // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках : 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. Окоронко, И. В. Биогенная нагрузка на водосборный бассейн реки Ясельда от антропогенных источников // Географія. – 2021. – № 3. – С. 21–28.
4. HELCOM Guidelines for the compilation of waterborne pollution to the Baltic Sea (PLC-water). – Helsinki : HELCOM, 2005. – 80 p.

УДК 551.435.11

А. В. ПИКАС

Беларусь, Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины
E-mail: Pikas.leha@gmail.com

**ТРАНСФОРМАЦИЯ УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ Р. ИПУТИ
В ПРЕДЕЛАХ Г. ГОМЕЛЯ КАК СЛЕДСТВИЕ
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Долины рек являются местом интенсивного проявления различных экзогенных геологических процессов. Геологическая деятельность постоянных водотоков значительно преобразует рельеф окружающей среды. Долина р. Ипути, в частности ее устьевая часть, является местом активного проявления этих процессов.

Река Ипуть впадает в р. Сож в г. Гомеле. В настоящее время узел слияния этих рек представляет собой Володькино озеро, ранее Ипуть впадала в излучину Сожа. Образование озера связано с намывом аллювиального материала на нужды строительства. Геологические процессы, протекающие в долине р. Ипути, были изучены на участке ее левобережной поймы от ул. Луначарского и моста через Ипуть до устья.

В настоящее время русло реки на данном участке преимущественно прямолинейно, однако анализ космических снимков прошлых лет (рисунок 1) показывает, что ранее (до середины 90-х гг.) устье Ипути располагалось восточнее и имело большую ширину.

По данным снимков 2000 г. (рисунок 1), современное русло уже существует, однако наблюдается многорукавность. К 2006 г. старое устье окончательно теряет связь с руслом, а новое расширяется. Таким образом, современное русло и устье Ипути сформировались недавно (с середины 90-х по середину 2000-х гг.) и в настоящее время медленно расширяется. Это обуславливает интенсивное проявление геологических процессов на данном участке.

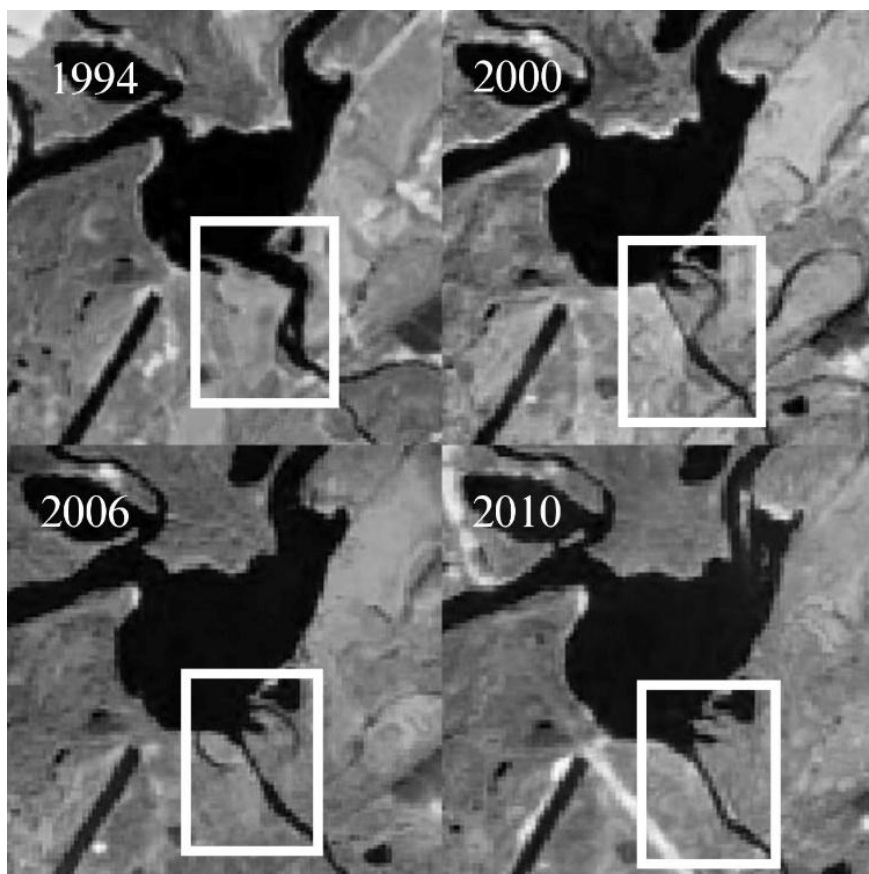


Рисунок 1 – Изменение устья Ипути по данным космических снимков разного возраста

В южной части исследуемого участка (около моста через Ипуть) происходит отложение аллювиального материала, это прослеживается по формированию наносов, отмелей и островов вдоль берега Ипути. Берега преимущественно низкие с обеих сторон. Эрозионные процессы в этой части не проявляются.

Ниже по течению высота берегов Ипути начинает увеличиваться. Они становятся крутыми и обрывистыми симметрично с обеих сторон, их высота колеблется от 1,5 до 3,5 м. Это связано с недавним формированием современного устья и, таким образом, активным размывом берегов. В этой части исследуемого участка активно проявляются эрозионные процессы (рисунок 2), в частности, практически повсеместно наблюдается осыпание и оползание грунта. Склоны не задернованы. В верхней части склона происходит отрыв блоков грунта, после чего они постепенно сползают по склону.



Рисунок 2 – Эрозионные процессы на берегах Ипути

Для обрывистых склонов характерно наличие в них гнезд ласточек, что является проявлением биологического выветривания (рисунок 3).

Несмотря на крутизну склонов, для данной территории характерно отсутствие овражно-балочной сети. Это обусловлено задернованностью бровки склона и выположенностью окружающего рельефа, что препятствует формированию ложбин стока и развитию на их месте оврагов.

Таким образом, современное устье р. Ипути сформировалось не более 20–25 лет назад и в настоящее время продолжает развиваться, что обуславливает интенсивное проявление эрозионных процессов. Активно происходит разрушение берегов, для которого характерно преобладание гравитационных процессов. Оврагообразование не проявляется.



Рисунок 3 – Гнезда ласточек как пример биологического выветривания

УДК 502.5

Д. Г. ПОДРУБНЫЙ

Россия, Москва, ГУЗ

E-mail: dmitrypodrubny@gmail.com

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ
РЕКРЕАЦИИ И ТУРИЗМА В ДОЛИНАХ МАЛЫХ РЕК
(НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Введение. Малые реки и их долины – уязвимые геосистемы. Одновременно они выполняют множество экологических функций. Среди наиболее ценных – туристско-рекреационные [1].

Цель работы – провести предварительную оценку условий развития рекреации и туризма в долинах малых рек Брянской области на основе физико-географических, социально-экономических, туристско-информационных, экологических данных и дать рекомендации для дальнейших

геоэкологических исследований. Объект работы – Брянская область Российской Федерации.

Методы и материалы. На первом этапе выявлялись комплексы действующих объектов, обеспечивающие в долине малой реки функционирование единой туристско-рекреационной системы городского населенного пункта (в том числе поселка городского типа).

Определено 11 показателей развития рекреации и туризма в долине малой реки: 1) длина реки (до 100 км); 2) природная дискомфортность; 3) эколого-геоморфологическое состояние; 4) численность населения; 5) социально-экономическое положение; 6) транспортная доступность; 7) количество объектов рекреации и туризма в городе; 8) количество объектов рекреации и туризма за чертой города; 9) роль реки в сине-зеленой инфраструктуре города; 10) потенциальная неустойчивость естественных ландшафтов; 11) общая антропогенная нагрузка.

Использовались данные Государственного водного реестра, Института географии РАН, Национального атласа России, Федеральной службы статистики, различных краеведческих, туристско-информационных и транспортно-информационных ресурсов. Социально-экономическое положение соответствует отнесению городского населенного пункта к моногороду и его социально-экономическому положению. Показатели 3 и 9 получены в ходе визуального тематического дешифрирования космоснимков. Все показатели переведены в балльно-рейтинговую систему от 0 до 3 баллов по нарастающей площади и степени негативного воздействия.

Результаты и обсуждение. Всего в Брянской области выявлено 7 малых рек, в долинах которых находится комплекс объектов рекреации и туризма. В границах Центрального экономического района Брянская область соответствует данным, полученным в основном туристско-рекреационном районе Европейской части России (рисунок).

Долина реки Снежети наиболее развита в туристско-рекреационном плане, входит в Брянский туристско-рекреационный район и его Карачевский подрайон. Реализации маршрутов помогает близость к Брянску. Основные объекты – Карачевский Воскресенский монастырь, церкви Карачева, производство елочных игрушек в ООО «Интерьер-промысел» (промышленный туризм) [2]. Заказник «Карачевский» затрагивает долину незначительно.

Вне Карачева долина характеризуется ярко выраженным военно-патриотическим туризмом по партизанским местам. В черте Брянска занята зеленой зоной.

Московка, Карна, Унеча, Сев, Бабинец и Судынка не расположены в ключевых туристско-рекреационных кластерах, но их долины обладают комплексом объектов культурно-познавательного характера [2]. В Клинцах, Новозыбкове, Севске и Стародубе сохранилась историческая застройка и в сумме городской ландшафт межкультурного региона. Мглин и Унеча привлекают церковной архитектурой.

Особо охраняемые природные территории регионального значения расположены в загородной части долин: Унеча – родники, Сев – дубравы и «Севские склоны».

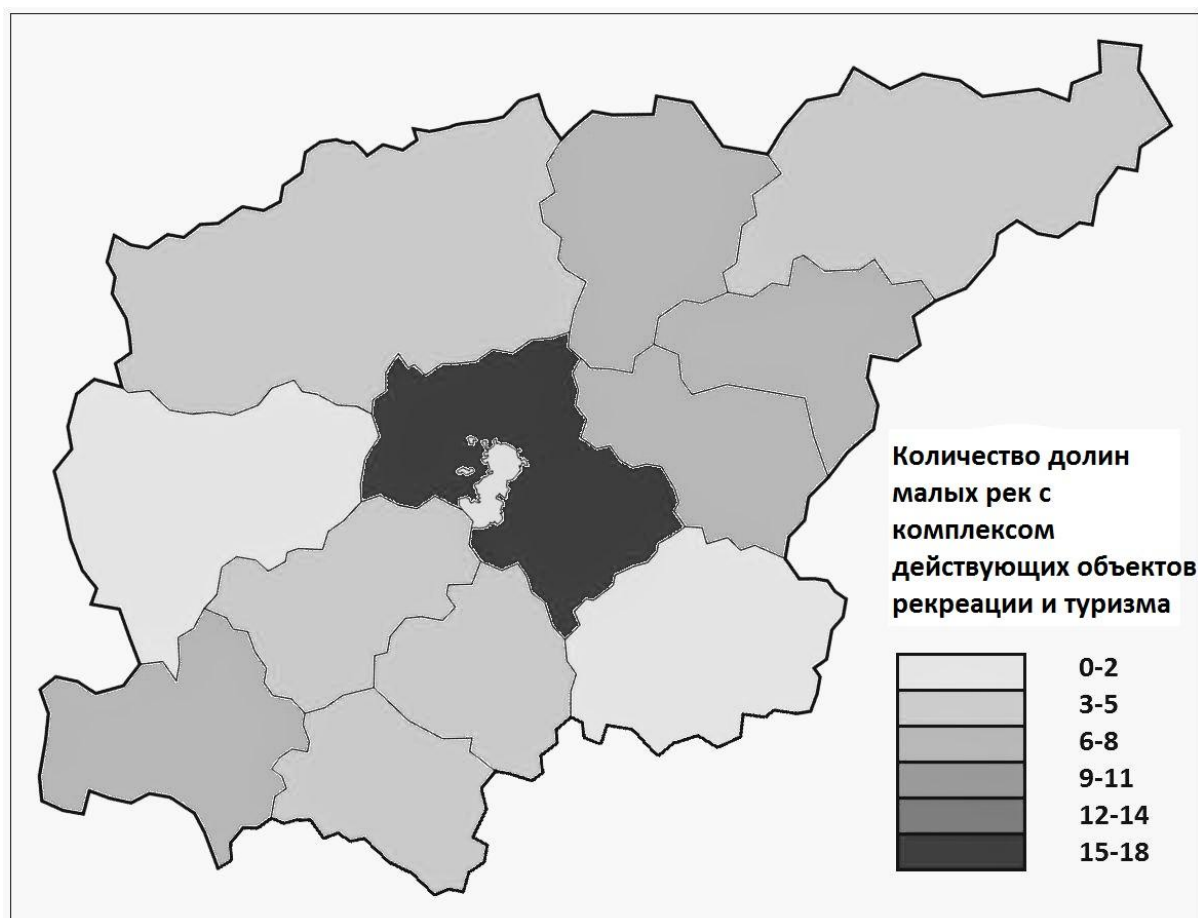


Рисунок – Количество долин малых рек с комплексом действующих объектов рекреации и туризма в субъектах ЦЭР (за исключением областных центров и г. Москвы)

Результаты оценки общедоступных данных показаны в таблице. В настоящий момент регион зависит от геополитической обстановки, данный показатель не включен в оценку ввиду своей высокой динамичности.

Таблица – Условия развития рекреации и туризма в долинах малых рек Брянской области на основе общедоступных данных

Река (город/пгт – туристско-рекреационный центр)	Показатели				Всего баллов
	физико-географические	социально-экономические	туристско-информационные	экологические	
Снежень (Карачев)	7	7	6	6	26
Московка (Клинцы)	6	6	4	6	22
Унеча (Унеча)	7	4	6	3	20
Карна (Новозыбков)	6	4	3	5	18
Сев (Севск)	9	1	4	4	18
Бабинец (Стародуб)	7	1	3	4	15
Судынка (Мглин)	6	1	3	3	13

Выявлены следующие геоэкологические особенности развития рекреации и туризма в долинах малых рек Брянской области.

- Наибольшая туристско-рекреационная нагрузка оказывается на долины рек Снежень и Московка, на что влияет численность населения, выгодное транспортное положение, туристская привлекательность.

- Долины рек Снежень и Московка являются ключевыми экологическими коридорами городов, что повышает уязвимость геосистем.

- Долины рек Бабинец и Судынка получают меньшую туристско-рекреационную нагрузку во многом в силу транспортной удаленности.

- Радиоактивное загрязнение вследствие Чернобыльской катастрофы должно учитываться при эколого-рекреационной реабилитации малых рек.

- Унеча, Карна и Московка принадлежат к трансграничному бассейну р. Ипути. В границах ЦЭР это один из немногих случаев сосредоточения туристско-рекреационных ресурсов долин малых рек, который требует применения бассейнового подхода.

- Ландшафтные и климатические условия, сохранность естественного состояния русел малых рек располагают развитию потребительского туризма, а также экологического, включая водные виды (например, сплав на байдарках), что нуждается в контроле [3].

- Перечисленные долины могут быть рассмотрены как сложные приграничные эколого-туристско-рекреационные кластеры разного уровня, для устойчивого функционирования которых необходимо учитывать геоэкологические проблемы малых рек.

- Снеженьский эколого-туристско-рекреационный кластер совпадает со Снеженьским туристско-рекреационным кластером [3] и является приоритетным для научного исследования.

Выводы. Долины малых рек Брянской области обладают значительным потенциалом для дальнейшего развития рекреации и туризма (количественная оценка сравнима с Ярославской, Ивановской и Владимирской областями). Они являются сложными приграничными геосистемами и нуждаются в отдельном подходе. Наиболее уязвимы от туристско-рекреационной деятельности долины рек Снежень и Московка, которые являются предпочтительными в геоэкологических исследованиях. Долина р. Снежети – возможный эколого-туристско-рекреационный кластер, зависящий от состояния малого водотока.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Headwater streams and Wetlands are Critical for sustaining Fish, Fisheries, and Ecosystem Services / S. A. R. Colvin [et al.] // Fisheries. – 2019. – Vol. 44, № 2. – P. 73–91.

2. Куница, М. Н. Особенности и положение Брянского туристско-рекреационного района в туристской индустрии Брянской области / М. Н. Куница, Н. Л. Гаврютина // Экономика. Социология. Право. – 2019. – № 3 (15). – С. 36–48.

3. Ахромеев, Л. М. Кластерный подход к перспективам развития туризма в Брянской области / Л. М. Ахромеев, И. В. Шарапаев // Географические проблемы сбалансированного развития староосвоенных регионов : материалы IV Междунар. заоч. науч.-практ. конф. – Брянск : Курсив, 2017. – С. 6–9.

УДК 664.7(091)(476)

**І. М. ПРАКАПОВІЧ¹, К. А. МАКАР², А. Я. ЯРОТАЎ²,
К. В. МАЦЮШЭЎСКАЯ²**

¹Беларусь, Паставы, Пастаўская гімназія

²Беларусь, Мінск, БДУ

E-mail: igarpr@gmail.com; kristina.mazurina.02@mail.ru;

yarotau@gmail.com; katerina.vm@gmail.com

**ВАДЗЯНЫЯ МЛЫНЫ ПАСТАЎСКАГА РАЁНА ВІЦЕБСКАЙ
ВОБЛАСЦІ ЯК ЭЛЕМЕНТ ФАРМАВААННЯ ТУРЫСТЫЧНАЙ
ПРЫВАБНАСЦІ ТЭРЫТОРЫІ**

Краязнаўства на Пастаўшчыне развіваецца дынамічна і разгалінавана. Даследчыкі-аматары вывучаюць падзеі сівой даўніны, матэрыялы часоў войн і ліхалеццяў, гісторыі вёсак і мястэчак, творчыя здабыткі творцаў

нашага краю. Але застаецца шэраг тэм, якімі да апошняга часу амаль ніхто не займаўся. Да іх адносіцца і гісторыя млынарства на Пастаўшчыне.

У XVIII – першай палове XX ст. млыны былі своеасаблівымі лакальнымі цэнтрамі эканамічнага і грамадскага жыцця. Некаторыя з іх прапаноўвалі даволі шырокі набор паслуг: размол збожжа на простую муку і пыталы, выраб круп, валенне сукна, распілоўка дрэва на тартаках, выцісканне алею, выраб паперы.

Наогул пра млыны сучаснаму чалавеку вядома мала, бо амаль усе яны спынілі сваю дзейнасць пасляваенным часам. Энергія малых рэк, якая выкарыстоўвалася для памолу збожжа, была заменена больш эфектыўнай электраэнергіяй, што выпрацоўваюць цеплавыя электрастанцыі. У выніку многія млыны былі зруйнаваныя, іншыя значна пашкоджаны або разбураны; ацалелі толькі адзінкі – тыя, што былі прыстасаваны для нейкіх іншых патрэб.

Вадзяны млын – будынак на беразе ракі або праточнага возера для памолу зерня, механізмы якога працуюць ад энергіі руху вады. Галоўная функцыя млына – памол зерня, якое малолася на муку двух відаў – грубую і дробную (пыталь). Некаторыя млыны маглі выпрацоўваць электраэнергію (млыны ў Хрыстове і Манькавічах). Таксама пры млыне маглі дзейнічаць: лесасілка, сукнавальня, а пры млыне ў Паставах працавалі паперня (для вырабу грубай паперы) і алейня (для ціску алею).

За XX ст. млыны паступова згортвалі сваю дзейнасць, прыпыняліся і прыходзілі ў заняпад. З другой паловы XX ст. імі ўжо ніхто не карыстаецца, некаторыя млыны захаваліся толькі як славутасці Пастаўскага раёна.

Папярэдняе вывучэнне матэрыялаў інтэрнэта і краязнаўчай літаратуры паказала, што сістэматызаваныя звесткі пра млыны Пастаўскага раёна адсутнічаюць: няма агульнага спісу, апісання размяшчэння, тэхналагічных працэсаў, уладкавання, планаў і схем, запісаў успамінаў жыхароў. Нявывучанасць гэтых аб'ектаў з'яўляецца значнай рэгіянальнай праблемай. Яе актуальнасць вызначаецца ўзрастаючай цікавасцю жыхароў Беларусі і замежжа да гісторыі і традыцыйнай спадчыны беларускага народа, развіццём турысцка-экскурсійнай інфраструктуры на Пастаўшчыне. Таму для вырашэння гэтай праблемы былі выкананы наступныя крокі:

1. Збор і аналіз літаратурных крыніц і матэрыялаў інтэрнэта.

Вывучэнне літаратурных крыніц і інтэрнэт-рэсурсаў па тэме дало нязначныя вынікі. Гэта сведчыць пра тое, што даследаваннем вадзяных млыноў на тэрыторыі Пастаўшчыны ні навукоўцы, ні мясцовыя краязнаўцы не займаліся. Найбольш грунтоўнае апісанне ўдалося знайсці для млына ў Паставах, асобныя звесткі – пра млыны ў Томішках

і Казлоўшчыне. Пра астатнія аб'екты ў крыніцах утрымліваюцца толькі кароткія паведамленні пра месцазнаходжанне і ў некаторых выпадках – пра ўласнікаў і спецыялізацыю.

2. Правядзенне палявых даследаванняў (экспедыцый) і апрацоўка атрыманых матэрыялаў:

На дадзеным этапе была сабрана значная частка фактычнага матэрыялу. Усяго было праведзена чатыры краязнаўчыя аўтаэкспедыцыі, вынікі якіх былі пасля апрацаваны.

3. Аналіз размяшчэння млыноў, іх апісанне.

На аснове матэрыялаў краязнаўчых экспедыцый і сабраных звестак з розных інфармацыйных крыніц з'явілася магчымасць зрабіць апісанне ўсіх вадзяных млыноў Пастаўскага раёна, якія дзейнічалі ў XVIII–XX стст. Усяго іх налічвалася 28.

На падставе апісанняў вадзяных млыноў Пастаўшчыны была праведзена іх сістэматызацыя па шэрагу паказчыкаў: канструкцыйныя асаблівасці, тэхналагічныя працэсы, памеры дамбаў і шлюзаў, гаспадары, час дзеяння, стан захавання. На жаль, праз тое, што частка млыноў на цяперашні час поўнасцю знішчана, а сведкаў і літаратурных крыніц адшукаць не ўдалося, вызначыць іх некаторыя характарыстыкі не атрымалася.

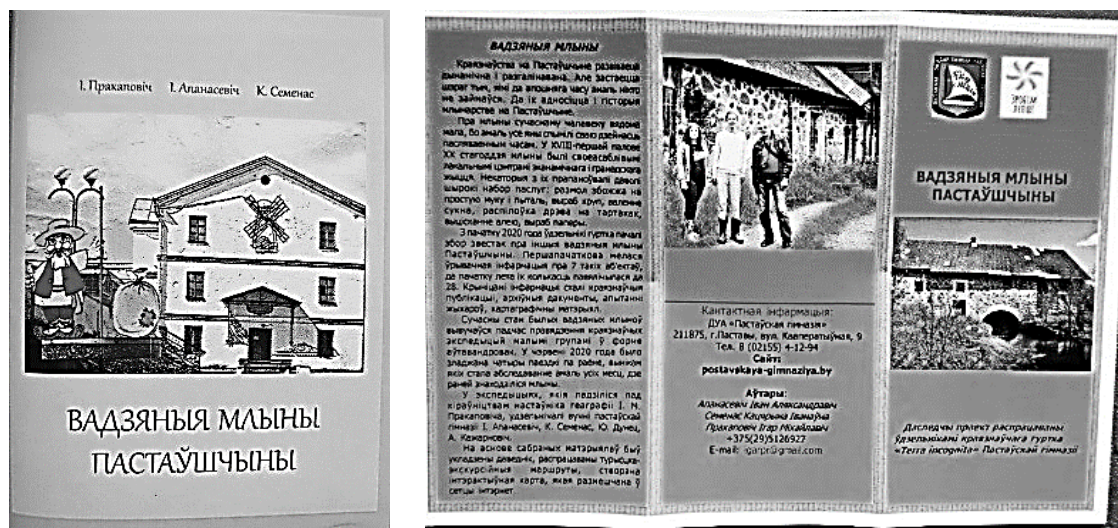
Усе вывучаныя млыны будаваліся з мэтай памолу збожжа. Большасць з іх (18) была ўзведзена на буйнейшых рэках раёна (Заражанак-Галбяіца (5), Мядзелка (4), Караліноўка (2), Лынтупка (2), Пеляка (2)). На меншых рэках (Ласіца, Камайка, Шурыца, Аржоўка) мелася па адным млыне. Даволі значны млын стаяў на пратоцы паміж Сурвілішскімі азёрамі. Астатнія млынкі былі невялікія, працавалі перыядычна, бо выкарыстоўвалі вадзі з ручаёў, якія жывіліся вадой з крыніц (Скрунды, Хрыстова, Крыкалы) або азёр (Рудня, Задзеўе). Асобна вылучаюцца два невялікія млыны, якія дзейнічалі на пратоках між ставоў маёнтка Норыца.

Некаторыя вадзяныя млыны з'яўляліся значнымі гідратэхнічнымі сістэмамі, паколькі разам з памолам збожжа ажыццяўляліся і іншыя тэхналагічныя працэсы. Найбольш разнастайныя функцыі выконваў млын у Паставах, дзе малолі зерне, распілоўвалі драўніну, выраблялі алей і паперу. На млынах у Манькавічах, Казлоўшчыне і Дунілавічах стаялі генератары, якія выпрацоўвалі электраэнергію, прычым першыя два былі ўзведзены ў маёнтках, якія належалі князю У. Друцкаму-Любецкаму.

Пры млынах у Алешыне, Казлоўшчыне, Паставах, Пеляцэ, Томішках, Хрыстова дзейнічалі тартакі (лесапільні). У мястэчках Варапаева, Дунілавічы, Манькавічы і вёсцы Міхаліна на энергіі вадзі працавалі валюшні (сукнавальні).

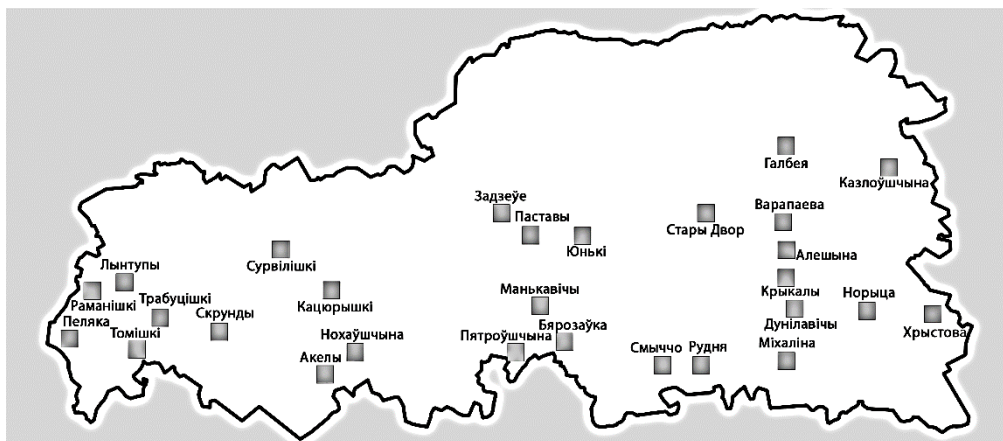
4. Папулярызацыя атрыманых вынікаў даследавання.

На аснове матэрыялаў, якія былі сабраныя падчас комплексных экспедыцый, былі складзены даведнік і буклет (малюнак 1).



Малюнак 1 – Вокладка даведніка і буклет

Таксама была створана інтэрактыўная карта (малюнак 2), якая размешчана ў сетцы інтэрнэт.



Малюнак 2 – Картоід “Размяшчэнне вадзяных млыноў на тэрыторыі Пастаўскага раёна” (інтэрактыўная карта)

Акрамя гэтага, былі распрацаваны турысцка-экскурсійныя маршруты. Адзін з такіх тэматычных маршрутаў атрымаў назву “Прамысловая спадчына Пастаўшчыны: цагельні і вадзяныя млыны”.

Маршрут экскурсіі: Паставы (Рынкавая плошча, млын, цагельня каля аўтастанцыі) – Юнькі (млын) – Лучай (касцёл) – Дунілавічы (касцёл, млын, цагельня) – Алешына (цагельня, млын (ГЭС)) – Варапаева (царква, парк, млын, цагельня) – Рудка (цагельня) – Казлоўшчына (цагельня, капліца, сядзіба, млын) – Паставы.

Па выніках даследавання можна зрабіць шэраг высноў:

1. На тэрыторыі Пастаўшчыны ў канцы ў XIX – першай палове XX ст. існавала даволі шчыльная сетка водных млыноў. Агульная іх колькасць складала 28.

2. Водныя млыны размяшчаліся на Пастаўшчыне нераўнамерна. Большая іх колькасць знаходзілася ў паўднёвай частцы раёна, што звязана з прыроднымі асаблівасцямі: на поўдні – узгоркі Свянцянскіх градаў, на поўначы – Полацкая (Дзісенская) нізіна.

3. Млыны працавалі на энергіі падаючай вады і мелі прыблізна аднолькавыя канструкцыйныя элементы і тэхналагічныя працэсы.

4. Водныя млыны выкарыстоўваліся галоўным чынам для памолу збожжа, аднак часта спектр працоўных працэсаў пашыраўся за кошт леспілення, сукнавалення, выпрацоўкі электраэнергіі.

5. Сабраныя матэрыялы дазволілі зрабіць апісанне водных млыноў і інтэрактыўную карту, якая адлюстроўвае іх размяшчэнне на тэрыторыі Пастаўскага раёна.

6. Атрыманыя вынікі даюць магчымаць выкарыстоўваць іх у турысцка-экскурсійнай дзейнасці, распрацоўцы маршрутаў.

УДК 314.7

И. Н. ПУГАЧЕВ

Россия, Хабаровск, ХФИЦ ДВО РАН

E-mail: ipugachev64@mail.ru

ПРИОРИТЕТЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО РАЗВИТИЯ АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На современном этапе геополитического кризиса центр мирового развития экономики переместился в Азиатско-Тихоокеанский регион. По этому поводу руководитель Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики в интервью 31 августа 2021 г. сказал: «Дальний Восток просто обязан среагировать на тот экономический массив, который у нас сформировался прямо через границу странами Азиатско-Тихоокеанского региона, и это особенно актуально

в условиях резко обострившейся геополитической ситуации. У ДФО, самого близкого и интегрированного в Азиатско-Тихоокеанский регион, впервые появилась самостоятельная экономическая логика».

Дальний Восток за 16 десятилетий своей российской истории переживает сегодня третий этап своего освоения. На заре становления Дальневосточных рубежей для увеличения численности населения Российская империя поощряла деловую инициативу, поддерживала режим свободной торговли, раздавала бесплатные земли, привлекала безвозвратными ссудами. Советский союз поддерживал переселенцев высокими зарплатами, а специалистов возможностью карьерного роста, в этот период на Дальнем Востоке наращивалась добывающая и оборонная промышленность. К концу XX в. население российского Дальнего Востока составляло около 10 млн человек.

Численность населения в округе – главный критерий успешности действий государства, однако население Дальнего Востока на протяжении 30 последних лет неуклонно сокращается, за этот период регион потерял около 2 млн жителей.

В сфере государственного управления основой демографической и миграционной политики страны являются: развитие территорий регионов; решение проблем функционирования городских систем; улучшение условий проживания и жизнедеятельности населения; качественное обеспечение организации перевозок, оптимизация логистических цепочек и маршрутной сети.

Сколько надо и зачем мы хотим закрепить население на Дальнем Востоке? Если данная территория – кладовая страны, где разрабатываются новые месторождения полезных ископаемых, ведется их добыча и вывоз, то надо рассчитать для этого оптимальную структуру населения и определить приоритетные виды деятельности. Если же мы рассматриваем данную территорию как форпост государства, осуществление тесного, прежде всего экономического взаимодействия с Азиатско-Тихоокеанским регионом (далее – АТР), то это совершенно другая задача.

И в первом и во втором случае для закрепления населения нужна комфортная среда, в первую очередь жилье. Сегодня обеспеченность жильем в округе на 10 % меньше, чем в среднем по России. Ближайшие 15 лет есть возможность привлечь до 2 млн человек, но тогда потребуется построить более 60 млн м² жилой площади. Такой инвестиционный проект стоит порядка 8 трлн руб.

В регионе реализуются крупные бизнес-проекты и крупному бизнесу по силам вложение в жилье в течение ближайших 15 лет, обозначенные выше 8 трлн. руб., для создания новой среды для жизни жителей региона и переселенцам. Через 25 лет эти деньги вернутся инвесторам, проект

окупится на горизонте одного поколения в виде прибыли и тех же налоговых льгот.

Азиатско-Тихоокеанский экономический саммит (АТЭС), который ежегодно проходит в г. Владивостоке, основным приоритетом выделяет приоритет в области транспорта и логистики, который является основой успешного развития всех сфер экономики, обеспечивает качество жизни людей, единство и территориальную целостность. При этом транспортная инфраструктура является первейшим потребителем инновационных наукоемких технологий, определяющих научно-технический прогресс и конкурентоспособность национальной экономики [1–4].

Одной из задач региональных властей является обеспечение круглогодичной транспортной связью, даже самых малочисленных населенных пунктов. Здесь стоит настаивать на том, чтобы к сугубо социальным соображениям добавлялась экономическая целесообразность. На законодательном уровне необходимо утвердить условие обеспечения обязательной транспортной связи к населенным пунктам с численностью жителей не менее 1 тыс. человек. Необходимо определить перечень опорных населенных пунктов для последующего развития в них инфраструктуры. То есть в тех поселениях, где есть предприятия, производство способно обеспечить население рабочими местами. В таких поселениях необходимо строить в достаточном количестве льготное, арендное с правом выкупа и ведомственное жилье, чтобы жители мелких окрестных поселков могли его себе позволить приобрести, качественно улучшив свои условия жизни.

Так, сегодня в Хабаровском крае по инициативе губернатора реализуется флагманский проект «Дом дальневосточника». В сентябре 2021 г. на Восточном экономическом форуме президент Российской Федерации предложил создать в крае промышленно-строительный кластер, который был официально создан 10 июня 2022 г. подписанием Соглашения между правительством региона и некоммерческой организацией «Ассоциация участников промышленно-строительного кластера Хабаровского края». Кластер поможет решить проблему дефицита строительных материалов на Дальнем Востоке за счет организации производства этой продукции в регионе.

Следует сказать еще об одной особенности государственного управления. Государство принимает долгосрочные обособленные, зачастую не связанные между собой госпрограммы по крупным макрорегионам страны. Так, принятая программа развития Арктической зоны оттянула значительную часть внимания от Дальнего Востока. Сегодня необходима новая объединенная программа развития всей азиатской части России: Сибири, Дальнего Востока и Арктики. Цель такой программы взаимно

увязать все планы регионов по строительству, обеспечить опережающее развитие инфраструктуры и создать комфортные условия проживания и жизнедеятельности наших граждан. Регионы должны обладать правом утверждать единый документ развития применительно ко всем регионам-участникам. Программа обеспечит синхронизацию планов между всеми его участниками, создаст единую градостроительную, инженерную, экологическую, тарифную и транспортную политику для наибольшего синергетического эффекта и получения качественного результата. Новый объединенный документ – это переход на долгосрочную программу, что позволяет повысить эффективность планирования.

Данная программа должна быть обеспечена средствами, не менее чем 50 % всех налоговых доходов, сконцентрированных в федеральном бюджете от извлечения недр. Так как совершенно очевидно, что бюджет азиатской части России не дополучает федеральной поддержки и без нее не может выполнить обязательства перед людьми. Выравнивающая методика среди всех 85 регионов России сегодня должна быть пересмотрена.

Обобщающим целевым направлением экономического и социального развития азиатской части России в интеграции со странами АТР может стать концепция транспортной технологической платформы применительно к рассматриваемой территории – «Транспортно-логистический комплекс азиатской части России», который бы взял на себя заботы по сбалансированному развитию материковой транспортной инфраструктуры – от строительства транспортных сооружений до логистики мультимодальных перевозок [5; 6]. В состав данного комплекса должны войти как субъекты Дальнего Востока, так и субъекты Сибири и Арктики [7; 8].

Предлагаемая технологическая платформа «Транспортно-логистический комплекс азиатской части России» может стать инновационным ядром, центром транспортно-строительного кластера, объединяющего предприятия и организации, связанные с транспортной и строительной деятельностью на данной территории.

В сегодняшней ситуации, когда наша страна вынуждена работать, находясь под внешним давлением, еще более важным вопросом становится связанность всех наших территорий, комплексное развитие субъектов Российской Федерации как единого социально-экономического организма. В связи с этим предложенная новая структура комплексного управления, на суше и на море, в форме «Транспортно-логистического комплекса азиатской части России», с участием субъектов Российской Федерации – ключевая задача, которую нужно решить в ближайшее время.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пугачев, И. Н. Формирование транспортно-логистических кластеров как механизм интеграции России со странами АТР / И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов // Транспорт Рос. Федерации. – 2012. – № 2 (39). – С. 17–19.
2. Пугачев, И. Н. Инновационные аспекты развития Дальнего Востока / И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов // Новая азиатская политика и развитие Дальнего Востока России : материалы Междунар. науч. конф., Хабаровск, 4–5 дек. 2019 г. / Ин-т экон. исслед. ДВО РАН, Дальневосточ. ин-т упр. – фил. РАНХиГС при Президенте Рос. Федерации ; под ред. П. А. Минакира. – Хабаровск : Ин-т экон. исслед. ДВО РАН, 2020. – С. 145–153.
3. Пугачев, И. Н. Прогнозирование развития системы городского пассажирского транспорта в условиях крупного города / И. Н. Пугачев, П. П. Володькин // Вестн. Тихоокеан. гос. ун-та. – 2010. – № 1 (16). – С. 91–98.
4. Пугачев, И. Н. Инновационные подходы в решении проблем развития городского транспорта (на примере г. Хабаровска) / И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов, Г. Я. Маркелов // Грузовое и пассажир. автохоз-во. – 2013. – № 11. – С. 38–43.
5. Пугачев, И. Н. Комплексный подход к решению проблем строительного и дорожно-транспортного комплексов ДФО / И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов, Г. Я. Маркелов // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса : материалы регион. науч.-практ. конф. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012. – Вып. 12. – С. 8–14.
6. Пугачев, И. Н. Особенности реализации нацпроекта «Туризм и индустрия гостеприимства» в условиях Дальнего Востока / И. Н. Пугачев, М. В. Клиценко, Ю. И. Куликов // Сервис в России и за рубежом. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 126–133.
7. Peculiarities of Strategic Transport Development in the Russian Far East and the Arctic / I. Pugachev [et al.] // International Conference on Arctic transport accessibility: networks and systems, St. Petersburg 2–4 jun's 2021. – St. Petersburg, 2021. – Vol. 57. – P. 511–517.
8. The Northern Sea Route and its significance for improvement of Arctic regions accessibility / I. Pugachev [et al.] // International Conference on Arctic transport accessibility: networks and systems, St. Petersburg 1–2 june's 2022. – St. Petersburg, 2022. – Vol. 63. – P. 501–508.

УДК 553.97

**В. А. РАКОВИЧ, О. Н. РАТНИКОВА, Н. Е. СОСНОВСКАЯ,
А. Т. БОРШ, И. П. ЛИЩИЦЫНА**

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: mire4@tut.by

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫБЫВШИХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время выработанные торфяные месторождения либо их участки имеют в основном сельскохозяйственное направление использования, часть выработанных торфоучастков используются в лесном хозяйстве, отведены под садоводческие товарищества.

Как правило, низкая эффективность использования выработанных торфяных месторождений в качестве сельскохозяйственных земель обусловлена их природно-генетическими особенностями, в частности наличием сапропеля в подстилающем грунте, мергеля или торфотуфа, 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. Наличие в подстилающем грунте сапропеля является серьезным препятствием в сельскохозяйственном освоении таких месторождений из-за плохой проходимости техники на таких площадях.

В Барановичском районе все выработанные торфяные месторождения, находящиеся в осушенном состоянии, оказывают существенное влияние на прилегающие территории. Например, осушительная система выработанной части торфяного месторождения Холмистое при площади, на которой выполнена разработка торфяной залежи, равной 83 га, оказывает осушающее воздействие на площади 140 га, что на 68 % больше площади разработки. Аналогично для торфяного месторождения Мутвица эти площади соответственно равны 100 и 162 га, т. е. осушительная система этого торфяного месторождения распространяет свое осушающее действие на прилегающую территорию, площадь которой на 62 % превышает площадь разработки, и так далее по всем другим торфяным месторождениям.

В целом по Барановичскому району общая площадь выработанных торфяных месторождений составляет 5078 га, а осушающее действие каналов распространяется на площадь 5792 га, т. е. общая осушенная площадь больше суммарной площади выработанной части всех торфяных месторождений района на 14 %. Это объясняется тем, что прилегающие к выработанным торфяным месторождениям суходольные территории в основном сложены рыхлыми минеральными породами, такими как пески и супеси.

Если к выработанным участкам примыкают сельскохозяйственные угодья на суходолах, как, например, к торфяным месторождениям Груд, Почаповское, 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 Груд, эта площадь составит до 77 га, к торфяному месторождению Почаповское – 18 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 торфяных месторождениях Мутвица, Коритино и Змейка, то неразрабатываемые части этих торфяных месторождений будут подсушены, соответственно, на площади 62 га, 58 га и 37 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 торфяных месторождениях Мышанка, Кадычевское, 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.

На выработанных торфяных месторождениях, находящихся в осушенном состоянии, остаточный слой торфа разлагается под воздействием микроорганизмов с образованием водорастворимых и газообразных продуктов. Из водорастворимых органических соединений наиболее распространены фульвокислоты, органические кислоты, в меньшей степени – фенолы, углеводы, аминокислоты, альдегиды и ряд других, из минеральных – соединения кальция, магния, железа, фосфора, микроэлементов, а также ионы аммония, хлора, нитратов, сульфатов. Ежегодно с 1 га торфяных почв в каналы осушительных сетей поступает 450–650 кг органических веществ и 550–800 кг минеральных, включая

неиспользованную растениями часть удобрений, доля которой составляет до 30–40 % от их количества, внесенного в почву.

При площадях выработанных торфяных месторождений, исчисляемых десятками и сотнями гектаров, суммарное поступление водорастворимых веществ в водоприемники составляет десятки и сотни тонн в год. Например, с торфяного месторождения Молчадь в течение годового биоцикла в каналы может поступать 397 т органических и 483 т минеральных веществ, с торфяного месторождения Кватеры, соответственно, 37 т и 45 т и т. д. по другим выработанным торфяным месторождениям. При поступлении в водоприемники эти довольно значительные количества разнообразных веществ изменяют химический состав вод и повышают их евтрофикацию, что в конечном итоге негативно сказывается на функционировании экосистем водоприемников.

Для выработанных торфяных месторождений, использующихся под посадки леса, вынос водорастворимых веществ принят такой же, поскольку процессы разложения торфа здесь также имеют место, однако воды с облесенных выработанных участков чище, чем с используемых в сельском хозяйстве, так как они не содержат минеральных удобрений и пестицидов. Часть водорастворимых веществ с нисходящим током поступает в подземные воды. Соотношение между этими двумя потоками зависит от гранулометрического состава грунтов, подстилающих остаточный слой торфа: чем более водопроницаемы подстилающие торфяную залежь грунты, тем больше продуктов распада торфа поступает в подземные воды.

Остаточный слой торфа выработанных торфяных месторождений минерализуется под воздействием микроорганизмов с образованием диоксида углерода, поступающего в атмосферу.

Суммарное количество диоксида углерода, выделяемого всеми выработанными торфяными месторождениями Барановичского района, ежегодно составляет 11 905 т, в том числе 9577 т с выработанных участков и 2328 т с осушенных, но невыработанных зон торфяных месторождений, прилегающих к выработанным участкам.

Следует отметить, что значительная часть выработанных площадей торфяного месторождения Колпеница залита водой или вода находится у поверхности. В настоящий момент на торфянике происходит гибель суходольной растительности, а по окрайкам появляется болотная. Поглощение и выделение диоксида углерода на данный момент с данной территории оценить сложно.

Все выработанные торфяные месторождения в осушенном состоянии являются пожароопасными территориями независимо от направлений их использования. Факторами, влияющими на вероятность возникновения

пожаров на выработанных торфяных месторождениях, являются: продолжительность периодов без дождей, уровни грунтовых вод, влажность и температура воздуха, степень разложения торфа, а также влажность и степень покрытия поверхности растениями, зависящие от направления использования.

Из-за особенностей природно-генетических свойств (геоморфология, подстилающие грунты и др.) недостаточно эффективно используются сельскохозяйственные земли на выработанных торфяных месторождениях Колпеница, Подлесейки, Холмистое, Мышанка, Торболово. В районе целесообразно осуществить мероприятия по оптимизации использования вышеуказанных торфяных месторождений. На выработанных торфяных месторождениях Колпеница, Подлесейки, Холмистое, Мышанка целесообразно изменить направление использования земель с сельскохозяйственного на естественное лесовозобновление с постепенным заболачиванием и дальнейшим формированием заболоченных лесов или осуществить повторное заболачивание этой территории путем строительства перемычек. В обоих случаях будут сформированы заболоченные леса, однако при естественном лесовозобновлении в течение 15–25 лет возможны пожары на этих территориях. Изменение направления использования следует осуществлять в соответствии с ТКП 17.12-01-2008 (02120).

Отказавшись от сельскохозяйственного использования малопродуктивных 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 выделения в нее кислорода, восстановятся местообитания биоразнообразия.

УДК 553.97:502.05

**О. Н. РАТНИКОВА, В. А. РАКОВИЧ, А. Т. БОРШ,
И. П. ЛИЩИЦЫНА**

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: 306peatlands@mail.ru

РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ТОРФЯНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

На протяжении 30 лет в стране успешно функционирует Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее – НСМОС), созданная в целях предоставления всем

заинтересованным необходимой экологической информацией для определения стратегии природопользования и принятия оперативных управленческих решений, направленных на обеспечение населения страны благоприятными условиями проживания.

Сегодня мониторинг окружающей среды выступает в качестве одного из основных инструментов оценки эффективности программ, планов и проектов в природоохранной сфере и области природопользования. Поэтому обеспечение непрерывного функционирования НСМОС – это одно из приоритетных направлений экологической политики государства.

Лесные и болотные экосистемы образуют каркас экологической устойчивости природной среды Беларуси. Болота занимают особое положение между малым биологическим и великим геологическим круговоротами веществ и выполняют важную регулирующую роль в водном режиме окружающей их территории: в засушливый период они способны длительное время поддерживать уровень грунтовых вод на прилегающих суходольных территориях, озерах, малых реках, берущих свое начало в их границах, а торфяная залежь – в течение длительного периода удерживать большие запасы воды. Доминирующим антропогенным фактором, ведущим к ослаблению или полной утрате гидрологической функции болот, является гидротехническая мелиорация.

Научными сотрудниками Института природопользования НАН Беларуси выполняются исследования торфяников разной категории нарушенности. В рамках отдельных договоров с торфопредприятиями проведены геоморфологические и гидрологические исследования современного состояния участков и сопредельных территорий, а также анализ общетехнических свойств торфяной залежи и др. В результате исследований проведена оценка перспектив освоения торфяников и прогноз их состояния после разработки, подготовлены научные обоснования изменения направления использования антропогенно нарушенных болот, а также мероприятия экологической реабилитации. Данные исследования были использованы при выборе пунктов наблюдения (далее – ПН) мониторинга торфяников.

В 2012 г. впервые в рамках проекта ЕС/ПРООН «Содействие развитию всеобъемлющей структуры международного сотрудничества в области охраны окружающей среды в Республике Беларусь» сотрудниками Института природопользования НАН Беларуси организован долгосрочный мониторинг поверхностных вод на болоте Ельня (Миорский и Шарковщинский районы Витебской области) природоохранного использования, на 10 ПН, на которых при помощи автоматических датчиков дважды в день проводятся измерения уровня грунтовых вод (далее – УГВ) на протяжении всего гидрологического года и по настоящее

время. Выбор мест размещения датчиков обусловлен необходимостью оценки зоны влияния дренирующих каналов на территорию болота, а также исследования основных параметров УГВ на естественных и нарушенных участках до и после экологической реабилитации.

В 2013 г. в рамках проектов ПРООН/ГЭФ № 82884 «Разработка интегрированных подходов к управлению водно-болотными угодьями с учетом принципа многоцелевого ландшафтного планирования с целью получения многосторонних экологических выгод» и ЕС «Энергия болот» обследованы участки торфяных месторождений: в естественном и нарушенном состояниях (неэффективно осушенные для сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования; выбывшие из промышленной эксплуатации) верхового и низинного типов. Заложены ПН, на которых осуществляются наблюдения за общетехническими свойствами торфа в залежи, основными параметрами УГВ, уровнем воды в озерах, гидрохимическими показателями воды, болотными фитоценозами, расчетом годового баланса парниковых газов.

В 2020 г. в рамках трансграничного природоохранного проекта «Полесье – дикая природа без границ» в Лельчицкой водно-ледниковой равнине провели обследования болотного массива, включающего торфяные месторождения Нересня и Синьковское, на которых заложены ПН мониторинга поверхностных вод.

Таким образом, в ходе научной деятельности обследовано 34 торфяника, расположенных в трех торфяно-болотных регионах Беларуси, с различными направлениями использования, современным состоянием, видом торфяной залежи, на которых заложено 28 ПН, создана база данных, а на ее основе – интерактивная карта (рисунок) с местами их размещения, демонстрацией целей, задач и видов мониторинга, представлены категории торфяников и их современное состояние, а также методы и результаты научных исследований.

В 2019 г. принят Закон об охране и использовании торфяников, в котором впервые комплексно заложены правовые основы охраны и рационального (устойчивого) использования торфяников в рамках НСМОС и определена головная организация, отвечающая за мониторинг (Закон Республики Беларусь «Об охране и использовании торфяников» от 18.12.2019 № 272-3). Согласно закону комплексный мониторинг торфяников представляет собой систему сбора данных регулярных наблюдений за состоянием торфяников, проводимых в рамках отдельных видов мониторинга земель, лесов, поверхностных вод и подземных вод, животного мира и растительного мира в целях оценки и прогноза изменения состояния торфяников под воздействием природных и антропогенных факторов (постановление Совета Министров Республики

Беларусь от 14.07.2003 № 949 «О Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь»).



Рисунок – Интерактивная карта комплексного мониторинга торфяников на территории Республики Беларусь

В 2020 г. на базе Института природопользования НАН Беларуси создан информационно-аналитический центр (далее – ИАЦ) комплексного мониторинга торфяников, являющийся структурным подразделением и функционирующий на правах сектора.

В настоящее время ИАЦ комплексного мониторинга торфяников осуществляет мониторинг *земель* (торфа в залежи), *поверхностных вод* (уровня грунтовых вод, уровня воды в озерах, гидрохимических показателей воды), *парниковых газов* (расчет изменения годового баланса парниковых газов).

В текущем году в рамках государственной программы (далее – ГП) «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 гг. (утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19.02.2021 № 99), подпрограммы пять «Национальная система мониторинга окружающей среды» подана заявка о внесении в Государственный реестр НСМОС по комплексному мониторингу торфяников восьми ПН на трех ключевых торфяниках – Ельня, Рудянец и Пещанка разной категории нарушенности. В Государственный реестр НСМОС включены ПН мониторинга экосистем на особо охраняемых природных территориях в нулевых границах торфяников

Ельня и Пешанка, проводимого Институтом экспериментальной ботаники НАН Беларуси.

В настоящее время остро стоит вопрос о переоснащении ПН по мониторингу поверхностных вод в связи с выходом оборудования из строя, поскольку срок его службы колеблется от пяти до восьми лет. В результате инвентаризации оборудования на ПН 2022–2023 гг. установлено, что из всех 28 ПН в рабочем состоянии сохранилось лишь 11 датчиков.

Для развития комплексного мониторинга торфяников необходимо охватить все их категории в зависимости от фактического состояния и возможности их использования в хозяйственной и иной деятельности. Также планируется расширить спектр параметров по каждому отдельному виду мониторинга: подземных вод, лесов, растительного и животного мира, расположенных в границах торфяников.

ИАЦ комплексного мониторинга торфяников передает обобщенную информацию по пунктам наблюдений по направлениям комплексного мониторинга торфяников в Главный информационно-аналитический центр НСМОС. Данная информация учитывается при разработке и реализации проектов и схем землеустройства, градостроительных проектов, отраслевых схем размещения и развития производства и объектов транспортной и инженерной инфраструктуры, проектов мелиорации земель, проектов водоохраных зон и прибрежных полос, республиканской комплексной схемы размещения рыболовных угодий, лесоустроительных проектов, проектов охотоустройства и планировки зон отдыха, а также используется для информирования граждан о состоянии торфяников, мерах по их охране и других целей.

УДК 005.2

А. А. РОДЫГИН

Россия, Ухта, УГТУ

E-mail: AR85@LIST.ru

ОСОБЕННОСТИ СЕБЕСТОИМОСТИ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Все чаще в средствах массовой информации появляются заголовки о дорожающей себестоимости нефти в России в связи с исчерпаемостью легкодоступных запасов в разведанных месторождениях. По мнению заместителя главы Министерства энергетики Российской Федерации П. Ю. Сорокина, «легкая нефть из традиционных коллекторов находится

в поздней стадии разработки, а новая нефть имеет большую себестоимость, и на каком-то этапе эта рента исчезнет» [1].

Если посмотреть на структуру мировых запасов нефти (рисунок), то традиционная нефть занимает всего 30 % запасов, а остальные 70 % являются нетрадиционными или трудноизвлекаемыми (далее – ТРИЗ).

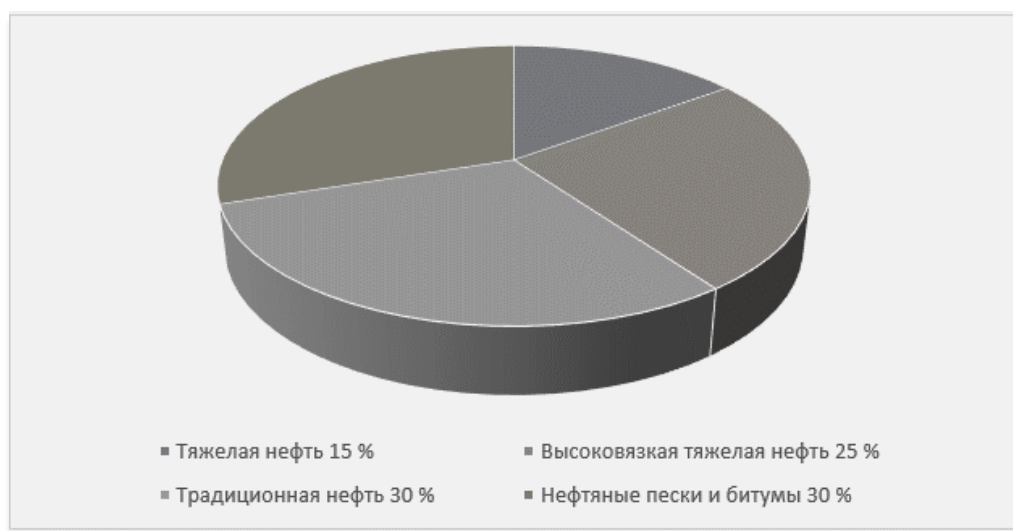


Рисунок – Структура мировых запасов нефти [2, с. 19]

Так, по данным Международного энергетического агентства, Россия занимает первое место в мире по объемам запасов нефти в низкопроницаемых коллекторах 10,2 млрд т, следом идут США – 7,9 млрд т и Китай – 4,4 млрд т [3]. Лидерами по запасам традиционной нефти являются страны Ближнего Востока, в совокупности на них приходится 50,9 % доказанных запасов «черного золота».

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации в 2019 г. провело инвентаризацию крупных месторождений, запасы которых более 5 млн т. В России насчитывается 2700 месторождений нефти с общими запасами 28,9 млрд т [4]. При этом в структуре запасов нефти около 60 % составляет ТРИЗ. Разработка ТРИЗ требует значительно больших затрат по сравнению с традиционными способами или внедрение совершенно новых технологий добычи. Нефтяная ресурсная база с каждым годом меняет баланс в сторону ТРИЗ: несмотря на то что запасов каустобиолитов на территории России достаточно, их разработка с каждым годом становится все сложнее и дороже.

При этом, помимо изменения структуры баланса в сторону ТРИЗ, другим негативным фактором является тот факт, что в основных регионах добычи нефти наблюдается высокая степень выработанности месторождений. На данный момент в большинстве своем эксплуатируются

скважины еще советского наследия. Однако операционные затраты на извлечение каждой последующей тонны увеличиваются, что приводит к увеличению себестоимости добычи нефти.

Следует отметить тот факт, что из месторождений отбирается преимущественно высокорентабельная легкая нефть, в то время как ТРИЗ не извлекается, что отражается в общей структуре российской нефти – запасы тяжелой нефти за последнее время выросли на 3 %, в то время как запасы легкой нефти сократились на 2,8 %.

Стоит выделить те месторождения, ресурсная база которых значительно выработана: Западная Сибирь – Самотлорское (до 70 %), Федоровское (58 %), Мамонтовское (72 %); в Республике Коми – Усинское (58 %); в Урало-Поволжье – Туймазинское, Ромашкинское, Арланское (более 85 %) [2, с. 30].

Так, по данным Росстата России, себестоимость российской нефти за пять лет возросла в два раза. В среднем себестоимость добычи нефти непрерывно растет с 2012 г., тогда она составляла около 7,5 тыс. руб. за тонну, а в 2022 г. тонна нефти уже стоила 24,6 тыс. руб. (без учета налогов). Рост себестоимости составил 230 % при накопленной инфляции 101 % [5].

По мнению доцента Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, эксперта аналитического центра «ИнфоТЭК» В. В. Андрианова, повышение себестоимости добычи нефти вследствие ухудшения качества запасов – это долгосрочная мировая тенденция [6].

Ниже приведена себестоимость добычи нефти в долларах США за баррель в разных странах, включая Россию:

- Россия (на шельфе) – 42–43;
- Россия (новые скважины) – 50–55;
- Россия (старые скважины) – 20;
- США (сланцевая нефть) – 35–50;
- США (жидкая нефть) – 43–45;
- Саудовская Аравия – 2,8;
- Казахстан – 20–50;
- Кувейт – 8,79;
- Венесуэла – 37–40;
- Нигерия – 15–17;
- Иран (на морском шельфе) – до 27;
- Иран (на континентальной части) – до 11;
- Канада (битум) – 120–150 [7].

Совокупность факторов, влияющих на себестоимость нефтедобычи, и темпы увеличения налоговой нагрузки могут привести к опасным

последствиям в области энергетической безопасности России, так как нефть является одним из главных источников доходов бюджета России.

Также стоит отметить и тот факт, что российский рынок нефте-сервисных услуг продолжает сильно зависеть от поставок западного оборудования и технологий, что в условиях санкционного давления приводит к росту стоимости разработки нефтяных месторождений.

Увеличивающаяся цена добычи нефти в соответствии с относительно низкой стоимостью барреля нефти на мировых рынках, а также экспорт российских углеводородов по умеренным ценам в адрес партнеров вскрывают важную проблему наличия экономических и финансовых рисков нефтегазовой политики Российской Федерации [5]. Текущая нарастающая тенденция становится настораживающей. Добавленная стоимость (прибыль, налоги, зарплаты), получаемая с тонны нефти, стремительно падает [5]. А если учесть прогноз П. Ю. Сорокина о том, что через 10 лет качество добываемой в России нефти ухудшится настолько, что она практически вся перейдет в разряд ТРИЗ, а стоимость ее добычи при этом значительно возрастет, то в следующем десятилетии себестоимость добычи нефти в России превысит ее сегодняшнюю мировую цену. Это в итоге приведет Россию к переходу из разряда экспортеров в импортеры нефти, так как экономически целесообразно будет именно импортировать нефть.

Еще одним фактором, влияющим на рост себестоимости добычи нефти, можно считать девальвацию российской валюты. По мнению аналитика Оксаны Лукичевой, по товарным рынкам «Открытие инвестиции» темпы ослабления курса позволяют покрыть рост расходов на добычу и увеличение налоговой нагрузки, а также сохранить высокие прибыли [8].

Одним из выходов из сложившейся ситуации является государственное стимулирование инвестиционных программ для разработки технологий освоения новых нефтегазоносных территорий и ТРИЗ для снижения себестоимости добычи и последующей глубокой переработки нефти, а также уменьшения доли затрат в валюте на эти цели.

Необходимо отметить, что основное внимание должно быть сосредоточено на принципиально новых подходах ко всей цепочке освоения ТРИЗ: начиная от геологической оценки, технико-экономических обоснований и заканчивая организацией сбора, подготовки и транспортировки нефти. Для этого требуется вовлечение и консолидация всего научного потенциала России в рамках специальных целевых программ.

Комплексный подход к решению задач в данном направлении будет залогом успешной и рентабельной разработки имеющихся в России нефтяных месторождений, что в итоге сможет обеспечить энергетическую безопасность страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минэнерго: себестоимость добычи нефти в России составляет 15–45 долл. за барр. [Электронный ресурс] // Neftegaz.RU. – 2021. – 16 дек. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/news/finance/716102-minenergo-sebestoi-most-dobychi-nefti-v-rossii-sostavlyayet-15-45-doll-za-barr/>. – Дата доступа: 28.08.2023.
2. Линник, Ю. Н. Нефтегазовая экономика и бизнес : учебник / Ю. Н. Линник, В. Ю. Линник, О. В. Байкова. – М. : КНОРУС, 2023. – 556 с.
3. Сложный путь трудной нефти. Обзор [Электронный ресурс] // Интерфакс. – 2022. – 30 мая. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/843599>. – Дата доступа: 29.08.2023.
4. Время собирать месторождения [Электронный ресурс] // Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса (ЦДУ ТЭК) : офиц. сайт. – Режим доступа: https://www.cdu.ru/tek_russia/articles/1/889/. – Дата доступа: 29.08.2023.
5. Огородников, Е. Смотрите: это закат российского нефтегаза / Е. Огородников // ЭКСПЕРТ. – 2023. – № 26 (1303). – С. 9.
6. Российская нефть дешевеет, а себестоимость ее добычи растет [Электронный ресурс] // Рос. газ. – 2023. – 18 марта. – Режим доступа: <https://rg.ru/2023/03/18/rossijskaia-neft-desheveet-a-sebestoimost-ee-dobychi-rastet.html>. – Дата доступа: 29.08.2023.
7. Себестоимость добычи нефти в разных странах – цены и список регионов [Электронный ресурс] // Barrel Black. – Режим доступа: https://barrel.black/sebestoimostnefti.html?__cf_chl_tk=11HhBmEUN.Q2mx0ztqi.KtE_9jyVBP68qzA7YaoVgXQ-1693232950-0-gaNycGzNC_s. – Дата доступа: 28.08.2023.
8. Российская нефть с каждым годом становится дороже [Электронный ресурс] // Рос. газ. – 2022. – 20 февр. – Режим доступа: <https://rg.ru/2022/02/19/rossijskaia-neft-s-kazhdym-godom-stanovitsia-dorozhe.html>. – Дата доступа: 29.08.2023.

УДК 504.064+504.054

К. О. РЯБЫЧИН, В. Д. ЧЕРНЮК

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: ryabychin.ltp.bas@gmail.com

АПРОБАЦИЯ МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА ИЗ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИСТИРОЛА)

Опасность загрязнения почв пластиком и микропластиком заключается в нарушении их физико-химических свойств, механическом воздействии на живые организмы, а также в результате выделения различных химических веществ, входящих в состав пластикового сырья и продукции [1]. Изделия из пластика, попадая в окружающую среду, подвергаются измельчению и деградации. Фрагментация исходно крупных пластиковых изделий зависит от типа пластика, его физико-химических свойств, а также от природных условий, в которых он оказывается [2]. В этой связи особого внимания заслуживает микропластик, представляющий собой частицы размером менее 5 мм, которые способны включаться в круговорот, перемещаться с водными и воздушными потоками, поступать в трофические цепи.

Особенностью пластикового загрязнения, усложняющей его изучение, является разнообразие видов полимерных материалов (ПЭТ, полипропилен, полистирол, полиэтилен, различные смолы, каучуки и др.) и химических веществ в составе антипиренов, пластификаторов, антиоксидантов, УФ-стабилизаторов и пигментов, которые используются при производстве для придания пластиком определенных свойств.

Актуальность изучения частиц полистирола связана с разнообразием источников его поступления в окружающую среду, а также с его свойствами легко перемещаться с воздушными и водными потоками. Поступление частиц полистирола в окружающую среду осуществляется при рассеянии сырьевых материалов, при обращении с изделиями из пенополистирола, в том числе при проведении строительных и ремонтных работ, а также с бытовыми и производственными отходами.

Особенностью полистирола является его низкая плотность (1,04–1,05 г/см³ для сырья и 0,015–0,05 г/см³ для пенополистирола), что способствует их ветровому переносу, а при попадании в аквальные системы – миграции на дальние расстояния с водотоками. Кроме того, изделия из пенополистирола (пенопласта) легко ломаются и крошатся, что приводит к попаданию их фрагментов в почву; дальнейшая судьба

их зависит от многих природных факторов. Полистирол производится в виде шариков размером от менее 1 до 4 мм; вспененные гранулы полистирола также имеют форму шариков. Характерным признаком полистирола и пенопласта является его цвет – преимущественно белый; хотя в последние годы при добавлении графита производится также пенопласт черного цвета.

В Беларуси насчитывается более двух десятков предприятий по производству пенополистирольных плит (пенопласта). Являясь важными локальными источниками загрязнения почв частицами полистирола, такие предприятия пока недостаточно изучены [3].

Целью данной работы являлась апробация методов выделения частиц полистирола из загрязненной почвы с разделением на вспененные частицы и частицы сырья. Для этого выбрана проба почвы, отобранная с глубины 0–5 см вблизи предприятия по производству пенополистирола, расположенного в г. Борисове.

За основу принят метод, использованный в работе [3], который дополнен двухступенчатой флотацией (в дистиллированной воде и солевом растворе) и микроскопией. Первоначально осуществлялась пробоподготовка почвы (сушка и фракционирование пробы с выделением фракций почвы менее 1 мм и 1–5 мм) и удаление органических веществ в растворе 30 % пероксида водорода.

Следующим этапом являлась флотация в водном (для отделения вспененных частиц) и солевом растворах (для отделения сырья и крошки). Для этого в стакан с пробой приливали известное количество дистиллированной воды, перемешивали раствор и оставляли на 4–12 ч для отстаивания. При этом частицы вспененного полистирола всплывали на поверхность раствора. Это обусловлено низкой плотностью вспененных полистирольных гранул ($\rho \approx 0,015–0,05$ г/см³). Далее верхний слой отстоявшейся дистиллированной воды сливался на мембранный фильтр, установленный в приборе для вакуумного фильтрования. Путем фильтрации удалялась вся вода с верхнего (перенесенного на фильтр) слоя (с включениями микропластика), а фильтр помещался на хранение для дальнейшего анализа в чашку Петри. Оставшийся раствор с не полностью высвобожденными частицами пенополистирола и полистирольным сырьем использовали для следующего этапа извлечения с использованием более плотного солевого раствора. Необходимая концентрация достигалась с учетом количества воды, оставшейся в растворе, и добавления необходимого количества соли. Для данного метода был использован $ZnCl_2$ с плотностью полученного раствора 1,2 г/см³ ввиду его хорошей растворимости и высокой плотности при небольших концентрациях [4]. Далее верхний слой солевого раствора сливался на мембранный фильтр,

установленный в приборе для вакуумного фильтрования, и промывался дистиллированной водой, фильтр помещался на хранение для дальнейшего анализа в чашку Петри.

Результаты. Согласно полученным данным, содержание микропластика полистирола в пробе почвы, отобранной в зоне влияния предприятия по производству продукции из пенополистирола, составило порядка 5,3 г/кг субстрата. Из них 52,8 % приходится на частицы размером от 1 до 5 мм (рисунок 1, а), 47,2 % – на частицы размером менее 1 мм (рисунок 1, б). Обнаруженные частицы пенополистирола представляют собой как отдельные гранулы, так и мелкую крошку.

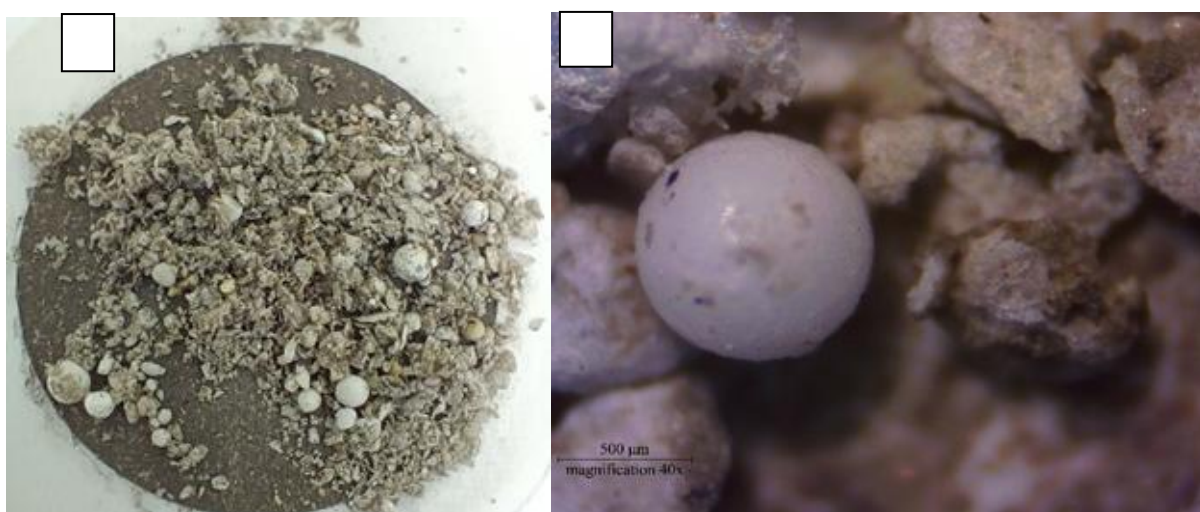


Рисунок 1 – Пример образцов, полученных после использования методики:
 а – крупная фракция, выделенная при помощи водного разделения;
 б – мелкая фракция (сырье), полученное при использовании солевого раствора

Водный раствор позволил отделить около 68 % частиц микропластика полистирола. Несмотря на довольно большой процент извлечения полистирола, в растворе осталось заметное количество мелкой фракции (дробленый пенополистирол, полистирольная крошка, спрессованные гранулы, частицы, слипшиеся с почвой, и сырье), которая извлекалась только с использованием вторичной флотации в плотном солевом растворе.

Использование солевого раствора также дало возможность извлечь другие виды микропластика, присутствующие в почве, например волокна (рисунок 2).

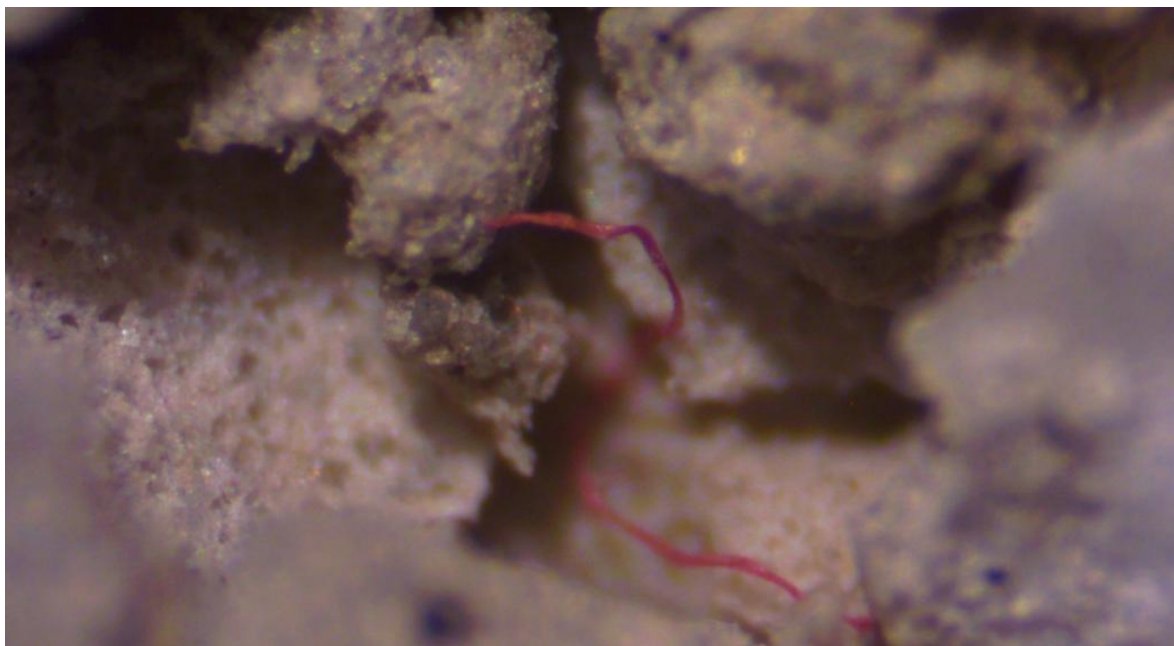


Рисунок 2 – Микрофотография полимерной нити, извлеченной с использованием солевого раствора вместе с частицами пенополистирольной крошки

Заключение. Данная методика позволяет извлекать для дальнейшей оценки легкие частицы пластмасс с плотностью менее $1,2 \text{ г/см}^3$, но впоследствии может быть доработана и расширена путем повышения концентрации соли и, соответственно, плотностей извлекаемых пластмасс и использования более сложных методов удаления органических примесей из почв.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загрязнение микропластиком природных водоемов: концентрации, риски и методы исследований / Т. А. Ластовина [и др.] // Тр. Юж. науч. центра РАН. – 2020. – Вып. 8. – С. 237–255.
2. Helmberger, M. S. Towards an ecology of soil microplastics / M. S. Helmberger, L. K. Tiemann, M. J. Grieshop // Functional Ecology. – 2020. – Vol. 34, № 3. – P. 550–560.
3. Кухарчик, Т. И. Загрязнение почв микропластиком при производстве пенополистирола / Т. И. Кухарчик, В. Д. Чернюк // Почвоведение. – 2022. – № 3. – С. 370–380.
4. Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks / D. He [et al.] // TrAC – Trends in Analytical Chemistry. – 2018. – Vol. 109. – P. 163–172.

УДК 551.345

А. М. САЛЬВА, Н. А. ЦУРАНОВ, М. С. ИВАНОВА

Россия, Якутск, филиал «Якутский институт водного транспорта»

СГУВТ

E-mail: salvaam@mail.ru

**СИСТЕМА МАГИСТРАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ КАК СОВРЕМЕННАЯ
ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

В юго-восточных районах Центральной Якутии с 90-х гг. эксплуатируются системы магистрального водоснабжения, которые состоят из насосных станций, трубопроводов, водохранилищ и каналов. В данной статье рассматривается система магистрального водоснабжения Центральной Якутии как современная природно-техническая система (далее – ПТС).

Любая природно-техническая (техногенная) система – это совокупность природных и техногенных элементов, функционирующих как единая система. К природным элементам можно отнести многолетнемерзлые горные породы и криогенные геологические процессы [1–3], а к техногенным элементам – трубопроводы, насосные станции, водохранилища и каналы (рисунок 1) [4–6].

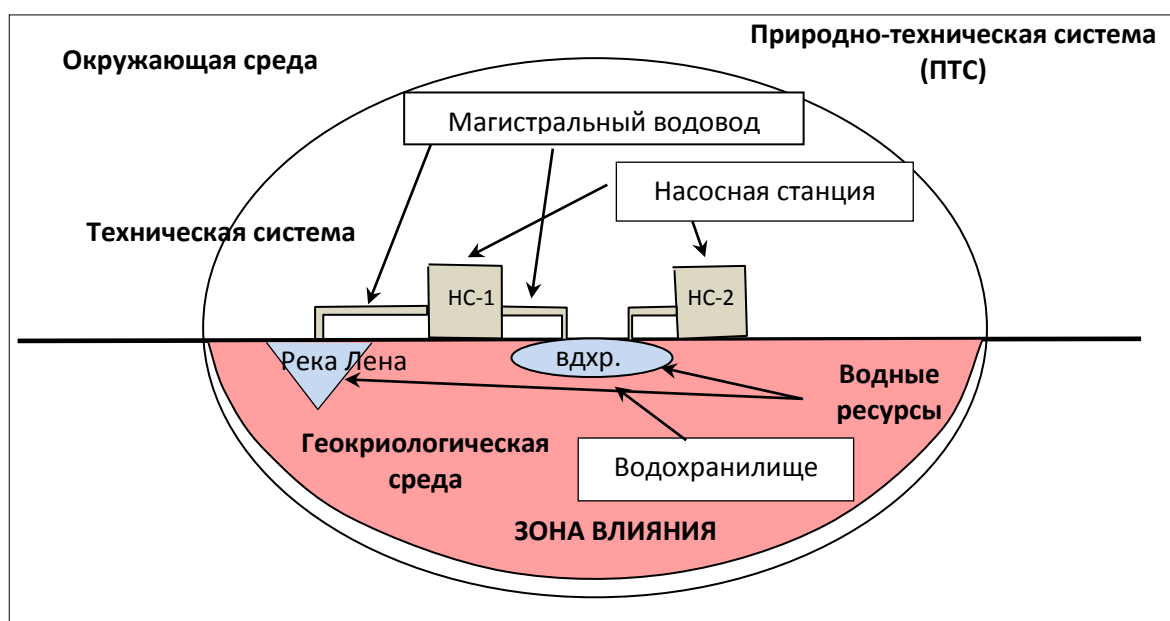


Рисунок 1 – Система магистрального водоснабжения Центральной Якутии как современная природно-техническая система

Природные объекты как элементы природно-технической системы.
 В настоящее время особенно актуальна проблема интенсивного развития и активизации криогенных процессов и явлений при хозяйственном освоении территорий. При проведении инженерно-геологических изысканий для проектирования объектов водоснабжения на данной территории выявилось разнообразие современных криогенных процессов и их многочисленных проявлений в рельефе, значительно осложняющих строительство и эксплуатацию гидротехнических сооружений (рисунок 2).





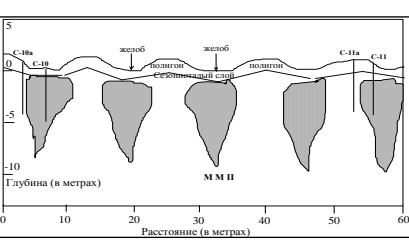



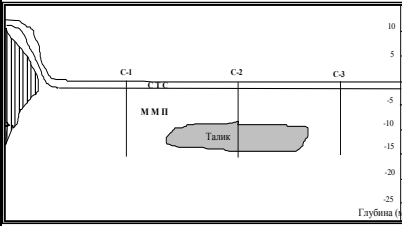
		
1) Морозобойные трещины на трассе водовода	2) Заболоченный рельеф на участке водовода Лена – Майя (п. Майя, вдхр. Мундулах, 2015 г.)	3) Термоэрозия с клиньями подземных льдов (ПЖЛ), сильнольдистых супесей и песков пылеватых
		
4) Стадия термокарста и развитие озера (участок Бедемя – Тюнгюлю, 2015 г.)	5) Участок магистрального водовода Сырдах-Борогонцы с ПЖЛ (Сырдах, июль 1995 г.)	6) Полигональный микрорельеф (вдхр. Мундулах п. Майя, 2015 г.)
		
7) Овражная термоэрозия, угрожающая групповому водоводу Бедеме – Тюнгюлю (2015 г.)	8) Бугор пучения (булгуннях), угрожающий магистральному водоводу Лена – Мюрю (2015 г.)	9) Наличие таликовых зон (Тюнгюлю, январь 1995 г.)

Рисунок 2 – Современные криогенные проявления при эксплуатации системы магистрального водоснабжения в Центральной Якутии

Реализация рабочих проектов позволила выделить ряд опасных процессов и явлений, характерных для исследуемой территории – это развитие структур-полигонов (6); формирование подземных повторно-жильных льдов (3, 5); разрушение берегов озер в связи с оттаиванием подземных льдов; термоэрозионное оврагообразование (3, 7); наличие таликовых зон (9); термокарстовые образования (ямы, провалы, котловины – аласы) (4); морозобойное трещинообразование (1); бугры пучение (булгунняхы) (8); переработка берегов водохранилищ и заболачивание (2).

Климатическое потепление приводит к постепенному высыханию, заболачиванию и исчезновению озер как основного источника воды в населенных пунктах.

«Криогенные процессы и явления влияют на литогенез мерзлых четвертичных отложений, на особенности рельефа и микрорельефа области многолетнемерзлых пород, в силу динамичности развития существенно воздействуют на инженерные сооружения и в целом на природную среду».

В настоящее время в районах Центральной Якутии имеют место неблагоприятные взаимодействия систем магистрального водоснабжения с геокриологической средой. В некоторых населенных пунктах вследствие развития термокарстовых образований и распространения морозобойных трещин, термопровалов, активной переработки, обрушения берегов озер и оврагообразования возникают случаи угрозы жилому сектору. Поэтому основными задачами при проведении полевых исследований было выявление и исследование криогенных процессов на данной территории.

Технические (техногенные) объекты как элементы природно-технической системы (далее – ПТС). Система магистрального водоснабжения в Центральной Якутии состоит из трех водоводов (рисунок 3, б), физико-географическая карта): 1) **3** – р. Лена – пос. Туора Кюель, канал пос. Туора Кюель – р. Татта и каналы до пос. Чурапча; 2) **4** – водохранилище пос. Бедеме – оз. пос. Тюнгюлю; 3) **5** – р. Лена – оз. Мюрю (с. Борогонцы).

Магистральный водовод Лена – Туора Кюель – Татта самый протяженный (более 150 км). Он включает в себя головную плавучую насосную станцию, четыре промежуточных водоема с насосными станциями, трубопровод из стальных труб и каналы общей протяженностью более 30 км (рисунок 3). Плановое положение трассы магистрального водовода выбрано с учетом удобства эксплуатации, минимальной протяженности, а также обеспечения сохранности окружающей среды.

Схема водоснабжения. Водовод проложен в основном вдоль существующих дорог и начинается от пос. Нижний Бестях на р. Лене. Трасса проходит севернее пос. Майя через пос. Чуя до оз. Теппэ; далее

она огибает пос. Табага, Бютейдах и проходит до Куолларского водохранилища. Из него вода подается по р. Суоле в расположенные ниже по течению населенные пункты. С этой целью около каждого из них создаются накопительные водоемы. От Куолларского водохранилища трасса водовода проложена вдоль существующей дороги до оз. Кеттит-Кюель (у пос. Туора Кюель) и далее – до р. Татты (магистральный канал); затем по руслу р. Татты по системе каналов до пос. Чурапча. В настоящее время на урочищах Диринг (пос. Н. Бестях), Мундулах (пос. Майя), на оз. Теппэ (пос. Табага), р. Суоле возле пос. Бетюйдах и на оз. Кеттит-Кюель, а также в пос. Чурапча созданы водохранилища.

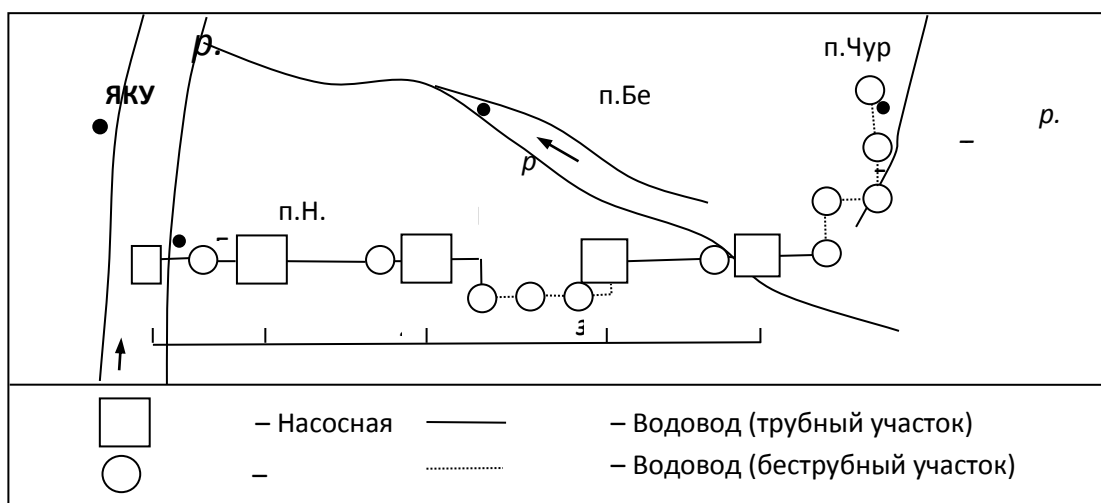


Рисунок 3 – Схема магистрального водовода
Лена – Туора-Кюель – Татта :

- 1) водозабор – головная плавучая насосная станция имени Д. Н. Слепцова в пос. Нижний Бестях; 2) водовыпуск в водохранилище в 6 км от Нижнего Бестяха; 3) насосная станция № 1; 4) водовыпуск в водохранилище Мундулах в пос. Майя; 5) насосная станция № 2; 6) озеро-водохранилище Бидилики; 7) водохранилище Теппэ; 8) водохранилище Табага; 9) насосная станция № 3 «Табага»; 10) водохранилище в пос. Бютейдах; 11) насосная станция № 4 «Бютейдах»; 12) оз. Санньылы; 13) водохранилище Кетит Кюель в пос. Туора Кюель; 14) водохранилище Юрюнг Кюель в пос. Юрюнг Кюель; 15) водохранилище Лампа в пос. Диринг; 16) водохранилище Чурапча в пос. Чурапча

Таким образом, можно сделать вывод о том, что природно-техногенные условия системы магистрального водоснабжения весьма сложные. С ростом техногенного влияния человека на природу возникает острая необходимость в проведении контроля за развитием и распространением криогенных процессов, которые могут быть причиной для природных опасностей и чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Босиков, Н. П. Техногенные термокарстовые разрушения межлассных ландшафтов Лено-Амгинского междуречья / Н. П. Босиков // Криосфера Земли. – 2004. – Т. VIII, № 4. – С. 12–14.
2. Термоэрозия дисперсных пород / под ред. Э. Д. Ершова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1982. – 196 с.
3. Шур, Ю. Л. Термокарст и строение верхнего горизонта толщи многолетнемерзлых пород : автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук / Ю. Л. Шур. – М. : ВСЕГИНГЕО, 1985. – 46 с.
4. Сальва, А. М. Активизация термоэрозии и термокарста в зоне влияния самотечного канала (Центральная Якутия) / А. М. Сальва // Отечеств. геология. – 2014. – № 2. – С. 87–94.
5. Сальва А. М. Магистральное и групповое водоснабжение населенных пунктов в заречных районах Центральной Якутии / А. М. Сальва // Изв. высш. учеб. заведений. Строительство. – 2015. – № 6 (678). – С. 50–54.
6. Сальва, А. М. Магистральный водовод «Лена – Туора Кюель – Татта» в Центральной Якутии / А. М. Сальва // Гидротехн. стр-во. – 2016. – № 3. – С. 23–26.

УДК 504.455.064.36+528.944

Ю. М. СЕМЕНОВ¹, М. Ю. СЕМЕНОВ², А. В. СИЛАЕВ¹

¹Россия, Иркутск, Институт географии имени В. Б. Сочавы СО РАН

²Россия, Иркутск, Лимнологический институт СО РАН

E-mail: yumsemenov@mail.ru

ЛАНДШАФТНО-ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОСИСТЕМ БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Организация геосистем, т. е. их внутренняя упорядоченность и взаимосвязанное функционирование морфологических частей и компонентов, так или иначе отражается в дифференциации их вещественной составляющей, приводя к определенной последовательности изменения вещества геосистем и новым пространственным сочетаниям его показателей. Геосистемы различаются по уровню пространственной организации и регулированию качества поверхностных вод в зависимости от характера сопряжения автономных и транзитных ландшафтов с аккумулятивными, обладающими разной способностью к депонированию загрязнителей. Поэтому загрязнение вод можно рассматривать как функцию (отражение)

организации ландшафта в большей степени, нежели интенсивности антропогенного воздействия.

Существование оптимальных взаимоотношений природы и общества возможно только при создании между ними соответствующих интеграционных процессов в рамках «сотворчества», для чего необходимо познание современного состояния геосистем, выявление пространственно-временной структуры их загрязнения на базе анализа ландшафтной организации и закономерностей распределения загрязнителей. В соответствии с целью решались задачи выявления пространственных закономерностей загрязнения объектов природной среды, выявления временных закономерностей загрязнения объектов природной среды, оценки уровней организации ландшафтов, выявления структуры загрязнения, картирования результатов исследования.

В результате наших исследований разработана методология геоэкологического мониторинга трансграничной территории бассейна оз. Байкал, основанная на выявлении источников вещества и наблюдении связей между ними и объектами среды путем рассмотрения объектов в качестве смесей, а источников – в качестве их компонентов. Например, в качестве трассеров источников загрязнения снегового покрова использовались наиболее распространенные в земной коре элементы – Si, Al и Fe. Предполагалось, что остальные загрязнители поступают из тех же источников, что и элементы-индикаторы. Концентрации Si и Fe, нормализованные к Al, использовали в качестве координат на диаграммах смешения и в качестве коэффициентов при переменных в уравнениях смешения. Установлено, что основными источниками загрязнения являются котельные, работающие на угле и мазуте, а также дровяные печи. Были также обнаружены следы нескольких второстепенных источников, таких как завод по производству алюминия, целлюлозно-бумажный комбинат, ржавчина и почвенная пыль (алюмосиликаты). Рассчитанные величины вкладов источников в загрязнение были закартированы. Для ранжирования основных источников по их относительной важности элементный состав снежного покрова рассматривался как смесь трех и двух источников.

В качестве трассеров источников загрязнения вод Селенги тяжелыми металлами использовались отношения концентраций Sr/Fe, Sr/Mn и Ni/V. Природными источниками тяжелых металлов оказались карбонатные породы, богатые железом осадочные породы и глины, а также сульфидсодержащие силикаты. Преобладающими антропогенными источниками явились рудничные воды и коммунально-бытовые стоки.

В водах и донных отложениях притоков Байкала была оценена пространственная вариабельность содержания металлов, рассчитан их

вклад в формирование состава байкальской воды, составлена схема районирования южного Прибайкалья по способности обеспечивать тот или иной состав вод, выполнено зонирование территории по минерализации, макро-, микроэлементному составу вод и дренируемым породам.

Изучение связей загрязнения вод с условиями водосборного бассейна позволило разработать показатели состава вод, единые для Байкала и его притоков, которыми стали величины техногенной нагрузки на экосистему (ПАУ/Сорг) и способности экосистемы нейтрализовать загрязнение (Nмин/Сорг). Установлено, что ПАУ/Сорг и Nмин/Сорг могут быть одновременно использованы в качестве трассеров для расчета вкладов притоков в органическое вещество озера. На основе данных показателей были выделены участки водосборного бассейна и акватории озера, характеризующиеся разными уровнями загрязнения, способности к самоочищению и концентрации органического углерода в поверхностных водах.

На примере бассейна р. Селенги был разработан подход к сопряженной оценке величин допустимых нагрузок загрязнителей на водные и наземные экосистемы, основанный на оценке скорости удаления (ассимиляции) или поступления загрязнителя по разности его массового расхода в нижнем и верхнем створах выбранного участка реки.

Для обоснования сети наблюдений и контроля, экстраполяции результатов мониторинга на геосистемы территорий, не охваченных непосредственными наблюдениями, и показа оперативной информации о состоянии геосистем и экосистем разработаны методология и методика картографирования пространственно-временной структуры загрязнения водосборного бассейна оз. Байкал на основе использования разновременных картографических источников, данных дистанционного зондирования Земли, цифровых моделей рельефа, глобальных цифровых баз данных, материалов государственной статистики и полевых исследований с применением комплекса методов ландшафтного картографирования, предложенного ранее для обоснования целей рационального природопользования и статистического анализа.

При исследовании происхождения загрязняющих веществ в водах в качестве их источников обычно рассматриваются газопылевые выбросы заводов, неочищенные стоки коммунальных предприятий, валяющийся на берегу мусор и т. д. Однако фактически непосредственными источниками загрязнения вод являются неприметные понижения рельефа, пологие части склонов или заболоченные участки поймы, куда в течение зимы или засушливого лета ветром или водой сносятся загрязнители. Накопленные в таких аккумулятивных ландшафтах загрязняющие вещества с поверхностным и грунтовым стоком попадают в близлежащие реки и ручьи. Предотвращение или прекращение поступления загрязнителей в водные

объекты невозможно без выявления ландшафтов, из которых происходит загрязненный сток.

Нами предпринята попытка выявить первичные источники загрязняющих веществ, депонированных в аккумулятивных ландшафтах, и выявить пути их миграции (потоки) до аккумулятивных ландшафтов. Первичными источниками загрязнения вод являются различные промышленные, коммунально-бытовые объекты и сельскохозяйственные угодья. Прежде чем попасть в водный объект, загрязнители проходят некоторый путь, на котором они неоднократно рассеиваются и концентрируются, а в периоды с большим количеством осадков трансэлювиально-аккумулятивные, аккумулятивные и трансаккумулятивные ландшафты становятся вторичными источниками воды, растворенного и взвешенного вещества. Поэтому, обнаружив места временной аккумуляции поллютантов на пути от источников к водным объектам и оценив закономерности их пространственного распределения, можно не только воспрепятствовать попаданию накопленных там примесей в водный объект, но и выявить их первичные источники.

Отработка и уточнение разрабатываемой методики исследования роли аккумулятивных ландшафтов в депонировании загрязнителей проводились в ходе исследований геосистем бассейна р. Селенги – главного притока оз. Байкал – на территории Российской Федерации и Монгольской Народной Республики. План реализации проекта включал создание цифровой модели рельефа (далее – ЦМР) территории, выявление с ее помощью гидрологически чувствительных ландшафтов, а также установление территорий, являющихся источниками загрязнения поверхностных вод, путем проверки уровней содержания загрязнителей в почвах и водах Health Savings Account (далее – HSA). В ходе реализации проекта использовались методы геоинформационного моделирования и выявления источников загрязнения путем виртуального разделения смеси загрязнителей на компоненты.

Для выявления участков накопления и расчета показателей стока использовались данные глобальной цифровой модели поверхности AW3D30. На основе ЦМР, откорректированной с целью фильтрации некорректных значений высот, была создана карта величин топографического индекса влажности (topographic wetness index – TWI). Величина TWI в каждой точке водосбора представляет собой натуральный логарифм отношения удельной площади водосбора к тангенсу крутизны склона в радианах. Карта TWI отражает влажность почв исследуемой территории и способность почвы к формированию поверхностного стока, т. е. в первом приближении ее можно считать картой гидрологически чувствительных участков водосбора (HSA). Так как некоторые участки

территории, характеризующиеся высокими величинами TWI, могли оказаться бессточными понижениями для проверки наличия стока воды с этих участков в реки и выделения участков наибольшего накопления стока на основе ЦМР с использованием модели Flow Accumulation была создана карта суммарного стока (FA).

Основные исследования проводились на модельной территории г. Улан-Удэ, являющегося одним из основных загрязнителей вод р. Селенги и оз. Байкал. Идентификация HSA производилась путем взаимного наложения карт пространственного распределения величин TWI и участков максимального FA. В качестве истинных HSA были идентифицированы те участки предварительно установленных HSA, контуры которых располагаются в пределах участков поверхности с максимальным FA, т. е. находятся на пути наиболее интенсивных временных водных потоков. Правильность идентификации HSA, проведенная в ходе выполнения дальнейших полевых работ, была подтверждена во всех случаях. Так как условием формирования критических территорий-источников (CSA) является совпадение зоны действия источника загрязнения с HSA, составленная для выделения CSA карта производственных объектов (РПО) была наложена на карту распределения HSA, и фрагменты HSA в границах РПО были идентифицированы как CSA. Корректность выделения CSA подтверждена результатами оценки уровня загрязнения почв г. Улан-Удэ.

В дальнейшем предполагается классифицировать геосистемы по уровню их пространственной организации и регулирования качества поверхностных вод.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации тем АААА-А21-121012190059-5, АААА-А21-121032300199-9).

УДК 556

Н. Ю. СУХОВИЛО

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: SukhoviloNY@bsu.by

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА ГЛУБОКОЕ (ПОЛОЦКИЙ РАЙОН, ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Введение. Среди многообразия различных типов озер, различающихся как строением котловин, гидрологическим режимом, химическим составом вод, так и уровнем продуцирования, выделяются озера, имеющие низкую продуктивность и специфические черты азонального характера:

малые размеры, гидрологическую замкнутость, обусловленную водораздельным положением, наличие небольших верховых болот на водосборах, низкую минерализацию и активную реакцию воды. Одним из таких озер является оз. Глубокое, расположенное в Полоцком районе Витебской области.

Материалы и методы. Озеро Глубокое расположено в Полоцком районе Витебской области, в 47 км на северо-восток от г. Полоцка, в 6 км на восток от д. Малое Ситно. Озеро входит в систему р. Полоты правого притока Западной Двины. Площадь зеркала составляет 0,42 км², объем воды – 2,20 млн м³, максимальная глубина – 11,5 м [1; 2]. Озеро расположено на территории республиканского гидрологического заказника «Глубокое – Большое Островито» и является местом произрастания охраняемого вида – полушника озерного. Карта глубин водоема приведена на рисунке 1.

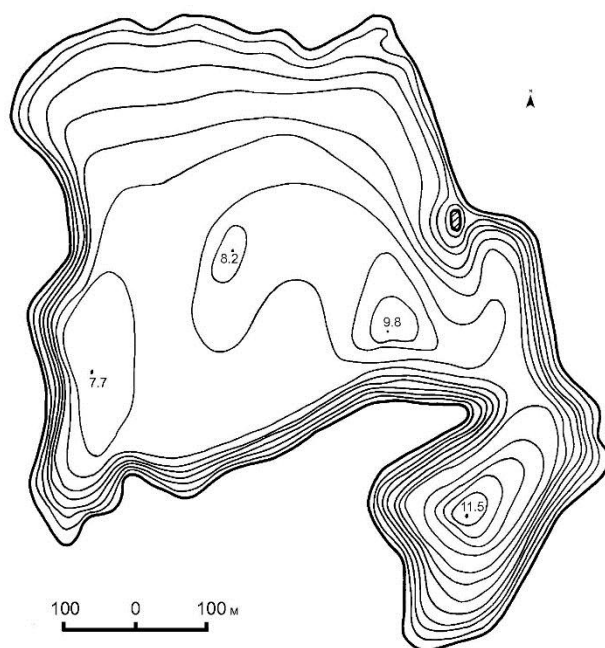


Рисунок 1 – Батиметрическая карта озера Глубокое [1]

Впервые оз. Глубокое обследовано научно-исследовательской лабораторией озероведения БГУ в 1977 г. Материалы первого полевого, а также последующих обследований озера послужили информационной основой данного исследования. Определение концентрации растворенных веществ ранее производилось по общепринятым методикам, в настоящее время для этого применяется фотометрический метод.

Результаты и их обсуждение. Пробы воды в летний период в оз. Глубокое с последующим изучением его гидрохимического режима

проводились в 1977, 2002, 2011, 2022 и 2023 гг. Из-за значительной укрытости котловины в водоеме формируется температурная стратификация с перепадом температур по глубине летом 2023 г. около 14,4 °С. Кислородная стратификация в различные годы выражена по-разному: в 2023 г. максимальное кислородное насыщение отмечалось на глубине 2 м (92 %), ко дну оно падало до 54 % (6,3 мг/дм³), в 2022 г. процент насыщения кислорода у дна опустился до 32 % насыщения или 3,6 мг/дм³.

За прошедшие 45 лет происходили сильные колебания химического состава озера, как показано на рисунках 2 и 3. Озеро является одним из наиболее слабоминерализованных. Минерализация воды в озере изменяется в пределах от 8,2 до 31,4 мг/дм³.

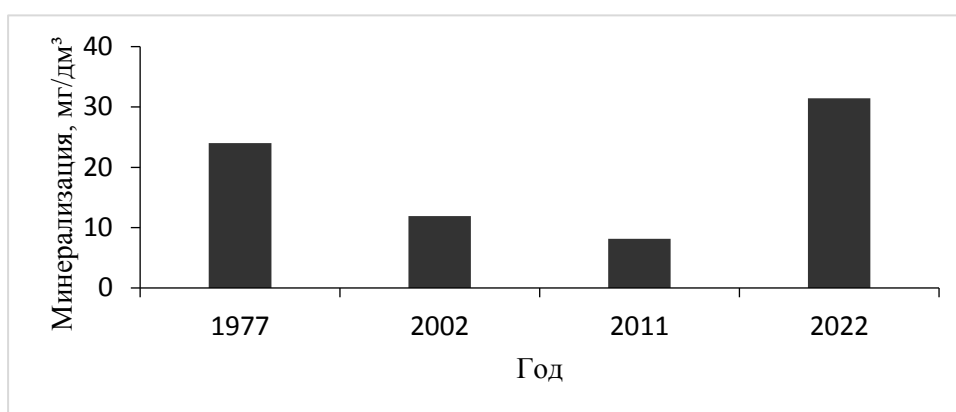


Рисунок 2 – Динамика минерализации воды в поверхностном слое оз. Глубокое в 1977–2022 гг.

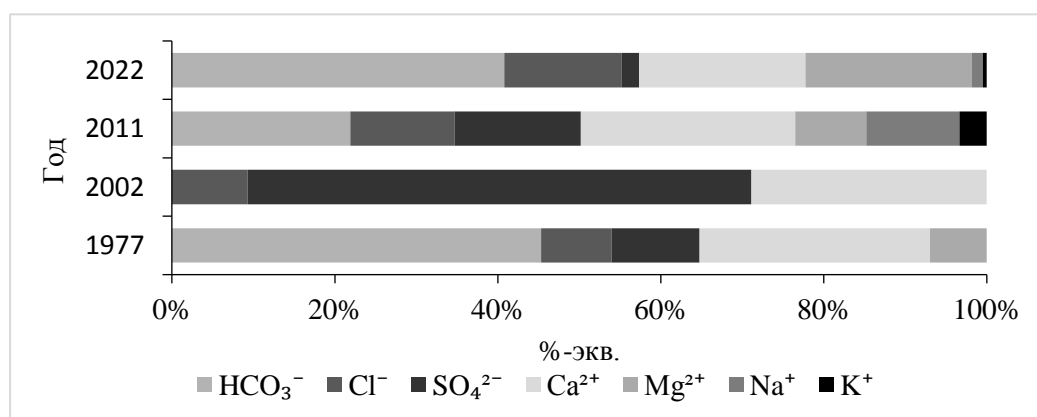


Рисунок 3 – Динамика соотношения между главными ионами в воде оз. Глубокое в 1977–2022 гг.

На фоне колебания минерализации воды изменялся и ее состав. В 1977 г. его можно было охарактеризовать как гидрокарбонатно-кальциевый с долей ионов HCO₃⁻ 45,3 %-экв., кальция – 28,3 %-экв.

В 2002 г. был отмечен переход в сульфатный класс кальциевой группы с долей сульфатов в 61,8 %-экв. и неизменным относительным содержанием ионов кальция. В то же время полное отсутствие гидрокарбонат-иона может быть результатом его распада.

В 2011 г. в воде озера снова преобладали зональные ионы гидрокарбонатов и кальция, но относительное содержание других главных ионов было высоким. Повышенная доля ионов натрия (11,4 %-экв.) и хлоридов (12,83 %-экв.) может быть обусловлена их поступлением с атмосферными осадками из окрестностей г. Полоцка и Новополоцка и промышленных предприятий, а также в летний период от купающихся.

В 2022 г. среди анионов преобладали гидрокарбонаты, среди катионов на долю ионов кальция и магния приходится по 20,4–20,5 %-экв. На долю натрия и калия приходится менее 2 %-экв.

Содержание биогенных элементов в воде также претерпело изменения. Концентрация нитратов в водоеме за 45 лет увеличилась с 0 до 0,1 мг/дм³. Содержание нитрит- и аммоний-ионов в воде достигало максимума в 2002 г. В настоящее время оно находится ниже порога определения, что свидетельствует об активности окислительных процессов в водоеме. Концентрация фосфатов была наиболее высокой в 1977 г. (0,005 мг/дм³), с 2011 г. она равна нулю. Это может быть связано с потреблением биогенных элементов фитоперифитомом и макрофитами.

На фоне повышения минерализации воды и концентрации биогенных элементов происходит снижение прозрачности воды. Если летом 1977 г. она достигала 9,5 м (максимальная среди озер Беларуси), то в 2021 г. она снизилась до 7 м (данные В. В. Вежновца), в 2022 – до 6–6,5 м, в 2023 – до 5,3 м. В последнем случае это можно объяснить жаркой антицикло-ческой погодой в период полевого обследования с температурой воздуха свыше +30 °С. Цветность воды остается низкой – в пределах 4°–10°.

Низкий водородный показатель, изменяющийся от 4,1 до 5,5, позволяет отнести озеро к типичным ацидотрофным водоемам.

Заключение. Рост минерализации воды, содержания нитратов, снижение прозрачности свидетельствуют об ухудшении экологического состояния водоема, происходящем не только из-за роста температуры воздуха и воды, но и по причине роста антропогенной нагрузки. В последние годы отмечается увеличение потока отдыхающих и туристов, однако на берегах озера не созданы условия для их размещения. Туристические стоянки на оз. Глубокое не оборудованы водонепроницаемыми выгребными ямами. Недостаточная информированность населения приводит к тому, что мытье посуды и гигиенические процедуры с использованием синтетических поверхностно-активных веществ осуществляются непосредственно в озерах.

Для предотвращения ухудшения гидрохимического режима озера необходимо соблюдение режима охраны с ограничением потока отдыхающих, вводом запрета на мытье посуды в озере, оборудованием водонепроницаемых выгребных ям и установкой контейнеров для сбора отходов.

Исследования выполняются при финансовой поддержке БРФФИ (проект № X22M-069).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексное лимнологическое обследование озерных водоемов Белоруссии : отчет о НИР (промежут.) ; рук. О. Ф. Якушко. – Минск : БГУ, 1977. – ХД-ЛОЗ-671717.

2. Озера Беларуси : справочник / Б. П. Власов [и др.]. – Минск : БГУ, 2004. – 284 с.

3. Проведение наблюдений за ресурсами водной растительности, а также за средой ее произрастания : отчет о НИР ; рук. Б. П. Власов. – Минск : БГУ, 2014. – № ГР 20164690.

4. Уязвимость экосистем кислототрофных озер Беларуси – мест обитания охраняемых видов флоры и фауны – к климатическим изменениям : отчет о НИР (промежут.) ; рук. Н. Ю. Суховило. – Минск : БГУ, 2023. – 76 с. – № ГР 20221196.

УДК 911.3

В. Н. ФЕДОРКО

Узбекистан, Ташкент, СОШ № 233

E-mail: viktor-f-89@mail.ru

ТРАНСГРАНИЧНЫЕ РЕГИОНЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Центральная Азия представляет собой крупный самобытный регион в центре Евразии, объединяющий пять постсоветских государств – Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, которые интегрированы в общее географическое пространство многообразными связями ландшафтного, ресурсно-экологического, историко-политического, социально-экономического, этнорелигиозного и культурно-гуманитарного характера. При этом Республика Узбекистан занимает узловое, срединное экономико-географическое и геополитическое положение в регионе, имея протяженные участки государственной границы со всеми остальными странами Центральной Азии, а также с Афганистаном,

который исторически и географически тесно сопряжен со своими северными соседями. Для Узбекистана вопросы приграничной и трансграничной интеграции регионов с прилегающими территориями сопредельных стран имеют большую значимость, будучи источником потенциально мощного импульса интенсивного развития не только самих порубежных районов, но и всей национальной экономики.

Востребованность углубления интеграционных процессов в регионе предопределяется многими географическими факторами. Зачастую сопредельные регионы Узбекистана и соседних стран Центральной Азии представляют собой единые в бассейновом и ландшафтном отношении геосистемы. Среди таких трансграничных физико-географических образований, охватывающих в той или иной степени территорию Узбекистана, выделяются Ферганская долина, Голодная степь (равнина Мирзачуля), Южно-Таджикская межгорная впадина, Зарафшанский бассейн, дельта Амударьи. Даже пустыни Кызылкум и Устюрт, отличающиеся дисперсно-очаговым характером хозяйственно-селитебного освоения, представляют собой межгосударственные территории, имеющие большой потенциал для развития совместными усилиями транзитного транспортного хозяйства, отгонно-пастбищного животноводства, экологического туризма и охраны природы.

Трансграничными являются большинство крупных рек Центральной Азии: Амударья, Сырдарья, Зарафшан, Нарын, Карадарья, а водные ресурсы в условиях аридного климата играют исключительно важную роль в устойчивом развитии природно-хозяйственных комплексов. В настоящее время именно водохозяйственный фактор играет стержневую роль в решении проблем системной интеграции центральноазиатских государств.

Физико-географическое единство трансграничных территорий в странах Центральной Азии порождает геоэкологические проблемы межгосударственного уровня и значения, связанные с трансграничным переносом загрязняющих веществ ветрами, поверхностными и подземными водными потоками. Примерами могут служить воздействие выбросов Таджикского алюминиевого завода, расположенного в г. Турсунзаде, на аэроэкологическую обстановку в Сурхандарьинской области Узбекистана и загрязнение вод р. Зарафшан в пределах Самаркандской области радиоактивными отходами Анзобского горно-обогатительного комбината, находящегося на территории Пенджикентского района Таджикистана. Подобные ситуации свидетельствуют об актуальности трансграничного подхода к охране и оптимизации эколого-географической среды в Центральноазиатском регионе.

Следует отметить, что приграничное и трансграничное сотрудничество в Центральной Азии имеет давние традиции и большой опыт. Этому способствовало единое в недавнем прошлом хозяйственно-инфраструктурное пространство Среднеазиатского экономического района бывшего СССР. В рамках общей транспортной, энергетической, ирригационной и расселенческой системы в странах региона интенсивно протекали процессы эффективного сотрудничества в широких масштабах по совместному использованию природных и трудовых ресурсов, производственной и социальной инфраструктуры, хозяйственной кооперации, сложилась система пространственного разделения труда главным образом между равнинными и предгорно-горными районами. Контрастность природно-хозяйственных условий равнин и горно-предгорных районов создает многообразные предпосылки для территориального разделения труда между ними, для взаимодополняющей специализации экономики соседствующих порубежных районов. Освоение рынков приграничных территорий соседних стран при этом открывает возможности для роста доходов предпринимателей. Перспективным и весьма выгодным представляется также развитие трансграничного международного туризма на базе использования рекреационных и туристских ресурсов пограничных государств.

Однако новые социально-экономические и геополитические условия постсоветского периода, объективные трудности, порожденные кризисом прежней социально-экономической системы и распадом территориально-хозяйственных связей, так же как и в других частях бывшего Союза, отрицательно сказались на интеграционных процессах в регионе. Эти социально-экономические процессы по большому счету пришлось строить заново на принципиально иных, чем ранее основах, что представляется вполне закономерным явлением. Перестройка же межгосударственного сотрудничества в рамках трансграничных регионов Центральной Азии в современных геополитических обстоятельствах происходит весьма непросто. Зачастую в постсоветский период развития в геопространстве Центральной Азии в гораздо большей степени проявлялись барьерные функции новоявленных государственных границ в сравнении с их контактными и транзитными функциями.

Объективными условиями, потенциально способствующими пространственной интеграции регионов сопредельных стран Центральной Азии в рамках целостных трансграничных образований, являются следующие факторы:

- 1) общие водные ресурсы и единство ирригационной инфраструктуры (каналов, водохранилищ, коллекторно-дренажной сети);

2) единство дорожно-транспортных коммуникаций (железных и автомобильных дорог, трубопроводов);

3) целостность геоэкологического пространства, которая обеспечивается потоками вещества и энергии в бассейновых геосистемах, разделенных политико-административными границами;

4) контрастность природно-хозяйственных условий, формирующая предпосылки для территориального разделения труда в пределах трансграничных регионов, их взаимодополняющей специализации;

5) сочетание рекреационно-туристских ресурсов, использование которых может превратить некоторые районы Центральной Азии в крупные ареалы трансграничного международного туризма.

Представляется обоснованным выделить несколько генетико-морфологических типов трансграничных регионов Центральной Азии, в частности:

1) бассейновые, модификациями которых являются долинно-речные, озерно-котловинные и дельтовые трансграничные территории;

2) горные;

3) межгорно-котловинные;

4) пустынно-равнинные

Эти типологические вариации трансграничных регионов различаются пространственной организацией вещественно-энергетических потоков, обеспечивающих их целостность, а также эколого-географическими механизмами и закономерностями внутренне упорядоченной дифференциации природно-хозяйственных условий.

Крупными потенциально интеграционными регионами Узбекистана и сопредельных стран, обладающими наиболее значительным потенциалом взаимовыгодного приграничного и трансграничного сотрудничества по широкому кругу направлений, являются:

1) *Ферганский*, включающий Ферганскую, Андижанскую и Наманганскую (без Ахангаранского плато) области Узбекистана, Ошскую (без Алайской долины), Джалалабадскую и Баткенскую области Кыргызской Республики и Согдийскую область Таджикистана (без долины Горного Зарафшана, или Кухистана);

2) *Среднесырдарьинский* в составе Ташкентской, Сырдарьинской и северо-восточной (Голодностепской) части Джизакской области Узбекистана, северо-западной части Согдийской области Таджикистана, Келесской долины, Угамской долины и Мактааральского района Южно-Казахстанской области Казахстана, а также Чаткальской долины Кыргызской Республики;

3) *Зарафшанский*, наиболее тесно взаимодействующие пространственные элементы которого формируют Самаркандский и Каттакурганский оазисы Самаркандской области и долина Горного Зарафшана на территории Таджикистана;

4) *Среднеамударьинский*, включающий Бухара-Каракульский оазис и Каршинскую группу районов Узбекистана, а также прилегающие территории Лебапского вейалата (в прежние годы – Чарджоуской области) Туркменистана, важнейшим интеграционным фактором которого выступает ирригационная инфраструктура (Аму-Бухарский и Каршинский машинные каналы, начинающиеся в пределах Туркменистана);

5) *Нижнеамударьинский*, образованный Хорезмской областью, приамударьинскими территориями Республики Каракалпакстан и соседнего Дашогузского вейалата Туркменистана;

6) *Верхнеамударьинский*, потенциально способный интегрировать Сурхандарьинскую область Узбекистана, Гиссарскую долину и Хатлонскую область Таджикистана, восточные районы Лебапского вейалата Туркменистана (Керкинская и Гаурдакская группа районов), а также Северный Афганистан.

Кроме вышеназванных регионов, крупными трансграничными территориями в пределах Узбекистана и сопредельных стран являются пустыни Кызылкум, Аралкум (котловина высохшего Аральского моря) и плато Устюрт.

Трансграничные регионы Узбекистана и сопредельных стран характеризуются количественными и качественными особенностями историко-географических условий, потенциальных возможностей и актуальных проблем межгосударственного сотрудничества, что является следствием объективных особенностей их географического положения по отношению к важнейшим линиям, центрам и ареалам социально-экономического развития Центральной Азии в целом, а также местных физико-географических, хозяйственных, социокультурных и геоэкологических факторов.

УДК 630(573.61)

А. М. ХАРИТОНОВ

Россия, Владивосток, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

E-mail: mavr@tigdvo.ru

ПРОБЛЕМЫ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕГИОНАХ (НА ПРИМЕРЕ СПАССКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ПРИМОРСКОГО КРАЯ)

Приморский край имеет государственную границу с Китаем и КНДР. При этом Спасский муниципальный район края непосредственно примыкает к территории Китая на западе края.

Спасское лесничество расположено на территориях собственно Спасского, а также Черниговского и частично Яковлевского муниципальных районов. Территория Спасского лесничества отнесена к Приамурско-Приморскому хвойно-широколиственному и Дальневосточному лесостепным районам, к зоне хвойно-широколиственных лесов и лесостепной зоне. Мы отнесли территорию лесничества к зоне Западной лесоресурсной системы края [4].

Спасское лесничество было образовано на базе бывшего лесхоза с одноименным названием. В настоящее время это единственное лесничество, которое продолжает существовать в крае в границах только одного бывшего лесхоза (в лесничество также вошли сельские леса бывшего одноименного межхозяйственного лесхоза), тогда как остальные лесничества были существенно увеличены по сравнению с бывшими лесхозами.

Общая площадь земель лесничества составляет 256 671 га, в том числе на лесные земли приходится 97,4 %. Не покрыты лесной растительностью при этом всего 0,8 % лесных площадей. Особо охраняемых природных территорий регионального значения на землях лесничества нет. Однако в лесничестве зафиксированы 45 видов зверей и 360 видов птиц, часть из которых занесена в Красные книги различного уровня и подлежит охране [2].

Расчетная лесосека на территории лесничества невелика и составляет 4,9 тыс. га с ежегодным возможным объемом рубок в 164 тыс. м³. При этом хвойные породы в составе расчетной лесосеки занимают всего 216 га с запасом в 9,3 тыс. м³. По этой причине рубки по линии главного пользования в лесничестве давно носят эпизодический характер, хотя ранее обычно все же превосходили по объему вырубленной древесины рубки ухода.

Так, за период действия предыдущего Лесного плана из 1017,4 тыс. м³ возможной к заготовкам ликвидной древесины было вырублено 763,2 тыс. м³. При этом 374,5 тыс. м³ поступило от заготовок древесины по линии главного пользования. А вот «рубки дохода» (т. е. рубки ухода) по своим объемам явно превзошли плановые показатели (более чем в 1,5 раза).

Изменение динамики лесных насаждений по Спасскому лесничеству отображено в таблице 1. В таблице 2 показаны изменения в составе древесных пород лесничества.

Таблица 1 – Изменение таксационных характеристик лесных насаждений по Спасскому лесничеству Приморского края [1]

Год	Покрытая лесом площадь, га	Средний возраст, лет	Средний запас насаждений на 1 га, м ³ (спелых и перестойных)	Средний прирост по запасу на 1 га покрытых лесной растительностью земель, м ³
2009	252980	88	155,2	1,65
2017	247783	96	154,5	1,66
Изменения	-5197	+8	-0,7	+0,01

За этот период заметно сократилась покрытая лесом площадь лесничества, несколько уменьшился запас спелых и перестойных запасов древесины, увеличился средний возраст древесных пород.

Таблица 2 – Динамика распределения площади лесов по группам древесных пород по Спасскому лесничеству Приморского края. Площадь – тыс. га [1]

Год	Хвойные	Твердолиственные	Мяголиственные
2009	45,4	100,6	105,4
2017	47,6	132,4	67,5
Изменения	+2,2	+31,8	-37,9

За рассматриваемый период времени (2009–2017 гг.) наибольший прирост отмечается среди твердолиственных и хвойных пород. Следует отметить, что в последнее время отмечается стабильный спрос на эти виды древесины на рынках стран Азиатско-Тихоокеанского региона (в том числе в соседнем Китае).

Довольно значительные величины возможной заготовки недревесных лесных ресурсов лесничества с ориентиром на отечественных потреби-

телей (веточный корм, березовые веники и т. п.) в настоящее время практически не используются из-за нерентабельности заготовок.

Перестали поступать в продажу и пищевые лесные ресурсы, хотя в дорыночные времена хозяйства районов заготавливали значительное количество ягод, грибов, папоротника, лекарственного сырья и особенно меда. Впрочем, и сегодня ресурсы пригодных для заготовок орехов в лесничестве оцениваются в 100 т, ягод 110 т, грибов 90 т ежегодно.

Заготовки папоротника возможны до 100 т в год, березового сока – 200 т, лекарственного сырья – 50–100 т ежегодно. Но сейчас даже при поддержке региональных и местных органов управления возрождение масштабной системы заготовок недревесных ресурсов леса, ориентированных не только на отечественных, но и на зарубежных потребителей, уже вряд ли возможно.

Под медосбор в лесничестве пригодны 35 тыс. га липняков и до 12,2 тыс. га травостоев. На них возможно содержать до 100 тыс. пчелосемей. Возможный медосбор при этом оценивается в почти 5 тыс. т ежегодно (порядка 10 % ресурсов медосборов по Приморскому краю в целом). Это очень значительный объем даже в рамках России. Ведь в крае произрастает примерно 15 % липняков. Интерес к приморскому меду проявляют сейчас потребители из Китая.

Таким образом, выгодное географическое положение лесничества, имеющийся разнообразный лесоресурсный потенциал и сохранившиеся на его территории организации лесопользования позволяют говорить о лесном хозяйстве как весьма перспективном виде деятельности в рассматриваемых муниципальных районах края.

Помимо финансовых и социально-экономических проблем, сдерживающих рациональное лесопользование на территории лесничества, можно отметить ряд природных и антропогенных факторов, которые следует учитывать при ведении здесь лесного хозяйства.

Так, данное лесничество одно из наиболее пожароопасных в крае. Средний класс пожарной опасности в нем – 4,6. Из 256 671 га к наиболее высокому классу V относится 183 010 га. Лесопатологические угрозы в лесничестве оцениваются как слабые.

К тому же земли Спасского района подвержены риску сильных наводнений в летний период. В августе 2023 г. именно этот район оказался в числе наиболее пострадавших от дождей. В последнее время сильные паводки случаются примерно дважды за десятилетие. Это затрудняет развитие и пчеловодства. К тому же в крае только сейчас восстановлен запрет на рубки липняков, которые нанесли существенный вред местным пчеловодам.

Следует учитывать, что местные древесные ресурсы недостаточны для развития современных деревообрабатывающих производств. Так, планирующееся еще в 2017–2020 гг. производство сухих пиломатериалов и 4 тыс. м³ фанеры требовало 84 тыс. м³ древесины в год, что для лесничества уже неподъемно и означало проведение промышленных лесозаготовок далеко за пределами района [1]. Впрочем, наличие железной дороги снижает транспортные расходы и облегчает вывоз готовой продукции.

Имеющиеся же пищевые лесные ресурсы сегодня востребованы только у местного населения из-за ликвидации системы промхозов [3]. Часть меда также продается на местных рынках.

Туристическая деятельность в лесах затруднена из-за распространения клещевого энцефалита и других специфических заболеваний. При этом требуются значительные дополнительные затраты на обеспечение безопасности рекреантов (обязательные прививки туристов, противоклещевая обработка туристских маршрутов и т. п.).

Охотхозяйственная деятельность в лесничестве и прилегающим к нему территориях возможна на площади 516,3 тыс. га, хотя большого хозяйственного значения также не имеет. При этом при поддержке региональных и местных органов управления возможно возрождение системы заготовок недревесных ресурсов леса, ориентированных не только на отечественных, но и зарубежных потребителей.

Следует отметить, что Спасское лесничество можно рассматривать и как модельный регион при разработке схемы рационального лесопользования. Отсутствие крупных запасов высоколиквидных древесных ресурсов позволяет применять в этом случае стратегию лесопользования, рассчитанную на реализацию небольших (в масштабах края) проектов (заготовка и переработка недревесных ресурсов леса, переработка древесины, туризм и рекреация и др.), которые в совокупности позволят существенно нарастить хозяйственный потенциал муниципальных районов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесной план Приморского края : в 2 т. – Владивосток, 2018. – Т. 1. – 169 с.
2. Лесохозяйственный регламент Спасского лесничества Приморского края / И. Н. Пугачев [и др.]. – Хабаровск, 2018. – 146 с.
3. Харитонов, А. М. О региональных особенностях освоения лесосырьевых ресурсов Приморского края в новых условиях хозяйствования / А. М. Харитонов // Актуальные вопросы наук о земле в концепции устойчивого развития Беларуси и сопредельных государств : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 28–29 нояб. 2019 г. : в 2 ч. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2019. – Ч. 2. – С. 145–149.

4. Харитонов, А. М. Лесной комплекс Приморья: современное состояние и перспективы развития / А. М. Харитонов // Стратегия территориальной организации хозяйства Приморского края. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. – С. 148–165.

УДК 551.58

Т. А. ШЕЛЕСТ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: tashelst@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ НОРМ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В БЕЛАРУСИ

Климатическая норма – это та или иная характеристика климата, статистически полученная из многолетнего ряда наблюдений. Чаще всего это средняя величина [1].

Практика применения климатических (климатологических) норм берет свое начало в первой половине XX в. Первоначальным предназначением норм было проведение сравнений между наблюдениями, произведенными по всему миру [2].

Климатические нормы используются для двух главных целей. Во-первых, они служат контрольной точкой, с которой могут сравниваться недавно проведенные или текущие наблюдения. Во-вторых, для предсказания условий, которые могут ожидаться с наибольшей вероятностью в заданном районе [3].

Расчет климатических норм осуществляется согласно Руководящим указаниям Всемирной метеорологической организации по расчету климатических норм [3]. Понятие «климатическая норма» применялось к непересекающимся 30-летним периодам (1901–1930, 1931–1960, 1961–1990 гг.). 17-й Всемирный метеорологический конгресс (далее – ВМО, 2015) одобрил ряд изменений в определениях, касающихся климатических норм. Наиболее значительное из этих изменений заключалось в изменении периода, за который рассчитываются нормы: теперь это понятие применяется к последнему 30-летнему периоду, который завершается годом, заканчивающимся цифрой 0 (1981–2010, 1991–2020 гг и т. д.), а не к непересекающимся периодам, как было ранее. На момент подписания технического регламента это был период 1981–2010 гг. Гидрометеорологическая служба Республики Беларусь с 1 июля 2017 г. перешла на новые климатические нормы по температуре и осадкам.

В 2021 г. в связи с окончанием периода 1991–2020 гг. членам ВМО настоятельно рекомендовано перейти на климатологические стандартные нормы за период 1991–2020 гг. с целью унификации данных климатического мониторинга по всему миру и для повышения качества обслуживания отраслей экономики и населения. Период с 1961 по 1990 г. был сохранен как стандартный опорный период для долгосрочной оценки изменения климата.

Цель настоящего исследования – дать оценку изменений действующих в настоящее время климатологических стандартных норм температур воздуха по метеостанциям Беларуси (за период 1991–2020 гг.) с климатологическими нормами предшествующего расчетного периода (1981–2010 гг.).

Оценка изменения климатических норм температур воздуха проводилась на основании сравнения опубликованных в справочнике по климату Беларуси [4] данных и сборнике климатологических стандартных норм (1991–2020 гг.) [2]. При этом рассматривались средние месячные, сезонные и годовые температуры воздуха по всем метеорологическим станциям Беларуси. Рассчитывалась разница средних температур воздуха за два периода, а именно 1981–2010 и 1991–2020 гг.

В таблице представлена разница средних месячных и годовых температур воздуха (климатических норм) за периоды 1981–2010 и 1991–2020 гг. по областям Беларуси, а также по стране в целом.

Таблица – Величина изменения климатических норм температур воздуха за период 1991–2020 гг. по сравнению с периодом 1981–2010 гг. по областям Беларуси

Область	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Витебская	0,3	0,8	0,6	0,4	0,1	0,6	0,5	0,6	0,6	0,1	0,8	1,0	0,5
Минская	0,3	0,8	0,7	0,5	0,1	1,0	0,5	0,7	0,6	0,1	0,9	0,8	0,6
Гродненская	0,3	0,7	0,6	0,5	0,1	0,7	0,6	0,6	0,7	0,1	0,7	0,7	0,6
Могилевская	0,3	0,9	0,6	0,4	0,1	0,5	0,5	0,6	0,6	0,2	0,8	0,8	0,5
Брестская	0,3	0,8	0,6	0,5	0,1	0,8	0,6	0,8	0,6	0,2	0,9	0,6	0,6
Гомельская	0,3	0,7	0,6	0,6	0,1	0,7	0,6	0,7	0,6	0,2	0,7	0,6	0,5
<i>Беларусь</i>	<i>0,3</i>	<i>0,8</i>	<i>0,6</i>	<i>0,5</i>	<i>0,1</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	<i>0,6</i>	<i>0,2</i>	<i>0,8</i>	<i>0,8</i>	<i>0,5</i>

Анализ изменения климатических норм показал, что по всем областям и Беларуси в целом в современный период определения климатических норм (1991–2020 гг.) по сравнению с предшествующим (1981–2010 гг.) периодом климатические нормы среднегодовой температуры воздуха увеличились. В среднем по Беларуси рост составил 0,5–0,6 °С. Среди метеостанций области наибольшее существенное повышение значений климатических норм среднегодовой температуры воздуха произошло

в Орше, Витебске, Гродно и Мозыре (на $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$), наименьшее – в Вилейке (на $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$), Минске и Василевичах (на $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Менее существенно нормы увеличились в Езерищах, Столбцах, Могилеве, Бобруйске, Ганцевичах и Ивацевичах (на $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Среднемесячные температуры воздуха за рассматриваемые периоды изменились неодинаково. Среди сезонов года больше всего изменились климатические нормы в летний период – во все летние месяцы выросли в среднем на $0,6\text{--}0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом в Витебской и Могилевской областях они выросли меньше, чем в Брестской и Гомельской. Среди зимних месяцев в декабре и феврале по Беларуси в целом нормы выросли на $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, в январе – лишь на $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом в Витебской области рост среднемесячных температур воздуха в декабре заметно превышает таковой, чем в Брестской и Гомельской областях. Так, например, если на метеостанции Верхнедвинск он составил $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, то в Бресте и Василевичах – лишь $0,5$ и $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно. В осенние месяцы наиболее существенно климатические нормы температур увеличились в ноябре (на $0,7\text{--}0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), несколько меньше – в сентябре (на $0,6\text{--}0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$), меньше всего – в октябре (на $0,1\text{--}0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Весной наиболее существенно нормы выросли в марте (на $0,6\text{--}0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$). В апреле рост составил $0,4\text{--}0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в мае практически не изменились (выросли на $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Кроме того, в мае на некоторых метеостанциях (Минск, Василевичи, Бобруйск) наблюдается понижение среднемесячной температуры воздуха в современный период определения климатических норм по сравнению с предшествующим.

То есть климатические нормы по всем областям Беларуси наиболее существенно выросли в ноябре и феврале (на $0,7\text{--}0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), а меньше всего – в мае и октябре (на $0,1\text{--}0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). При этом можно выделить и некоторые региональные отличия. Так, в летний период на юге Беларуси климатические нормы выросли более существенно, чем на севере и востоке страны, и менее существенно, чем на севере. Для Вилейки и Василевичей характерен наименьший рост климатических норм температур воздуха как среднегодовой, так и среднемесячных. Наиболее равномерный рост климатических норм практически по всем метеостанциям страны характерен для января и октября.

В целом по Беларуси климатические нормы среднегодовой температуры воздуха составляют $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, что на $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше, чем в предшествующий период. Средние температуры воздуха по сезонам составляют: зимы – $-3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (выросли на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), весны $7,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (выросли на $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$), лета – $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (выросли на $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$), осени – 7° (не изменились).

Амплитуда колебаний среднемесячных температур в современный период (1991–2020 гг.) по сравнению с периодом 1981–2010 гг. уменьшилась лишь в Витебской области (на $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). По всем остальным

областям страны наблюдается увеличение амплитуд, величина которых в среднем составила 0,2 °С в Минской и Могилевской областях и 0,3 °С в Гродненской, Брестской и Гомельской областях.

Таким образом, проведенный анализ изменений используемых в настоящее время климатических норм температур воздуха по метеостанциям Беларуси с нормами предшествующего расчетного периода показывает, что за последнее десятилетие рост температур воздуха продолжился по всей территории страны, однако для него характерны некоторые внутригодовые отличия. В связи с этим новый подход к определению климатических норм, когда нормы пересчитываются каждое десятилетие, вполне оправдан по сравнению с тем подходом к определению климатических норм, который существовал ранее, когда использовались непересекающиеся 30-летние периоды. Использование этих норм позволяет проводить сравнения текущих значений температур с температурами, наиболее приближенными к современным климатическим условиям, а также повышает качество обслуживания отраслей экономики и населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь : в 3 т. / под ред. А. И. Бедрицкого. – СПб. ; М. : Летний сад, 2009. – Т. 2 : К–П. – 310 с.
2. Сборник климатологических стандартных норм (1991–2020 гг.) / Мин-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды, Гос. климат. кадастр. – Минск, 2021. – 88 с.
3. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм [Электронный ресурс] / Всемирная метеорологическая организация. – 2017. – Режим доступа: https://library.wmo.int/viewer/42884?medianame=1203_ru_#page=1&viewer=picture&o=bookmark&n=0&q=.
4. Справочник по климату Беларуси. Температура воздуха и почвы. Ч. 1. – Минск, 2017. – 85 с.

УДК 582.284.3

М. А ШЕЛОНИК

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

Email: maria.shelonik006@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ТОРФА В ПРАКТИКЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ГРИБОВ СЕМЕЙСТВА АГАРИКОВЫХ

Введение. Базидиомицеты из семейства агариковых были одними из первых грибов, которых начали выращивать. Объясняется это их простотой выращивания, высокой урожайностью, вкусовыми качествами и широким выбором субстратов. Правильно выбранный субстрат будет определять дальнейшую «судьбу» грибного мицелия.

Материалы и методы. Образцы торфа были исследованы классическими, общепринятыми методами [4] для определения основных качественных и количественных характеристик: влажность, зольность, ботанический состав, степень разложения [6; 7]. Для приготовления субстрата использовался метод Пешке модифицированный.

Результаты и обсуждение. За последние 30–40 лет было предложено много как классических, так и «альтернативных» рецептов грибного субстрата и покровной почвы, для разработки и производства которых необходимо учитывать ряд химических, физических, биологических и экономических характеристик для предоставления их на мировом рынке. В практике грибоводства известны три типа субстрата для выращивания шампиньонов [1; 5]: натуральный, полусинтетический и синтетический. В состав первых двух входит солоmistый конский навоз, который, несмотря на многовековое и обширное использование, не рекомендуется использовать для выращивания грибов. Это связано с тем, что навоз является потенциальным источником патогенных микроорганизмов, и перед его использованием он должен проходить жесткую химическую обработку или пастеризацию, что, соответственно, повышает себестоимость подходящего для этого оборудования. Во-вторых, навоз становится дефицитным сырьем из-за сокращения поголовья лошадей в мире. Еще одним нежелательным моментом является то, что навоз должен перепреть [2]. Известно, что в свежем навозе содержится значительное количество азота, метана, растворимых сахаров и других веществ, которые будут пригодны для развития более жизнеспособных, чем мицелий шампиньона, микроорганизмов – бактерий и плесневых грибов. Присутствие патогенных микроорганизмов обуславливает повышение температуры выше 30 °С и щелочную реакцию самого навоза, что негативно сказывается

на развитии мицелия и плодовых тел. На сегодняшний момент для приготовления питательного субстрата для грибов все больше стараются частично, либо полностью заменить конский навоз «альтернативными» материалами: соломой, переработанной минеральной ватой, чайными листьями, переработанным грибным субстратом, кокосовыми волокнами [10], отходами льно- и целлюлозоперерабатывающей промышленности, древесными опилками, сосновой корой и т. д. Однако пока ни одна из этих альтернатив не нашла промышленного применения из-за отсутствия стабильных агрономических показателей. Это связано, либо из-за неподходящих физико-химических характеристик материала (например, низкая влагоудерживающая способность сосновой коры или присутствие пестицидов в переработанной минеральной вате [7]), либо из-за наличия плесневых грибов в переработанном кокосовом волокне и отходах бумажной массы, либо из-за политических и экономических проблем (ограниченные поставки отходов чая, кокосового волокна и законодательные ограничения по переработке отработанного грибного субстрата и минеральной ваты [11]).

Использование торфа для выращивания грибов известно с 1950-х гг благодаря его низкой стоимости, доступности и уникальным физико-химическим свойствам [12]. Преимущества применения торфяного грунта в сравнении с другими материалами заключается в его предпочтительных технологических особенностях.

1. Время приготовления питательного субстрата для навоза занимает до 25–28 дней, в то время как для торфа этот промежуток сокращается почти в два раза.

2. Торфяной грунт обладает природными антибактериальными и противогрибковыми свойствами, которые могут помочь подавить болезни, которые могут повлиять на рост грибов. Это уменьшает необходимость в химической обработке и помогает поддерживать более здоровую среду для выращивания.

3. Физико-химические свойства. Во-первых, влагоудерживающие свойства, которые необходимы для роста, поскольку грибам для роста требуется постоянный уровень влажности, а торфяной субстрат помогает удерживать воду и поддерживать необходимый уровень влажности и делать почву более структурированной.

4. Торфяной субстрат содержит смесь питательных веществ, включая азот, фосфор и калий, гумусовые вещества [8], которые необходимы для роста грибов. Кроме того, торфяная почва может удерживать питательные вещества и медленно высвобождать их, обеспечивая тем самым постоянное снабжение грибов.

5. Универсальность торфяного субстрата заключается в его одновременном использовании как в качестве плодородного субстрата для развития мицелия, так и для покровной почвы образования плодовых тел, что не характерно ни для одного из известных материалов.

Основные этапы технологического процесса выращивания грибов включает три взаимосвязанных процесса: приготовление субстрата; выращивание посадочного мицелия и выращивание плодовых тел. Рецепт приготовления субстрата может отличаться в зависимости от имеющегося сырья, наличия соответствующего оборудования и грамотных специалистов. После этого готовым субстратом наполняют контейнеры (мешки), в которых будет происходить пастеризация. Основная цель пастеризации – уничтожить патогенных микроорганизмов, содержащихся в субстрате [3]. В то же время было установлено, что пастеризованный торф менее эффективен, чем не пастеризованный, из-за присутствия в нем бактериальной популяции, которая играет важную роль в стимулировании плодоношения у грибов. После этого происходит следующий процесс – ферментация. Ферментация грибов относится к процессу использования микроорганизмов, таких как бактерии или дрожжи, для расщепления органического вещества в грибах на более простые соединения, такие как спирты, кислоты и углекислый газ. Этот процесс может улучшить вкус, текстуру и срок хранения грибов, сделав их более привлекательными для потребителей. Кроме того, ферментированные грибы потенциально полезны для здоровья благодаря их повышенной биодоступности и пробиотическому эффекту. После идет заселение мицелия и закладка покровной почвы, которая является источником воды и питательных веществ и должна соответствовать следующим требованиям: иметь комковатую структуру, обладать высокой влагоемкостью и достаточной водо- и воздухопроницаемостью и иметь нейтральную или слабокислую реакцию среды [5]. После этого происходит уход за грибной культурой, который заключается в поддержании температуры, влажности и других показателей.

Одной из проблем при приготовлении субстрата и покровной почвы является сохранение показателя рН в нейтральном либо слабокислом диапазоне. Установлено, что поддержание оптимального рН показателя в покровной почве необходимо не только для развития здорового мицелия, но и для того, чтобы помочь контролировать присутствие патогенно-конкурентов, таких как плесневые грибы рода *Trichoderma*, которые лучше растут при кислом рН. Для регуляции кислотности в качестве структурообразователей и раскислителей субстрата используют минеральные соли, такие как гипс, доломит, отходы производства. Второй проблемой является поддержание постоянной температуры и влажности.

Все грибы из семейства агариковых являются сапрофитами, либо ксилофитами, произрастающими из умеренного климата, для которого в природе вегетативное размножение происходит в жаркое время года, а сезон плодоношения приходится на начало осени. Оптимальной температурой для образования плодовых тел считается 17–28 °С. Плодоношение также требует высокой относительной влажности воздуха, поскольку базидиомицеты не обладают защитными механизмами от сухости. Установлено, что при выращивании грибов в мешках (контейнерах) следует соблюдать следующие нормы относительной влажности: а) > 95 % до плодоношения, б) 90–95 % во время плодоношения, в) 80–85% во время развития грибов [3]. Кроме кислотности, влажности и температуры контролируют концентрацию CO₂ в воздухе, поскольку CO₂ чрезвычайно вреден для развития грибов, хотя сами грибы вполне толерантны к CO₂ на этапе колонизации, поскольку покровный слой влияет на концентрацию CO₂ в воздухе, ввиду своей пористой структуры.

В ходе исследований появление первых примордиев наблюдалось через 12–14 дней после насыпки покровного материала, в то время как сбор урожая произошел на 19 день, что, согласно данным литературы, подтверждает цикл развития и плодоношения грибов из семейства агариковых [9]. На рисунке мы наблюдаем на поверхностном слое белые толстые нити примордиев, что говорит нам о плодородности данной почвы.

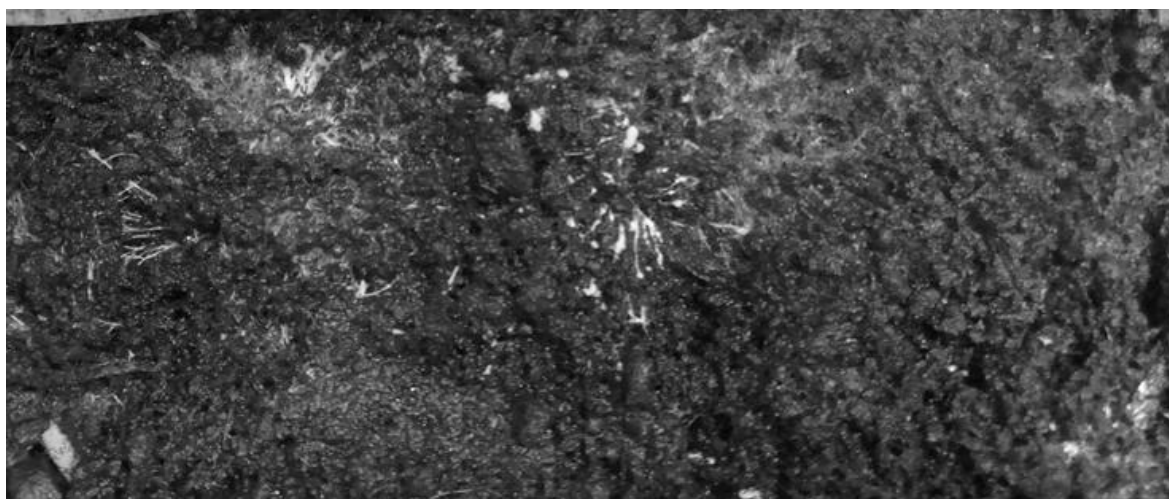


Рисунок – Развитие примордиев шампиньонов

Выводы. В ходе исследований была доказана перспектива применения торфяного субстрата для выращивания грибов. Полученные результаты свидетельствуют об уникальности торфа в качестве

грибного субстрата и покровной почвы. В дальнейшей перспективе планируется усовершенствование технологий адаптации грибного мицелия к торфяному субстрату.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еникиев, Р. И. Технология приготовления питательных субстратов для выращивания шампиньонов / Р. И. Еникиев, А. Р. Ибатуллина // NovaInfo. – 2017. – № 59. – С. 158–162.
2. Кольга, Д. Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения : монография / Д. Ф. Кольга, А. С. Васько. – Минск : БГАТУ, 2017. – 126 с.
3. Лазарева, Г. Выращивание грибов / Г. Лазарева. – М. : Т8, 2020. – 151 с.
4. Лиштван, И. И. Основные свойства торфа и методы их определения / И. И. Лиштван, Н. Т. Король. – Минск : Наука и техника, 1975. – 319 с.
5. Нурметов, Р. Д. Выращивание шампиньонов и вешенки : руководство / Р. Д. Нурметов, Н. Л. Девочкина. – М. : Россельхозакадемия, 2010. – 68 с.
6. Пидопличко, А. П. Торфяные местонахождения Белоруссии / А. П. Пидопличко. – Минск : АН БССР, 1961. – 190 с.
7. Тюремнов, С. Н. Торфяные местонахождения / С. Н. Тюремнов. – М. : Недра, 1976. – 488 с.
8. Федотов, Г. Н. Микроорганизмы и образование гумусовых веществ в почвах / Г. Н. Федотов, Л. В. Лысак, В. С. Шалаев // Лесной вестн. – 2013. – № 3. – С 111–114.
9. Genetic Analysis of the Life Cycle of *Agaricus bisporus* / A. Carlene [et al.] // Mycologia. – 1972. – Vol. 64, № 5. – P. 1088–1117.
10. Dias, E. S. Mushroom cultivation in Brazil: challenges and potential for growth / E. S. Dias // Cienica e Agrotecnologia. – 2010. – № 34 (4). – P. 1–7.
11. Gülser, C. Using tea waste as a new casing material in mushroom (*Agaricus bisporus* (L.) Sing.) cultivation / C. Gülser, A. Pekşen // Bioresour. Technol. – 2003. – № 88. – S. 153–156.
12. Schmilewski, G. The role of peat in assuring the quality of growing media / G. Schmilewski // Mires Peat. – 2008. – № 3. – P. 1–6.

УДК 502.13:581.5:582.475

Н. В. ШКУРАТОВА, А. Н. РОКИЦКАЯ

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Email: schkuratova_n@tut.by

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СИНАНТРОПИЗАЦИИ СОСНЯКОВ МШИСТЫХ СОШНЕНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ГЛХУ «ПИНСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Процесс синантропизации представляет собой адаптацию фитоценозов к измененным или созданным человеком условиям среды. На сегодняшний день антропогенное воздействие на природные экосистемы выходит на первый план и определяет формирование и развитие растительного покрова, в том числе сосновых лесов, которые доминируют в составе растительного покрова Беларуси [1].

С целью оценки степени синантропизации сосняков мшистых Сошненского лесничества ГЛХУ «Пинский лесхоз» провели анализ эколого-фитоценологических особенностей растительного покрова сосняков мшистых под влиянием антропогенного воздействия в условиях Сошненского лесничества ГЛХУ «Пинский лесхоз». В ходе исследования использовали методы флористики и геоботаники [2–4].

Для проведения анализа на территории Сошненского лесничества (подзона широколиственно-сосновых лесов) закладывались пробные площади (общая площадь – 0,25 га) в чистых сосняках (10С, 10С + Б). Возраст древесных пород в сосновых насаждениях на пробных площадях варьировал от 40 до 45 лет (категория – средневозрастные). Средняя высота деревьев *Pinus sylvestris* L. составляла 17 м, средний диаметр – 17,8 см. Рассматриваемые насаждения следует оценивать как высокопродуктивные и относить к I классу бонитета.

Количество естественного возобновления *Pinus sylvestris* L. на исследованных участках можно оценить как достаточное для успешного естественного возобновления, поэтому на этих участках необходимо проведение мер содействия естественному возобновлению леса, в том числе проводить минерализацию почвы и частичную подсадку *Pinus sylvestris* L. в количестве не более 15 % от густоты сплошных лесных культур.

В результате флористического анализа на исследованной территории выявлено 39 видов растений. Лидирующими в видовом отношении являются такие семейства покрытосеменных, как *Asteraceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Ericaceae* [5].

Распределение видов по ярусам следующее: 9 древесных и кустарниковых видов, 9 видов мохово-лишайникового яруса и 21 вид травяно-кустарничкового яруса. Основу подлеска составляют такие виды, как *Frangula alnus* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Juniperus communis* L. и *Rubus idaeus* L.

В травянисто-кустарничковом ярусе напочвенного покрова в зависимости от стадии рекреационной дигрессии преобладают *Calamarostis epigejos* (L.), *Pilosella officinarum* F. Schultz, *Agrostis tenuis* Sibth., *Carex ericetorum* Poll., *Tussilago farfara* L., *Chelidonium majus* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.

В мохово-лишайниковом ярусе напочвенного покрова на всех пробных площадях доминантами являются зеленые мхи, в том числе *Pleurozium schreberi* (Willd.) Mitt., *Dicranum polesetum* Sw., *Hylocomium splendens* Hedw., *Bryum argenteum* Schwägr., *Politrichu commune* Hedw., *Racomitrium cansens* (Hedw.) Brid.

В исследованных сосняках доля мшистых синантропных видов в древесно-кустарничковом ярусе составляет – 67 %, в подлеске – 75 %.

Увеличение антропогенной нагрузки приводит к переходу насаждения во вторую стадию рекреационной дигрессии (малонарушенные) и увеличению частоты встречаемости таких видов, как *Solidago virgaurea* L., *Agrostis tenuis* L., *Festuca glauca* Vill., *Pilosella officinarum* F. Schultz., а в целом проявляется в сокращении видового многообразия (таблица). При этом увеличивается доля тропинок до 5 %, появляются единичные кострища.

Таблица – Количество видов растений на модельных площадках в сосняках мшистых на разных стадиях рекреационной дигрессии

Ярус	Количество видов		
	1 стадия	2 стадия	3 стадия
Древесно-кустарничковый	8	6	5
Подлесочный	3	1	–
Травяно-кустарничковый	15	5	3
Мохово-лишайниковый	6	1	–

Умеренно нарушенные участки (3-я стадия рекреационной дигрессии) на исследованной территории формируются под влиянием возрастающих нагрузок и при интенсивном использовании участков для отдыха. В таких условиях проективное покрытие злаков увеличивается до 16 % и доминируют такие виды, как *Agrostis tenuis* L., *Apera spica-verti* P. V.,

Calamagrostis epigejos L. Увеличивается вытоптанная площадь (тропинки, дорожки, поляны), в отдельных случаях доля которой достигает 5–7 %.

Сравнение общности растений живого напочвенного покрова на пробных площадях с использованием коэффициента Жаккара показало значительное сходство видового состава на большинстве пробных площадей (например, ПП1 и ПП3, ПП1 и ПП5, ПП2 и ПП3, ПП2 и ПП5). Индекс синантропизации составляет 19,23 %, что соответствует слабой стадии трансформации напочвенного покрова в исследованных сообществах.

Кроме того, даже ненарушенные сосновые насаждения характеризуются средней долей участия атропофитов в древесно-кустарничковом ярусе (8 %). Связано это с распространением антропофитов птицами и человеком вследствие расположения пробных площадей вблизи населенных пунктов и дачных кооперативов. Дальнейшие данные виды начинают расселяться вглубь лесных массивов, при этом частота их встречаемости небольшая.

Таким образом, сосняки мшистые Сошненского лесничества ГЛХУ «Пинский лесхоз» находятся на начальной стадии дигрессии, формирующейся вследствие воздействия антропогенного фактора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юркевич, И. Д. Сосновые леса Белоруссии: (типы, ассоциации, продуктивность) / И. Д. Юркевич, Н. Ф. Ловчий. – Минск : Наука и техника, 1984. – 176 с.
2. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
3. Лемеза, Н. А. Геоботаника: учебная практика : учеб. пособие / Н. А. Лемеза, М. А. Джус. – Минск : Выш. шк., 2008. – 255 с.
4. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / О. Н. Артаев [и др.]; редкол.: А. Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 412 с.
5. Рокицкая, А. Н. Эколого-фитоценотические особенности растительного покрова сосняков мшистых Сошненского лесничества ГЛХУ «Пинский лесхоз» / А. Н. Рокицкая // Культурная и дикорастущая флора Белорусского Полесья [Электронный ресурс] : электрон. сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Брест, 16 нояб. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: А. С. Домась [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 156–158. – Режим доступа: <http://rep.brsu.by:80/handle/123456789/7956>.

УДК 338.48(476)

**Ю. Г. ЭЙВАЗОВ, А. Ю. ЛУКАШЕВ, К. А. МАКАР,
Е. В. МАТЮШЕВСКАЯ, А. Е. ЯРОТОВ, Ж. В. СЕЗОНЕНКО**

Беларусь, Минск, БГУ

Email: yusif135662@gmail.com; grownunion@gmail.com;

kristina.mazurina.02@mail.ru; katerina.vm@gmail.com;

yarotau@gmail.com; Jannikarol,@mail.ru

ПРИРОДНЫЙ И ЭТНОКУЛЬТУРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРУЖАНСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В СОЗДАНИИ ЗЕЛЕННОГО МАРШРУТА КАК ФАКТОРА РАЗВИТИЯ УСТОЙЧИВОГО ТУРИЗМА

Согласно Всемирной туристской организации, под устойчивым туризмом понимается «туризм, в полной мере обеспечивающий учет его нынешних и будущих экономических, социальных и экологических последствий при удовлетворении потребностей туристов, индустрии туризма, окружающей среды и принимающих общин».

Зеленые маршруты – greenways – новый инновационный инструмент развития туризма, основанного на принципах устойчивого развития. Он позволяет создавать привлекательные, информативные, доступные и безопасные туристические маршруты на основе использования местных ресурсов, потенциала природного и историко-культурного наследия, привлечения местных инициатив, пропаганды здорового образа жизни и сохранения окружающей среды, что способствует устойчивому социально-экономическому и экологически безопасному развитию региона и росту благосостояния местного сообщества [1].

Для построения и визуализации зеленого маршрута использовалась следующая методика:

1. Создание базы данных с использованием ресурса Google-Таблицы. Заполнялась данная таблица при помощи интернет-источников, а также экспертной группы.

Всего вышло 9 природных и 101 историко-культурных (95 материальных, 6 нематериальных) объектов. Помимо этого, в эту базу данных вошли и объекты инфраструктуры района.

2. Визуализация данных об объектах с использованием интернет-конструктора пользовательских карт Yandex Maps и программного обеспечения ArcGIS (ArcMap и ArcCatalog).

3. Построение самого зеленого маршрута (рисунок).



Рисунок – Картограмма зеленого маршрута Пружанского района

Всего было разработано два маршрута – основной и дополнительный.

Основной зеленый маршрут «Пружанскія мары» в первую очередь знакомит с богатством и разнообразием природного и культурно-исторического наследия края, его традициями, интересными людьми, хранящими самобытность и историю этих мест. Вдохновляющее название говорит о старинных усадьбах и духовных дарах пружанской земли,

которые основываются на богатой истории земли Боны Сфорца. Важной и неотъемлемой составляющей зеленого маршрута являются природные особо охраняемые территории рассматриваемого района. С учетом особенностей их размещения и доступности для экотуристов в маршрут были включены следующие объекты:

- Природные.
- Ботанические: старинный парк «Пружаны»; заказник дикорастущих лекарственных растений республиканского значения «Михалинско-Бере-зовский».
- Историко-культурные: усадьба Швыковских; аптека; торговые ряды «Белые лавки»; Николаевская церковь; Свято-Николаевская церковь; костел Святой Троицы; деревянная колокольня; церковь Крестовоздвиженская; храм святых мучениц Веры, Надежды, Любви и матери их Софии; церковь Рождества Пресвятой Богородицы; костел Пресвятой Троицы; монастырь миссионеров; замчище; Мемориальная Колонна; Ружанский дворцовый комплекс рода Сапег; усадьба Швыковских: сыроварня; костел Троицкий; сквер деревянных скульптур; бывший монастырь базилиан; еврейская школа; синагога.

Основной маршрут состоит из 23 объектов, имеет кольцевую форму протяженностью около 163 км и проходит по всей территории района.

Дополнительный маршрут носит название «Усадьбы заград». Он знакомит гостей Пружанщины со славным временем региона. По ходу маршрута можно познакомиться с историческими местами, где жила и процветала знать, а также с богатым военным прошлым края.

В данный маршрут вошли следующие историко-культурные объекты показа:

- пивоварня;
- военный городок;
- усадьба Трембицких «Линово»;
- камень-кресло;
- усадьба Дзеконских «Чахец».

Дополнительный маршрут включил в себя пять объектов. Протяженность составляет 21,4 км.

Помимо этого, на картосхему была нанесена дополнительная точка – автостанция Пружаны, поэтому в совокупности основной маршрут состоит из 24 объектов, а дополнительный – из 6.

Результаты исследования показывают, что Пружанский район обладает значительным потенциалом для развития устойчивого туризма, основанного на природных и этнокультурных ресурсах.

Природные ресурсы Пружанского района, такие как уникальные природные ландшафты, лесные массивы, озера и реки, предлагают

возможности для разнообразных видов отдыха и активного времяпрепровождения: экологические прогулки, пешие и велосипедные маршруты, охота, рыбалка и другие виды активного туризма.

Культурное наследие Пружанского района, включая его этнокультурные традиции, народные ремесла, фольклор и исторические достопримечательности, такие как деревенские церкви, усадьбы и архитектурные памятники, также представляют значимый потенциал для развития туризма, связанного с культурным наследием.

Однако исследование также выявило некоторые ограничения, такие как необходимость более эффективного управления природными ресурсами, сохранение и охрана культурного наследия, развитие инфраструктуры и продвижение туристического продукта. Решение этих вызовов потребует совместных усилий со стороны государственных, муниципальных и общественных организаций, а также активного вовлечения местного населения и туристического сообщества.

Результаты исследования могут быть использованы в планировании и разработке мероприятий по развитию туризма в регионе, таких как создание туристических маршрутов, развитие инфраструктуры для активного отдыха, организация мероприятий, направленных на сохранение и популяризацию культурного наследия, и улучшение маркетинговой деятельности для привлечения туристов.

При правильном подходе к развитию устойчивого туризма на основе природного и этнокультурного потенциала Пружанского района можно достичь не только экономических выгод, таких как создание новых рабочих мест, увеличение доходов местных сообществ и развитие местной экономики, но и социокультурных выгод: сохранение природы и культурного наследия, укрепление местной идентичности, повышение качества жизни местного населения, а также взаимодействие и обмен культурным опытом между туристами и местным населением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яротов, А. Е. Роль охраняемых природных территорий в развитии экологического туризма в Республике Беларусь (на примере Воложинского района) / А. Е. Яротов, Н. В. Гагина // Заповедное дело в Республике Беларусь: итоги и перспективы : материалы Междунар. науч-практ. конф., посвящ. 85-летию Березин. биосфер. заповедника, г. п. Домжерицы, Респ. Беларусь, 22–25 сент. 2010 г. – Минск : Белорус. Дом печати, 2010. – С. 271–275.

УДК 664.7(091)(476)

**А. Я. ЯРОТАЎ, Ф. Б. ЖЫЛКА, Н. У. ГАГІНА,
Ж. В. СЕЗАНЕНКА, К. В. МАЦЮШЭЎСКАЯ, К. А. МАКАР**

Беларусь, Мінск, БДУ

Email: yarotau@gmail.com; info@fra-mil.by; nata-gagina@yandex.by;

Jannikarol@mail.ru; katerina.vm@gmail.com;

kristina.mazurina.02@mail.ru

МЛЫНЫ ЯК ЭЛЕМЕНТ РЭАЛІЗАЦЫІ ПРАМЫСЛОВАГА ТУРЫЗМУ Ў РЭКАНСТРУКЦЫІ ГІСТОРЫКА-КУЛЬТУРНАЙ ПРАСТОРЫ

Абапіраючыся на прынятую Нацыянальную стратэгію развіцця турызму ў Рэспубліцы Беларусь да 2035 г. і Дзяржаўную праграму “Беларусь гасцінная” развіцця турызму ў Рэспубліцы Беларусь на 2021–2025 гг., распрацоўваюцца праграмы ўстойлівага турызму, які дазваляе атрымаць усебаковае ўяўленне аб гістарычным мінулым, культуры, звычаях, умовах жыцця на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь у кантэксце сусветнай гісторыка-культурнай спадчыны.

Пераважнымі для развіцця турызму ў рэспубліцы з’яўляюцца напрамкі, якія рэалізуюцца праз падпраграму 3 “Развіццё аб’ектаў турыстычнай індустрыі”. У сувязі з гэтым усё больш актуальнай становіцца праблема захавання, рэстаўрацыі і ўзнаўлення помнікаў драўлянага дойлідства, традыцыйнага сядзібнага і селітэбнага гісторыка-культурнага асяроддзя.

Багацце і разнастайнасць гісторыка-культурнай спадчыны Беларусі найбольш яскрава выяўлены ў дастаткова вялікай колькасці як гісторыка-культурных і прыродна-ландшафтных помнікаў, так і помнікаў прамысловай архітэктуры. Да іх адносяцца не толькі ўнікальныя храмы і будынкі, але і тэхнічныя збудаванні: плаціны, млыны і іншыя гідратэхнічныя збудаванні, якія могуць з’яўляцца аб’ектамі экскурсійнай дэманстрацыі і прывабнымі кропкамі росту турыстычнай індустрыі.

Для рэалізацыі і развіцця ўстойлівага турызму ў Беларусі становіцца таксама актуальнай праблема экалагічнага ўладкавання малых рэк (у Беларусі каля 20 000) і вадаёмаў. Для гэтага разам з распрацоўкай прыродаахоўных мер неабходна ажыццяўленне спецыяльных гідралагічных і гідратэхнічных мерапрыемстваў.

Аналіз замежнага і айчыннага досведу рэабілітацыі малых водных аб’ектаў паказвае, што найболей паспяховыя вынікі можна атрымаць

пры аднаўленні водных аб'ектаў да таго часу, калі тэрыторыя існавала да індустрыяльнага развіцця.

Праграмы аднаўлення павінны ўключаць у сябе як мерапрыемствы па паляпшэнні якасці вады, так і рэканструкцыю і рэнавацыю гідратэхнічных збудаванняў, размешчаных на водным аб'екце і традыцыйных для аднаўляемага перыяду. Цяпер у многіх краінах свету аднаўляюцца вадзяныя млыны і млынавыя сажалкі.

Пры ўсёй недастатковасці звестак аб гідрасілавых устаноўках на тэрыторыі, якую займае сучасная Рэспубліка Беларусь, вывучэнне гісторыі развіцця гідратэхнічных збудаванняў сведчыць аб тым, што да канца XVI ст. немалая работа ўжо была праведзена.

Максімальны росквіт будаўніцтва вадзяных млыноў прыпадае на XI–XVI стст. Пераважаюць тры тыпы млыноў: колавыя млыны з перадачай, турбінныя і наплыўныя млыны на буйных рэках.

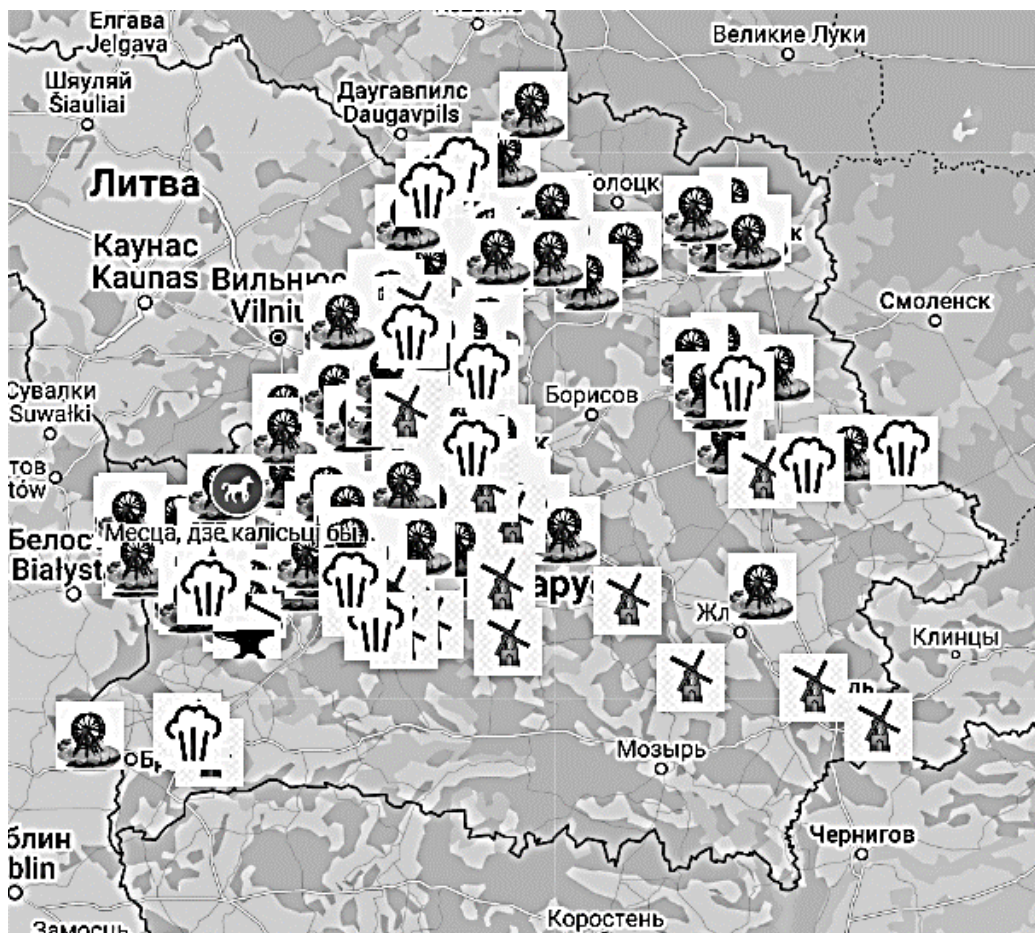
З цягам часу эвалюцыйнае развіццё прывяло да таго, што выкарыстанне сілы плыні вады змяніла ручную і жывёльную фізічную сілу кручэння жорнаў, але і гэтыя сілы воднай стыхіі былі пацесненыя спачатку сілай ветру (ветраныя млыны), затым у перыяд рэвалюцыі машын XVIII ст. сілай пары (паравыя млыны) і далей найболей паспяхова сілай электрычнасці.

Пералом наступіў у канцы XIX ст., які прывёў да заняпаду млыноў. Універсальнасць электрычнай энергіі стварыла магчымасць пераадолення асаблівасцяў, злучаных з прыроднымі ўмовамі, якія выяўляюцца на мясцовым узроўні, пры ўмерана кантынентальным клімаце вялікай зменлівасці ў часе энергіі вады.

Пераход у прамысловым выкарыстанні млыноў на электрычны прывад прывёў да таго, што на тэрыторыі Беларусі засталіся адзінкі млыноў, у тым ліку такія аб'екты, як млын Ф. Б. Жылкі ў аг. Жодзішкі Смаргонскага раёна Гродзенскай вобласці, комплекс “Млын” Г. П. Конана ў в. Дворышча Лідскага раёна той жа вобласці, комплекс у этнакультурным комплексе “Наносы – Адпачынак” Мінскай вобласці і некаторыя іншыя, якія з'яўляюцца хутчэй музейнымі экспанатамі, а не вытворчымі прадпрыемствамі.

Існавалыя сотні вадзяных млыноў, закінутыя, разбураныя, ад пераважнай большасці з іх не засталася і слядоў, толькі рэшткі плацін ці млынавых сажалак, што дазволіла пры даследаванні і апісанні больш за 170 млыноў, выяўленых падчас экспедыцый Ф. Б. Жылкі і іншых чальцоў ГА “Беларускае географічнае таварыства” на тэрыторыі Беларусі, падзяліць іх на тыпы па стане і захаванасці, канструкцыйных асаблівасцях і картаграфічна іх знаходжанне.

На падставе экспедыцыйнага збору даных, на картаграфічнай вэб-платформе і спажывецкім дадатку Google Maps была створана карта, якая атрымала назву “Млынарства ў Беларусі” (малюнак).



Малюнак – Карта “Млынарства ў Беларусі”

З пункту гледжання архітэктуры сучасных селітэбных ландшафтаў як элемента культурнага ландшафту Беларусі вадзяныя млыны могуць быць вызначальным фактарам нараўне з касцёламі і цэрквамі, які падкрэслівае прыгажосць гістарычнага ландшафту і магчымасць зліцця элемента культурнага селітэбнага ландшафту з прыгажосцю прыродных ландшафтаў.

Цяпер ёсць некалькі працуючых у гаспадарчых мэтах драўляных і кампазітных каменна-цагляна-драўляных вадзяных млыноў у Беларусі (у адрозненне ад ЗША, Галандыі, Германіі, Непала, Вялікабрытаніі, Афганістана, Індыі, Японіі і інш.). У прыватнасці, працуе адзіны млын, у якім цалкам адноўлены працэс памолу збожжа на муку спосабам практычна векавой даўнасці, таксама тут выпрацоўваюць крупы. Турбіна

падобная па форме да турбіны Геншэля-Жонваля, млын мае памеры $9 \times 13,7$ м, трохпавярховы са зручнай пляцоўкай, будынак кампазітны – камень, цэгла і дрэва (сцены і кроквы), якое захавалася з 1781 г., у 1997 г. млын быў адраджаны. З 25 верасня 2017 г. на млыне адкрыты два музеі: этнаграфічны і “Збожжа і хлеба”. Млын мае афіцыйны навуковы пашпарт і ўліковую карту на помнік гісторыка-культурнай спадчыны “Вадзяны млын” 1871 г. пабудовы (Гродзенская вобласць, Смаргонскі раён, аграгарадок Жодзішкі).

Даследаванні паказалі, што і сёння млыны могуць быць і павінны стаць аб’ектамі шырокага працэсу рэканструкцыі і рэнавацыі, паколькі здольныя выконваць многія функцыі рэкрэацыі і турызму і ўласна прамысловыя функцыі, для якіх прызначаны.

Яшчэ адзін прыклад рэканструкцыі як часткі гісторыка-культурнага ландшафту, але не самога вадзянога млына як аб’екта – комплекс “Вольны Мельнік” Г. П. Конана ў в. Дворышча Лідскага раёна Гродзенскай вобласці.

У 1991 г. па праграме “Адраджэнне” пачалася рэканструкцыя будынка Аршанскага этнаграфічнага музея “Млын”. Пастановай Савета Міністраў Рэспублікі Беларусь ад 14 мая 2007 г. № 578 будынку музея “Млын” прысвоены статус гісторыка-культурнай каштоўнасці катэгорыі “2”, якая ўнесена ў Дзяржаўны спіс гісторыка-культурнай спадчыны Рэспублікі Беларусь (г. Орша, Віцебская вобласць, вул. Замкавая).

Рэстаўрацыя, рэканструкцыя, рэнавацыя і аднаўленне сядзіб XVI–XVIII стст. на тэрыторыі Беларусі, у тым ліку з абавязковай рэканструкцыяй і гідралагічным аднаўленнем водных аб’ектаў, з’яўляецца важнейшым этапам у станаўленні і развіцці гістарычнай памяці. Аднаўленне млыноў у старажытных сядзібках будзе садзейнічаць і захаванню прыродных ландшафтаў.

Гістарычны вопыт будаўніцтва і эксплуатацыі вадзяных млыноў на малых рэках і ручаях Беларусі можа быць выкарыстаны ў наш час пры аднаўленні гістарычных сядзібна-паркавых сістэм як часткі гісторыка-культурнай прасторы краіны. Неабходна прыцягваць іх рэкрэацыйныя магчымасці як помнікаў гісторыі тэхнікі, месцаў грамадскага харчавання, ландшафтна-фарміруючых элементаў, месцаў купання, рыбалоўства і іншага прызначэння.

Млынавыя сажалкі і іх каскады выконваюць найважнейшую ролю ў павелічэнні воднасці малых рэк, рэгуляванні сцёку, паляпшэнні гідрагеалагічнага рэжыму ў пойме, паляпшэнні агульнай экалагічнай сітуацыі не толькі з пункту гледжання прыроднага ландшафту, але і пры стварэнні турысцка-рэкрэацыйных зон вакол Мінска, Бабруйска, Магілёва.

Млыны могуць стаць ключавым элементам для стварэння гістарычна і культурна абумоўленых кропак росту ўстойлівага турызму і прадпрымальніцтва, размешчаных на такіх тэрыторыях, як Чырвонабярэжскі палац-сядзіба Козел-Паклеўскіх, Жыліцкая сядзіба Булгакаў “Добасна”, Залескі палац Агінскага, Прылуцкі палац Гутэн-Чапскіх, палац Святаполк-Чацвярцінскіх у Жалудку, парк Жылібера ў Гродне, музей “Лошыцкая сядзіба” ў г. Мінску.

Адноўлены млынавы комплекс можа стаць шматвектарным цэнтрам рэкрэацыі і сучаснага рамесніцтва, што дазваляе яму стаць кропкай росту, дапаможа стварыць неабходную турыстычную інфраструктуру, значна павысіць турыстычную прывабнасць Беларусі, надасць турызму ў раёнах падзейны і пазнавальны характар і камерцыялізуе рамесніцкую і краязнаўчую дзейнасць.

СЕКЦИЯ 3 УРБАНОЛОГИЯ И СИТИ-МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 574.42(476.7)+598.2

И. В. АБРАМОВА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: iva.abramova@gmail.com

ЗИМНЯЯ ОРНИТОФАУНА Г. БРЕСТА

Начиная со второй половины XX в. внимание специалистов к проблеме «птицы и урбанизированный ландшафт» включает в себя выяснение путей формирования орнитокомплексов, процессов синантропизации и доместикации животных, разработку вопросов популяционной экологии, микроэволюции, этологии и др. Орнитофауна городов в определенной степени зависит от их природного окружения, заселение птицами городов указывает на наличие свободных экологических ниш. Большое значение при этом имеет экологическая пластичность отдельных видов. Одни виды (многие представители ястребообразных, соколообразных, курообразных, ржанкообразных и др.) не выдерживают антропогенного пресса и исчезают из городов. Другие, более пластичные (многие воробьинообразные, гусеобразные и др.) постепенно адаптируются к урболандшафтам. Видовой состав и численность отдельных экологических групп птиц (древесно-кустарниковых, наземно-древесных, наземных, околоводных, водных, охотящихся на лету) в поселениях человека зависит от структуры местообитаний, этажности застройки, площади и возраста зеленых насаждений, а также от подбора древесных и кустарниковых пород и др. Внедрению птиц в городской ландшафт способствуют следующие факторы: высокая мозаичность среды обитания (часто гораздо выше, чем в природных условиях), наличие кормов (круглогодичное), особый микроклимат городов, мероприятия по привлечению птиц и их охране [1]. Успешность зимовки для птиц (как для перелетных, так и для кочующих и оседлых) определяют в первую очередь трофические условия – возможность добывания пищи на суше и незамерзающих водоемах. Успешные зимовки перелетных и частично перелетных видов в средних широтах на Восточно-Европейской равнине являются прямой реакцией вида на смягчение зимних условий в районах гнездования, которые проявляются в сокращении длительности фенологической зимы, увеличении средних температур холодного времени года,

сокращении сроков залегания устойчивого снежного покрова и ледостава на водоемах и водотоках, более позднее замерзание водоемов [2].

Урбанизированные экосистемы характеризуются различной степенью биоразнообразия, сложностью и мозаичностью входящих в них биотопов. В г. Бресте выделены следующие основные местообитания птиц: жилые кварталы (малоэтажная застройка усадебного типа, микрорайоны многоэтажной застройки; древесно-кустарниковые насаждения – парки, сады, скверы; лесополосы зеленой защитной зоны; пустыри и рудеральные участки; водоемы и прилегающие к ним территории; сельхозугодья; улицы, автотрассы и железные дороги [1]. В этих биотопах поселяются птицы, отличающиеся по требованиям к окружающей среде: открытых пространств, древесно-кустарниковые, водоплавающие и околводные.

Брест является крупным белорусским городом с населением 348 тыс. человек. Территория города (146,12 км²) – мозаичный городской ландшафт, который сочетает в себе застроенную часть, водоемы и водотоки (р. Мухавец, Западный Буг, Лесная), озелененные территории (около 230 га) и свободные (незастроенные) участки. В Бресте имеются биотопы, пригодные для пребывания птиц разных экологических групп в зимнее время. Начало изучению птиц в Бресте было положено в 1960-е гг. Большой вклад в исследования и пропаганду знаний об орнитофауне города внесли преподаватели и студенты Брестского государственного педагогического института имени А. С. Пушкина (с 1995 г. Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина): Ф. Е. Рубин, В. Е. Гайдук, С. И. Шокало, Б. И. Шокало, В. Т. Демьянчик, И. В. Абрамова, А. В. Абрамчук, С. В. Абрамчук, В. В. Прокопчук, А. А. Сербун и др. [3–10].

В г. Бресте и его окрестностях в 1967–1998 гг. было зарегистрировано 170 видов птиц [5]. В XXI в. благодаря вовлечению в процесс изучения орнитофауны города не только специалистов, но и школьных учителей, руководителей кружков и орнитологов-любителей количество видов птиц, зарегистрированных в Бресте и его окрестностях (в том числе с использованием дистанционных методов), превысило 300 [8; 9]. Углублению знаний о птицах, встречающихся в регионе в холодное время года, способствовали и ежегодные национальные зимние учеты птиц. Отметим, что в официальный список видов птиц Беларуси, утвержденный Белорусской орнито-фаунистической комиссией 22.12.2022, включено 342 вида птиц из 20 отрядов.

По результатам исследований, проведенных в 1992–2023 гг., а также анализа литературных данных и ресурсов удаленного доступа [3; 4; 8–10; 11] в 1967–2023 гг. зимой на территории города было зарегистрировано 135 видов птиц из 15 отрядов (таблица). В данном сообщении

рассматривается лишь один аспект – соотношение основных таксономических групп птиц (отрядов и семейств) в зимнем орнитокомплексе урбанизированного ландшафта.

В разных отрядах число видов в городской фауне различно. По этому признаку их можно условно разделить на три группы.

Таблица – Распределение видов зимней орнитофауны Бреста по отрядам и семействам

Отряд, семейство	Количество видов, зарегистрированных в г. Бресте зимой	Доля от общего количества видов, зарегистрированных в Беларуси, %
Гагарообразные	2	66,7
Гагаровые	2	66,7
Поганкообразные	5	100,0
Поганковые	5	100,0
Веслоногие	1	20,0
Баклановые	1	50,0
Курообразные	3	42,9
Тетеревиные	1	25,0
Фазановые	2	66,7
Аистообразные	5	38,5
Цаплевые	4	44,4
Аистовые	1	50,0
Гусеобразные	28	73,7
Утиные	28	73,7
Ястребообразные	9	36,0
Ястребиные	9	36,0
Соколообразные	3	50,0
Соколиные	3	50,0
Журавлеобразные	3	30,0
Пастушковые	3	42,0
Ржанкообразные	9	13,0
Ржанковые	4	57,1
Поморниковые	1	25,0
Чайковые	4	16,0
Голубеобразные	3	60,0
Голубиные	3	60,0
Совообразные	6	46,2
Совиные	6	50,0
Ракшеобразные	1	33,3
Зимородковые	1	100,0
Дятлообразные	8	80,0
Дятловые	8	80,0
Воробьинообразные	47	39,5
Жаворонковые	2	40,0

Продолжение таблицы

Трясогузковые	1	11,1
Свиристелевые	1	100,0
Крапивниковые	1	100,0
Дроздовые	7	43,8
Славковые	1	4,3
Корольковые	1	50,0
Длиннохвостые синицы	1	100,0
Ремезовые	1	100,0
Синицевые	7	100,0
Усатые синицы	1	100,0
Поползневые	1	100,0
Пищуховые	2	100,0
Сорокопутовые	1	25,0
Врановые	5	62,5
Скворцовые	1	50,0
Воробьиные	2	100,0
Вьюрковые	10	58,8
Овсянковые	3	30,0
Всего	135	39,5

В первую группу входят отряды, в которых доля видов, встречающихся зимой в Бресте и его окрестностях, составляет 60 % от более общего количества видов в орнитофауне Беларуси: поганкообразных (5 видов из 5), дятлообразных (8 из 10), голубеобразных (3 из 5), гусеобразных (28 из 38).

Вторая группа объединяет отряды с высокой долей (от 35 до 60 %) участия видов в составе зимней орнитофауны города: воробьинообразных (отряд с наибольшим видовым разнообразием), аистообразных, соколообразных, ястребообразных, совообразных, курообразных.

Третью группу составляют отряды ракшеобразных, журавлеобразных, веслоногих и ржанкообразных, представители которых в небольшом числе отмечены зимой в Бресте (доля меньше 35 %). Пребывание птиц этих отрядов в городских условиях связано с наличием подходящих для них биотопов (пруды очистных сооружений, русла рек с открытой водой, канавы и каналы, обнажения дна водоемов и водотоков), где они могут добывать корм, останавливаться на отдых.

Ряд представителей голубеобразных и воробьинообразных входят в группу синантропных птиц и экологически связаны с городскими биотопами топическими и трофическими связями. Сизый голубь, кольчатая горлица, домовый воробей, серая ворона, галка и некоторые другие являются примерами «птиц-урбанистов», наиболее тесно связанных

с городом, и их урбанизация сопряжена с многосторонней и серьезной адаптивной перестройкой биологии.

Интерес представляет распределение зимней авифауны города по отдельным семействам. Всего в Бресте зимой встречаются представители 37 семейств. Наиболее многочисленными является отряд воробьинообразных – 19 семейств (51,3 %). На втором месте находится отряд ржанкообразные – 3 семейства (8,1 %). 11 отрядов представлены одним семейством. Число видов в семействах различно, и в соответствии с этим их вклад в городскую авифауну неодинаков. Наибольшим числом видов представлено семейство утиных (28 видов), из воробьинообразных большое количество видов включают семейства вьюрковых (10 видов), синицевых (7), дроздовых (7) и врановых (5).

Таким образом, зимняя орнитофауна Бреста характеризуется высоким разнообразием и тенденцией к увеличению количества видов, которые встречаются на территории города в холодное время года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, И. В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И. В. Абрамова. – Брест : БрГУ, 2007. – 208 с.
2. Соловьев, А. Н. Зимовки перелетных видов птиц в средних широтах востока Русской равнины / А. Н. Соловьев // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2012. – Т. 117, вып. 3. – С. 3–16.
3. Рубин, Ф. Е. Особенности зимовки домового воробья и кольчатой горлицы в Бресте / Ф. Е. Рубин, Л. С. Ярошук // Орнитология в СССР : материалы докл. Всесоюз. орнитол. конф. – Ашхабад, 1969. – Кн. 2. – С. 540–541.
4. Гайдук, В. Е. Зимняя орнитофауна г. Бреста и его окрестностей / В. Е. Гайдук, С. И. Шокало, Б. И. Шокало // Птицы и урбанизированный ландшафт. – Каунас : ВОО, 1984. – С. 43–44.
5. Абрамова, И. В. Годичная динамика, национальный, европейский и международный охранный статус орнитофауны г. Бреста / И. В. Абрамова // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. Матэматыка. Фізіка. Біялогія. – 2001. – № 4. – С. 55–66.
6. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова. – Брест : БрГУ, 2009. – 300 с.
7. Гайдук, В. Е. Экология птиц юго-запада Беларуси. Воробьинообразные / В. Е. Гайдук, И. В. Абрамова. – Брест : БрГУ, 2013. – 298 с.
8. Птицы Бреста: общие сведения / В. Т. Демянчик [и др.]. – Брест : БрГУ, 2022. – 210 с.
9. Птицы Бреста: неворобьинообразные / В. В. Демянчик [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – 270 с.

10. Сербун, А. А. Зимовки некоторых воробьиных птиц (Passeriformes) на юго-западе Беларуси / А. А. Сербун // Subbuteo : беларус. арнітал. бюл. – 2003. – № 6. – С. 35–36.

11. Рэдкія назіранні [Электронны рэсурс] // Птушкі штодня: Клуб 200. – Рэжым доступу: <https://birdwatch.by/page/club200>. – Дата доступу: 25.08.2023.

УДК 911.

С. В. АРТЕМЕНКО

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: serg2462@mail.ru

ТУРИСТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО В ГОРОДЕ

Зависимость развития региона от туризма, как и развитие туристического хозяйства, зависит от уровня туристической аттрактивности региона. Эта аттрактивность создается природными и историко-культурными ресурсами, туристической инфраструктурой. Туризм может быть одной из отраслей, которую можно включить в региональное развитие. Он может также быть настолько существенной сферой хозяйства, что выполняет функцию акселератора его развития.

Туризм влияет на весь регион, но часто может развиваться лишь в его части, в так называемом туристическом пространстве. Туристическое пространство – это часть географического пространства, которая освоена туристически и в которой обнаруживается явление туристической активности любой величины, характера и интенсивности [1]. Для развития туризма в таком пространстве большое значение имеет его организация. Формирование туристического пространства происходит в различных условиях, под влиянием разных факторов и сопровождается разными процессами.

Свою специфику туристическое пространство приобретает в условиях городской среды. Городу присуще свое уникальное городское пространство. Его формирование происходит под влиянием ряда факторов: географического положения, исторического, морфологического, административного, культурного и др. Эти факторы определяют особенности и способ организации городского пространства исходя из потребностей горожан в поддержании и улучшении качества их жизни.

С точки зрения жителей города в структуре городского пространства можно выделить ряд подпространств: приватное, общественное, трудовое и пр. В ряду городских подпространств выделяются также подпространства

функционального типа, к числу которых можно отнести туристическое пространство.

Существует, однако, несовпадение понятий «туристическое пространство города» и «туристическое пространство в городе». Так, например, по мнению В. М. Кицис и В. А. Ворониной, «городское туристское пространство – это часть географического пространства, ограниченное границами города, в пределах которого расположены различные элементы, цель которых – удовлетворить разнообразные потребности посетителей в рекреации и туризма. Это пространство характеризуется полифункциональностью, многослойностью образующих его типов туристских пространств» [2]. Таким образом, речь здесь идет о туристическом пространстве города. Такое пространство дифференцировано градостроительными особенностями, функциональной специализацией, материально-вещественной организацией.

Вместе с тем очевидно, что вся территория города туристические функции не выполняет, не на всех его территориях имеются объекты туристической привлекательности и туристической инфраструктуры, и поэтому не весь город освоен туристически.

Представляется, что туристическое пространство в городе можно определить как часть городского пространства, в пределах которой находятся объекты туристического интереса и туристического сервиса, организованная и развивающаяся как комплекс городского хозяйства, выполняющий функции удовлетворения потребностей людей в туристических услугах.

Туристское пространство составляют разнообразные элементы: достопримечательности, туристская инфраструктура, туристские маршруты, продукты, услуги и др. Все эти элементы имеют разную природу, функциональные и иные особенности, но вместе с тем совокупно они формируют туристское пространство каждого города.

Выделение обособленных типов туристского пространства дает возможность посмотреть на территорию с разных точек зрения, в том числе более четко обозначить ее туристскую специализацию и организацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артеменко, С. В. Проблема формирования туристического пространства / С. В. Артеменко // 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.

2. Кицис, В. М. Туристское пространство и городское туристское пространство: географический аспект / В. М. Кицис, В. А. Воронина // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 64, ч. 2. – С. 6–8.

УДК 711.1

П. Г. ВАРДЕВАНЯН, Ю. А. ПРОТАСОВА

Беларусь, Минск, БНТУ

E-mail: vard_p@mail.ru; protasovay@mail.ru

ОЗЕЛЕНЕННЫЕ ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВА КАК ДРАЙВЕРЫ РАЗВИТИЯ ЖИЛЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Привлекательность жилой недвижимости зависит от доступности и состояния озелененных территорий общего пользования – парков, скверов и бульваров, которые расположены в районе застройки. Все понимают, что хороший вид из окна стоит дорого не только в приморских отелях, он не менее важен для каждого человека и в его квартире. Выгоды от парка, расположенного в пешей доступности от дома, ощущались с особой остротой в период пандемии. Объем исследований, посвященных изучению связей между озеленением и потребительским выбором, а значит, и готовностью платить больше за жилье, стремительно вырос за последнее десятилетие [1]. В Беларуси эта актуальная проблема сити-менеджмента не рассматривается, поэтому обратимся к анализу данных зарубежных специалистов. Польские эксперты приводят следующие цифры:

– «34 % людей при выборе места жительства начинают с проверки того, насколько близко находятся зеленые зоны;

– стоимость квартиры вблизи парка может быть увеличена на 15 %, а вблизи водоема – почти на треть;

– 72 % родителей высоко оценивают близость к жилью площадок для игр и отдыха детей» [2]. *«Именно зеленые дворы, оформленные в разных стилях под разные запросы покупателей, стали самым эффективным «двигателем торговли» жилой недвижимостью в Польше [2].*

Удачные ландшафтные решения по благоустройству дворов помогают застройщику выделиться среди конкурентов, т. е. озеленение во дворах является ключевым элементом брендинга как застройщика, так и жилого комплекса. Сходные тренды проявляют себя в многоквартирном жилищном строительстве России. В 2023 г. в 40 % жилых комплексов, находящихся в продаже по всей стране, внедрена концепция двор без

машин (в 2020 г. их доля была 27 %) [3]. Спустя 20 лет средняя доля расходов на озеленение в новых жилых комплексах Польши составляет около 3 %. Самый крупный застройщик в стране тратит на озеленение дворов до 7 %, при том что раньше затраты не превышали 1 % [2]. В российской практике данные расходы сегодня находятся на уровне 5 % инвестируемых средств [4].

В градостроительном балансе элитных жилых комплексов России доля озелененных территорий доходит до 50 % при площади, не превышающей 7 га (что соответствует формату городского сада); а озеленение комплексов бизнес-класса тяготеет к формату полноценного парка площадью около 10–15 га, подключенного к сети пешеходных бульваров и островков зелени между кварталами [4]. Парк в Раменках создается для трех жилых комплексов и свяжет воедино общественные пространства и долину реки [5].

Тренд на постепенное расширение озелененных общественных пространств можно проследить на примере проектирования знаковых жилых районов повышенной комфортности в Минске. Застройщики района Новая Боровая первыми ввели в проектную практику улучшенный стандарт ландшафтного дизайна дворов. Концепция, ставшая победителем международного конкурса на застройку района Маяк Минска в 2008 г., предполагала формирование трех планировочных секторов. Один из них представлял собой пешеходный бульвар, прорезающий многоуровневое общественное пространство с дворами, организованными на «зеленых» платформах у высотных зданий. Второй выглядел как широкий клин открытых лугов и искусственных водоемов, соединяющий парк возле Национальной библиотеки с лесным массивом пригородной зоны. Третий сектор обрамлялся рядами жилых башен, которые обращены на зеленый коридор природного каркаса Минска. Похожие идеи, отсылающие к принципам ландшафтного урбанизма, можно обнаружить в концептуальных предложениях некоторых участников конкурса на застройку района Минск-сити (2013). Команды архитектурных компаний BDP, Gensler, Perkins Eastman предложили вариации на одну и ту же тему, поставив в центр проекта линейный парк.

Лучшая мировая практика свидетельствует, что создание озелененных общественных пространств прокладывает путь для крупномасштабных городских преобразований и новых проектов в сфере жилой недвижимости в районах, ранее лишенных инвестиций. Это значит, что в стратегии нового освоения или преобразования городских территорий озеленение и благоустройство общественных пространств должно вестись с опережением. Среди ярких примеров успешного редевелопмента заброшенных территорий за счет озеленения можно назвать ботанические сады в заливе

Сингапура, а также экологический парк в районе Гринвич Лондона. Есть информация о том, как выросла в цене недвижимость с видом на линейный парк Хай-лайн в Нью-Йорке. Глава департамента капитального ремонта г. Москвы А. А. Елисеев, ссылаясь на исследования экономистов из McKinsey и Бостонской консалтинговой группы, заявил на урбанистическом форуме этого года: «Благоустройство городских территорий увеличивает стоимость недвижимости на 20–30 %» [6]. По его словам, срок окупаемости проектов по благоустройству в столице составляет полтора года. Это происходит опосредовано. Улучшенная городская среда привлекает коммерческий сектор, соответственно, растут налоговые поступления в городской бюджет.

При реализации инвестиционных проектов по развитию жилой недвижимости в Минске, о которых говорилось выше, создание запланированных крупных озелененных общественных пространств (более 15 га) либо отложено на неопределенный срок (зеленая зона, примыкающая к Новой Боровой), либо полностью свернуто (система лугопарков и искусственных водоемов в Маяке Минска). Сравнение изначального проекта «Минск сити» и реализуемого проекта «Минск Мир», разработанных для одной и той же территории, свидетельствует об изменении концепции в пользу жилья. Анонсированные ландшафтные решения и функциональный состав парковой инфраструктуры возле жилого комплекса Happy Planet упрощен и удешевлен. Сравнение реализации проекта «Минск Мир» и похожего проекта «Ташкент сити» показывает, что цели успешно достигаются созданием парка меньшего размера.

Принципиальным отличием обладают методы продвижения инвестиционного проекта с жилой недвижимостью, предпринятые застройщиком района Северный Берег в Минске. Летом 2023 г. был введен в эксплуатацию парк у Цнянского водохранилища, приуроченный к началу продаж квартир в строящихся домах. При создании парковых пейзажей использовались современные приемы благоустройства. Арт-объекты придают индивидуальные черты общественному пространству. Парк заложил материальную основу для формирования образа района с яркой идентичностью. Еще одним положительным примером улучшения имиджа территории является реконструкция сквера «Лужок» в массиве индивидуальной застройки Заводского района Минска (лето 2023 г.).

Практикуемые в Беларуси методы сити-менеджмента не позволяют напрямую измерить влияние озелененных общественных пространств на экономику жилых комплексов. Тем не менее даже беглый обзор опыта озеленения в жилых комплексах Минска позволяет выявить следующие проблемные точки, препятствующие достижению нужного эффекта.

Во-первых, следует отметить разрыв между объемом средств, которые инвестор может выделить на благоустройство, и реальной стоимостью проектных работ, строительства и содержания озелененных территорий. На прединвестиционной стадии ландшафтные дизайнеры действуют, исходя из собственных представлений о потребностях потенциальных потребителей. Часто эти представления просто заимствуются из чужих проектов. Во-вторых, проектировщики не учитывают социальные и психологические аспекты благоустройства жилых комплексов. Если проблемы контроля над доступом посторонних посетителей во двор с домами до пяти этажей решается ограждением, то во избежание конфликта между «своими» и «чужими» в парках, садах, скверах и даже во дворах с высотными жилыми домами необходимо предпринимать специальные меры. В-третьих, почти всегда инвесторы, продвигая свой проект, описывают жилую среду как дружелюбную, экологически чистую и здоровую. На самом деле экологические задачи в проектах озеленения решаются на нормативном уровне. Выявленные пробелы в знаниях о связи между озеленением и коммерческим успехом жилых комплексов можно восполнить за счет изучения потребительского поведения после завершения проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Urban green grabbing: Residential real estate developers discourse and practice in gentrifying Global North neighborhoods [Electronic resource] / M. García-Lamarca [et al.] // Geoforum. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718521003043#s0010>. – Date of access: 26.08.2023.

2. Полякова, Е. Актуальные тренды развития ландшафтной отрасли в Европе и прогноз развития российского рынка. Озеленение общественных пространств как основной вектор, увеличивающий объемы потребления посадочного материала [Электронный ресурс] / Е. Полякова // Ассоциация производителей посадочного материала. – Режим доступа: <https://www.ruspitomniki.ru/article/index.html/id/2330>. – Дата доступа: 27.08.2023.

3. Двор без машин и озелененная территория – основные тренды на рынке новостроек Самарской области [Электронный ресурс] // Единый ресурс застройщика. – Режим доступа: <https://erzrf.ru/news/dvor-bez-mashin-i-ozelenennaya-territoriya--osnovnyye-trendy-na-rynke-novostroyek-samarskoj-oblasti?tag=%D0%98%D0%96%D0%A1>. – Дата доступа: 28.08.2023.

4. Парк у дома: как девелоперы озеленяют новые ЖК [Электронный ресурс] // Metrium риелтор нового поколения. – Режим доступа: <https://www.metrium.ru/news/detail/park-u-doma-kak-developery-ozelenyayut-novye-zhk/>. – Дата доступа: 29.08.2023.

5. Парки в проектах застройки расширяются [Электронный ресурс] // Ведомости. Недвижимость. – Режим доступа: <https://re.vedomosti.ru/asphalt/articles/2021/05/14/869850-parki-v-proektah-zastroiki>. – Дата доступа: 29.08.2023.

6. Власти Москвы: городские проекты благоустройства окупаются за полтора года [Электронный ресурс] // РИА Новости недвижимость. – <https://realty.ria.ru/20230830/blagoustroystvo-1893159933.html?in=t>. – Дата доступа: 30.08.2023.

УДК 502.31:911.375.4(476.5)

П. А. ГАЛКИН

Беларусь, Витебск, ВГМУ

E-mail: galkin-pasha @yandex.by

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВИТЕБСКА)

В современных условиях материальную основу жизнедеятельности человека составляют преимущественно *города – пространственно-ограниченные природно-технические системы* (далее – ПТС), представленные сложным комплексом взаимосвязанных обменом вещества и энергии живых организмов и абиотических элементов (природных и технических), создающих городскую среду обитания человека, отвечающую его биологическим, экономическим, трудовым, социальным и психологическим потребностям. Городская среда (далее – ГС) с точки зрения условий проживания населения достаточно адаптирована для удовлетворения человеческих потребностей. Эти адаптации имеют свои следствия, которые проявляются в нарушении природной обстановки и трансформации состояния всех компонентов окружающей среды (далее – ОС), нередко негативно отражаясь на условиях проживания населения. Следовательно, весьма важно своевременно определять степень благоприятности ОС, трансформированной человеком, или выполнять ее геоэкологическую оценку, предполагающую проведение анализа качества компонентов среды и тех изменений, которые произошли под воздействием техногенных факторов. Она позволяет определить остроту геоэкологических ситуаций и масштабы их распространения. При этом, анализируя преследуемые цель и задачи исследований, целесообразно

полагать, что они по своей сути должны быть направлены на оценку *геоэкологических условий территории – комплекса современных природных и техногенно измененных особенностей территории, которые определяют условия функционирования экосистем, в том числе проживания населения*. Вариантов такой оценки существует достаточно много. Ее проводят по критериям и ряду показателей определения реальных техногенных воздействий на ОС города, однако проблема заключается в выборе этих критериев. Это обусловлено тем, что многие используемые критерии играют разную роль во взаимодействии с природным комплексом и городскими объектами. Их наложение, даже с существенными коэффициентами значимости, нередко приводит к необоснованному усилению влияния одного параметра и недоучету действия другого. Завершением любого геоэкологического анализа является создание соответствующих карт. Их общей задачей служит отражение результатов взаимодействия природы и общества, а также путей оптимизации этого взаимодействия на принципах рационального природопользования. При этом надо заметить, что к настоящему времени в науках о Земле нет единых подходов к геоэкологическим оценкам и их визуализации, нет общей концепции картографирования городов, не определены критерии оценки, методические приемы, унифицированные легенды карт и т. д. Недостаточно проработанными остаются вопросы количественного описания исследуемых факторов (или критериев) и математический аппарат для их обработки.

Целью наших исследований послужила разработка методики построения карты геоэкологических условий урбанизированной территории с учетом естественной природной и функциональной дифференциации территории и существующей техногенной нагрузки, основанная на оценке геоэкологической обстановки в городе, комфортности среды проживания населения и геоэкологического потенциала геосистем. Фактологическую основу составили материалы ранее проведенных работ по оценке геологических, геоморфологических условий, состояния почвенного покрова, растительного и животного мира территории г. Витебска, техногенных воздействий на компоненты ОС, а также роли функционально-планировочной организации города в формировании его геоэкологической обстановки. На основании применения совокупного геоэкологического подхода, базирующегося на рассмотрении города как ПТС, нами разработан алгоритм и методика оценки и картографирования геоэкологических условий Витебска, включающие три блока работ, которые направлены на создание базы данных и цифровых картографических изображений, начиная со схематических карт, отображающих природные и функционально-

территориальные особенности ГС, характер техногенных воздействий и состояние компонентов в пределах локальных ПТС города, до картосхем геоэкологической обстановки в городе, комфортности среды проживания населения, геоэкологического потенциала территории и, как главный результат исследований, карты геоэкологических условий (рисунок). Если для построения первых карт нами использовались сложившиеся, неоднократно апробированные методики, то для создания геоэкологических картосхем были предложены оригинальные подходы, базирующиеся на геосистемном принципе, моделировании и количественных оценках.

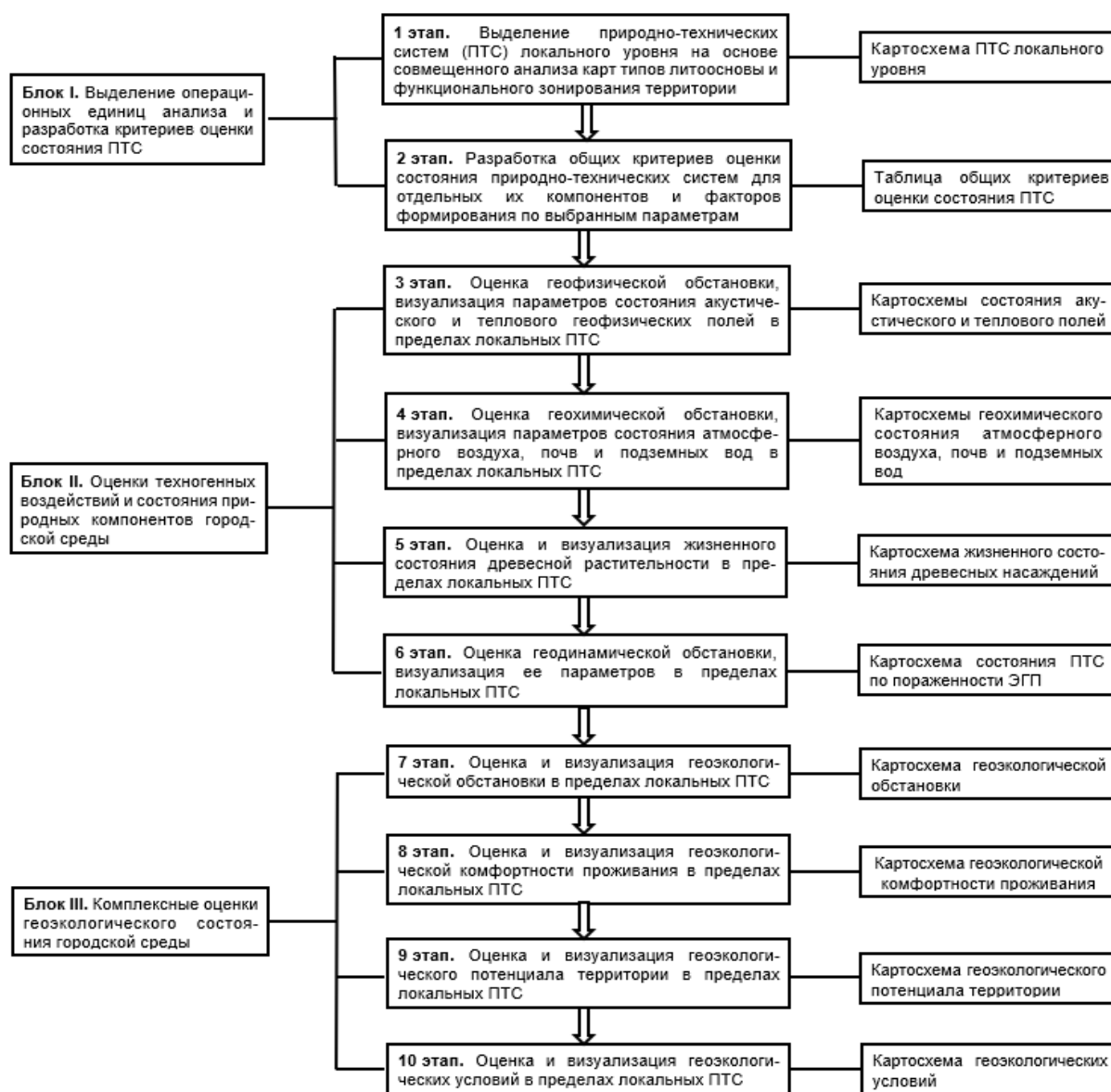


Рисунок – Алгоритм оценки и картографирования геоэкологических условий города

Картосхема *геоэкологической обстановки* в пределах локальных ПТС города является результирующей в оценке состояния составляющих их природных компонентов. На ней, по сути, отображается геоэкологическая ситуация в городе, от которой зависит нормальный ход функционирования локальных ПТС и, как следствие, комфортность проживания населения.

Картосхема строится на основе сопоставления результатов базовых оценок состояния природных компонентов ГС по каждой выделенной локальной ПТС с привлечением комплексного показателя геоэкологической ситуации: $P_{гс} = 1/K_1 + 1/K_2 + 1/K_3 + 1/K_4 + 1/K_5 + 1/K_6 + 1/K_7$, где $P_{гс}$ – комплексный показатель геоэкологической ситуации, K – численное значение критерия состояния одного из компонентов ПТС, равное 1 – норма (Н), 2 – риск (Р), 3 – кризис (К), 4 – бедствие (Б). *Индексы*: 1 – уровень звука, 2 – тепловые аномалии; состояние природных компонентов по отношению к химическому загрязнению: 3 – атмосферного воздуха, 4 – почвенного покрова, 5 – подземных вод, 6 – древесных насаждений; 7 – пораженность территории ЭГП. Данный показатель представляет собой *математическую модель, в основе вычисления которой лежит нечеткая логика*. К созданию таких моделей прибегают в том случае, когда математическое описание предмета исследования слишком сложное или неизвестно. Качество выходных показателей этих моделей зависит лишь от эксперта, который создает и корректирует модель. Легенда карты геоэкологической обстановки представляется в виде матрицы. Ее заполнение по всем локальным ПТС итоговыми оценками геоэкологической ситуации позволяет установить общие закономерности ее территориальной дифференциации. Различные оценки геоэкологической обстановки урбанизированной территории актуализируют вопрос о *геоэкологической комфортности среды проживания (или пребывания) населения – оптимальном состоянии окружающей его среды, обеспечивающем здоровье и работоспособность*. Использование категории нечеткости позволяет оценить качество среды проживания населения города. Для проведения данной оценки предлагается использовать функцию желательности Харрингтона – Менчера, адаптированную нами для системы показателей, характеризующих комплексно геоэкологическую обстановку исследуемой территории. Эта функция позволяет моделировать процессы поведения отдельных подсистем внутри системы, учитывать связи и воздействия при оценке качества объекта. Основой ее построения является преобразование натуральных значений частных параметров разной физической сущности и размерности в единую безразмерную шкалу желательности. Комплексный показатель качества городской среды на основе обобщенной функции желательности рассчитывался как среднее геометрическое частных показателей,

отражающих состояние различных факторов, влияющих на качество ГС, по формуле $K_{ПКС} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i}$, где d_i ($i = 1-7$) – частный показатель качества состояния компонента среды или фактора ПТС (их *индексы* см. в предыдущей формуле), n – число используемых показателей. Следует заметить, что для частных показателей вполне можно применить одну из категорий нечеткости – нечеткость непосредственных данных, когда любой из этих показателей будет равен отношению $1/K_i$, где K – численное значение критерия состояния одного из компонентов ПТС.

Геоэкологические условия любой геосистемы будут зависеть не только от изменений состояния и свойств ее компонентов, но и от способности сохранять свою структуру и свойства в пространстве и во времени при изменяющихся условиях, т. е. устойчивости, которая в совокупности со степенью нарушенности геосистемы позволяет оценить *геоэкологический потенциал урбанизированной территории, под которым нами понимается запас потенциальной устойчивости геосистемы в условиях конкретных техногенных нагрузок*. Введение данного понятия и его использование при оценке геоэкологических условий территории города требует количественного подхода. Для решения этой задачи необходимо выполнить количественную оценку параметров устойчивости и степени нарушенности геосистемы. Соотношение этих двух параметров позволяет ввести *коэффициент состояния геосистемы* ($K_{сг}$): $K_{сг} = U/H$, где U – потенциальная устойчивость геосистемы к техногенному воздействию (в нашем случае к химическому загрязнению); H – степень нарушенности геосистемы. При $K_{сг} = 1$ геосистема будет находиться в состоянии динамического равновесия. Если данное состояние геосистемы принять за базовое, то можно определить *коэффициент геоэкологического потенциала* ($K_{гп}$), *под которым понимают количественную характеристику резерва потенциальной устойчивости геосистемы в условиях существующих нагрузок*. Данный показатель будет представлять собой разность коэффициента состояния анализируемой ГС и геосистемы с $K_{сг} = 1$: $K_{гп} = K_{сг} - 1$, где $K_{гп}$ – коэффициент геоэкологического потенциала, $K_{сг}$ – коэффициент состояния геосистемы. Такая операция позволяет провести группировку изучаемых геосистем по признаку комплекса деструктивных процессов, протекающих в них, которые способны определять геоэкологические ограничения в пределах геосистемы: $-0,5 < K_{гп} < 0$; $K_{гп} = 0$; $0 < K_{гп} \leq 1,0$. Вполне очевидно, что отрицательное значение $K_{гп}$ указывает на развитие деструктивных процессов в геосистеме, способных привести к негативным изменениям ее компонентов. Положительные же значения $K_{гп}$ свидетельствуют об отсутствии или весьма слабых проявлениях деструктивных процессов в геосистеме, не нарушающих ее потенциал

устойчивости. На заключительном этапе исследований на основе совмещения картографических изображений, содержащих информацию о геоэкологической обстановке, комфортности среды и геоэкологическом потенциале локальных ПТС, проводится оценка геоэкологических условий территории города с выделением соответствующих им классов (*неблагоприятные, относительно неблагоприятные, относительно благоприятные, благоприятные и весьма благоприятные*) и существующих *геоэкологических ограничений – группы природно-техногенных факторов, выводящих ПТС из устойчивого состояния вследствие качественно-количественных изменений свойств их литогенной основы, геофизических параметров среды, химического состава депонирующих компонентов и т. д., т. е. являющихся ограничениями для проживания населения и хозяйственного освоения урбанизированной территории, а также потенциального риска влияния на здоровье населения факторов среды обитания.* Создается итоговая схематическая карта геоэкологических условий города.

В заключение отметим, что проведенная по данной методике оценка геоэкологических условий территории Витебска показала следующее: порядка 76 % его площади занимают территории локальных ПТС с относительно благоприятными (около 52 %), благоприятными (16 %) и весьма благоприятными (8 %) геоэкологическими условиями; относительно неблагоприятные условия отмечаются на 23 % площади города, около 1 % занимают территории локальных ПТС с неблагоприятными геоэкологическими условиями.

УДК 502/504

С. В. ГАЛЬЧЕНКО, А. С. ЧЕРДАКОВА, А. В. ПОПОВА

Россия, Рязань, РГУ имени С. А. Есенина

E-mail: cerdakova@yandex.ru

ДЕКОРАТИВНЫЕ РАСТЕНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕМЕДИАТОРЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Методы биоремедиации, основанные на использовании способности различных живых организмов к очищению загрязненных вод, почв и атмосферного воздуха, находят все большую популярность в природо-охранной и природовосстановительной деятельности. Один из них, основанный на способности зеленых растений активно поглощать

из почвы различные загрязнители и накапливать их в своих органах, называют фиторемедиацией.

В современной научной как зарубежной, так и отечественной литературе отражается достаточно обширный материал о способности различных сельскохозяйственных и дикорастущих видов растений к поглощению и аккумуляции в своих органах токсикантов, в том числе и таких опасных, как тяжелые металлы (далее – ТМ) [1; 2]. Городские почвы характеризуются более высоким уровнем загрязнения, и поэтому весьма актуально стоит задача эффективного «извлечения» из нее токсичных веществ. В данном аспекте фиторемедиация представляется достаточно перспективным методом восстановления загрязненных почв: необходимо высеять на загрязненных территориях растения-аккумуляторы, а в конце вегетационного сезона удалить «урожай» вместе с накопленными токсикантами.

В практике благоустройства и озеленения городов широко применяются различные декоративные цветочные культуры. По нашему мнению, они могут выполнять не только декоративно-эстетические, но и экологические функции, выступая в качестве природных восстановителей загрязненных городских почв. Однако в настоящее время в зарубежной и отечественной научной литературе практически отсутствуют результаты исследований по оценке ремедиационного потенциала именно декоративных цветочных растений, а акцент делается или на сельскохозяйственных культурах, или на рудеральных видах [1; 2].

В этой связи целью наших исследований являлась оценка способности различных декоративных цветочных культур, используемых для озеленения урбанизированных территорий, к биологическому поглощению тяжелых металлов из почвы, что будет способствовать ее ремедиации и созданию комфортной среды для городских жителей.

Исследования были проведены на территории г. Рязани – крупного промышленного центра европейской части Российской Федерации. Образцы почвы отбирались в различных функциональных зонах города с неодинаковой антропогенной нагрузкой (промышленная, транспортная, селитебная, рекреационная). Отбор почвенных образцов осуществлялся методом конверта в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58595-2019 «Почвы. Отбор проб» [3]. Параллельно с тех же площадок были отобраны пробы декоративных цветочных растений, наиболее часто используемых для озеленения городов: тюльпаны (*Tulipa*), бархатцы (*Tagetes*), амарант (*Amaranthus*) и цинерария (*Cineraria*). Во всех образцах почвы и фитомассы атомно-адсорбционным методом определялось валовое содержание ТМ, а именно свинца, меди, цинка и кадмия, которые

выступают одними из наиболее распространенных загрязнителей городских почв.

Критерием оценки ремедиационных свойств анализируемых культурных растений выступал коэффициент биологического поглощения (A_x) тяжелых металлов фитомассой, расчет и интерпретация которого осуществлялись по формуле и шкале, предложенной А. И. Перельманом [4].

Анализ почвенных образцов позволил установить, что концентрации исследуемых ТМ во всех зонах г. Рязани не превышают предельно допустимых концентраций [5], но содержание большинства ТМ, за исключением меди, выше средних региональных значений. В почве промышленной и селитебной зон города отмечалось повышенное накопление ТМ. Высокое содержание ТМ в промышленной зоне ожидаемо и вполне объяснимо, но ситуация в селитебной зоне может вызвать удивление. По нашему мнению, это связано главным образом с влиянием на экологическое состояние почв внутри жилых кварталов частного автотранспорта, который именно во дворах часто используется в режиме «холостого хода», что повышает выброс отработанных газов и способствует загрязнению всех компонентов окружающей среды их ингредиентами. Транспортная зона, которая, казалось бы, в связи с увеличением темпов роста автомобилизации городов, наряду с промышленной должна характеризоваться значительными концентрациями ТМ, тем не менее, несущественно отличается от рекреационной. Данное обстоятельство объясняется, возможно, тем фактом, что вдоль основных транспортных магистралей в последние годы часто происходит формирование газонов одновременно с заменой верхнего городского почвенного слоя на новый незагрязненный. Внутри промышленной и селитебной зон города данные мероприятия практически не проводятся, что и приводит к более значительному накоплению в верхнем почвенном слое загрязнителей.

Исследуемые цветочные культуры, используемые для озеленения территории, избирательны в поглощении и накоплении ТМ (рисунок).

В отношении практически всех исследуемых декоративных культур прослеживается отчетливая тенденция поглощения ими из почвы и накопления в своих органах преимущественно цинка и меди. Значения коэффициентов биологического поглощения (A_x) свинца и кадмия значительно ниже. Исключение составляет лишь амарант (*Amaranthus*). Данная культура, помимо цинка, активно накапливает и свинец – высокотоксичный металл, приоритетный загрязнитель почвы большинства современных городов.

Отмеченные закономерности обусловлены в первую очередь концентрацией ТМ в почве, а также их свойствами и ролью в метаболизме растительного организма. Известно, что при низком уровне загрязнения

почвы ТМ их поглощение растениями осуществляется по активному (метаболическому) механизму, при котором в растения поступают в первую очередь физиологически важные эссенциальные микроэлементы. Среди них медь и цинк участвуют в биосинтезе ферментов, витаминов, ростовых веществ и т. д. Интенсивность процессов поглощения и накопления токсичных металлов, таких как свинец и кадмий, не играющих существенной роли в метаболизме, по указанному механизму крайне низка. При высоких концентрациях ТМ основную роль играет пассивный (неметаболический) механизм поглощения. Данный тип неселективен, неспецифичен и осуществляется путем пассивной диффузии ионов металлов по градиенту концентрации.

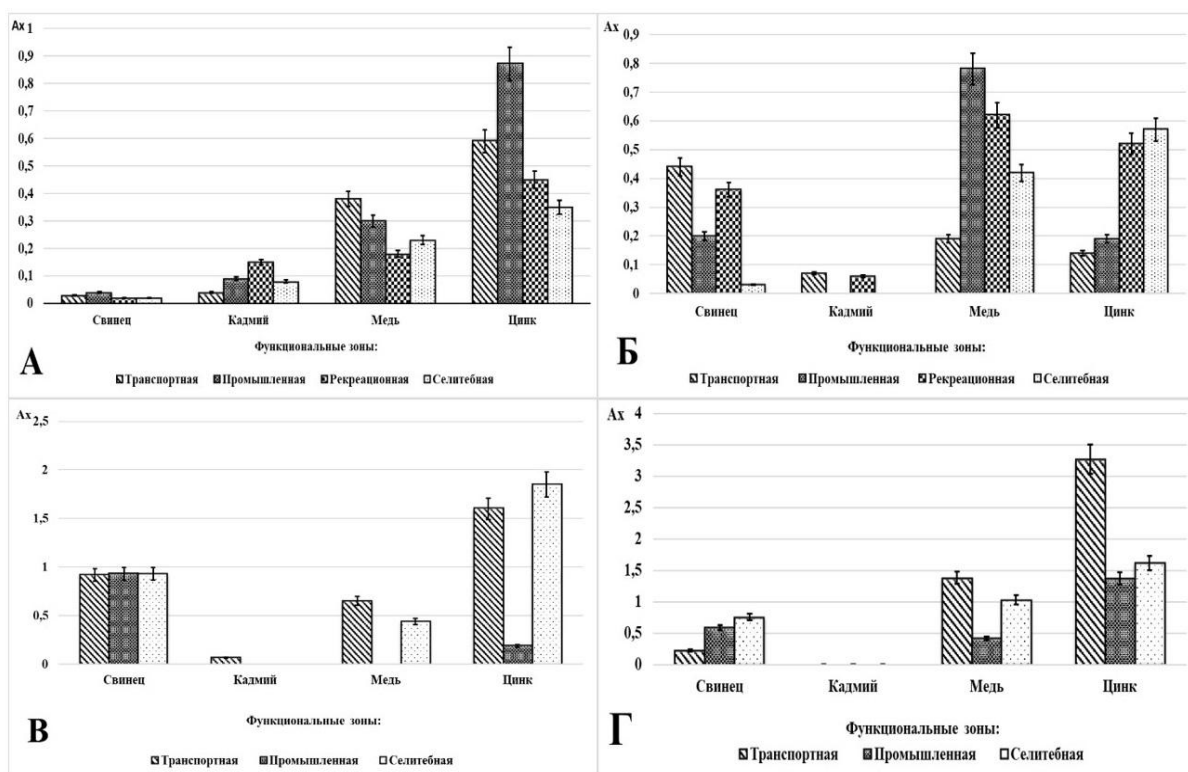


Рисунок – Коэффициент биологического поглощения (A_x) тяжелых металлов различными декоративными цветочными растениями: А – тюльпанами (*Tulipa*), Б – бархатцами (*Tagetes*), В – амарантом (*Amaranthus*), Г – цинерарией (*Cineraria*)

Как установлено, содержание ТМ во всех обследованных нами функциональных зонах города не превышает предельно допустимых значений. Соответственно, у выращиваемых на их территории декоративных цветочных культур преобладает метаболический тип поглощения

ТМ с преимущественным накоплением цинка и меди, тогда как свинец и кадмий поступают в крайне малых количествах. Однако закономерности накопления ТМ данными культурами при выращивании на загрязненных почвах могут быть иными, что крайне важно для оценки их ремедиационных свойств и требует проведения дальнейших экспериментальных исследований в данном направлении.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что наибольшей способностью к накоплению ТМ в своих органах среди анализируемых декоративных цветочных культур обладают амарант (*Amaranthus*) и бархатцы (*Tagetes*), которые могут быть рекомендованы к использованию в качестве фиторемедиаторов городских почв, загрязненных ТМ в невысоких концентрациях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копцик, Г. Н. Проблемы и перспективы фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) / Г. Н. Копцик // Почвоведение. – 2014. – № 9. – С. 1113–1130.
2. Phytoremediation: Biotechnological Strategies for Promoting Invigorating Environs. – Amsterdam : Elsevier Science, 2021. – 538 p.
3. Почвы. Отбор проб : ГОСТ Р 58595-2019. – М. : Стандартинформ, 2019. – 8 с.
4. Перельман, А. И. Геохимия : учеб. для геол. специальностей вузов / А. И. Перельман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1989. – 528 с.
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : информ.-поисковая система. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/. – Дата доступа: 17.08.2023.

УДК 551.55(476-14)

А. В. ГРЕЧАНИК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина
E-mail: Hrachanika@tut.by

ВЛИЯНИЕ БОЛЬШИХ ГОРОДОВ НА ПОКАЗАНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА НА МЕТЕОСТАНЦИЯХ

Введение. Ветер является основной климатической характеристикой, которая широко используется при решении ряда инженерных, экологических, медицинских и других задач. Поэтому объективная оценка

характеристик ветрового режима весьма актуальна. Проблема заключается в том, что созданные в середине прошлого века метеостанции располагались на окраине городов, а в настоящее время уже окружены плотной городской застройкой. Особенно это касается больших городов с плотной высотной застройкой и значительными промышленными зонами, что не позволяет дать реальную оценку скорости ветра. Городские застройки создают своеобразный антропогенный ветровой режим, что может приводить к сильным порывам ветра и опасным последствиям для жизни и здоровья человека, а также для его имущества. Кроме того, сильные порывы ветра и шквалы в городе могут приводить к следующим последствиям: повреждение зданий, крыш и других конструкций, падение деревьев и веток, затруднение дорожного движения, подъем мелких предметов и пылевых частиц в воздух. Штилевые условия и тихие ветра могут также вызывать негативные последствия, такие как затяжная жара, образование тумана и смога, снижение качества воздуха и накопление загрязнений.

Скорость ветра – это не единственный критерий опасности. Учитывать необходимо и такие параметры, как направление ветра, его устойчивость и длительность.

Целью настоящей работы является оценка влияния городских застроек на ветровой режим, измеряемый на метеостанциях.

Материалы и методы. Информационную базу для проведения исследования составили данные многолетних инструментальных наблюдений государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» за средней и максимальной скоростью ветра за период 1951–2020 гг.

Для изучения зависимости скорости ветра от размеров города нами проведен сравнительный анализ среднегодовой и максимальной скоростей ветра для городов разной величины. Отобраны города с различной численностью населения, расположенные в схожих физико-географических условиях. Сформированы следующие пары городов: Брест – Высокое, Витебск – Сенно, Гомель – Василевичи, Гродно – Лида, Минск – Борисов, Могилев – Кличев.

В исследовании использованы два интервала: 1951–1987 гг. и 1988–2020 гг. Это обусловлено тем, что с 1988 г. наблюдается современный этап потепления климата, что отражается на всех метеорологических показателях [1]. Статистическая значимость различий за рассматриваемые периоды для средних величин оценивалась с помощью *t*-критерия Стьюдента, а характер колебаний – *F*-критерия Фишера [2].

Результаты и обсуждение. Представление о механическом воздействии ветра на организм человека дает шкала Бофорта в ее модифицированной версии, применимой к районам суши для высоты на уровне пешеходов. Физиологические эффекты являются более сложными, так как зависят от дополнительных факторов и их взаимодействия. Эмпирическое правило для оценки комфортности было выведено А. Ф. Вайсом и А. Д. Пендварденом и основывается на следующих базовых значениях скорости ветра: $V = 5$ м/с – пороговое значение комфортной скорости; $V = 10$ м/с – безусловно некомфортное значение скорости; $V = 20$ м/с – опасная для человека скорость ветра. Следовательно, приемлемым условием для человека является скорость ветра, не превышающая значение 5 м/с на протяжении более 80 % времени в году [3].

За период 1988–2020 гг. средняя скорость ветра на территории Беларуси составляет 2,67 м/с (по областям: Брестская – 2,75 м/с, Витебская – 2,59 м/с, Гомельская – 2,31 м/с, Гродненская – 3,32 м/с, Минская – 2,33 м/с, Могилевская – 3,20 м/с). Наиболее широкое распространение получили средние скорости ветра от 2,2 до 3,6 м/с, что является комфортной для человека скоростью ветра.

В ходе работы проанализирована повторяемость различных значений скорости ветра. Для Беларуси наиболее характерны слабые ветра (2–5 м/с): их доля составляет 66,5 %. Штилевые условия и тихие ветра характерны в 26,4 % случаев. Доля умеренных ветров (6–9 м/с) составляет 6,6 %. Доля сильных ветров (более 10 м/с) составляет 0,5 %, чаще всего они фиксируются на метеорологических станциях Гродно, Полесская, Брагин.

Рассмотрим устойчивость выборочных статистик (средних коэффициентов вариации) при изменении интервалов осреднения применительно к среднегодовым скоростям ветра. В таблице приведены результаты сравнительного анализа основных выборочных статистик на однородность для рассматриваемых пар городов.

Таблица – Эмпирические значения t -критерия Стьюдента и F -критерия Фишера

Города	Критерий	Интервалы осреднения среднегодовых скоростей ветра			Максимальные скорости ветра
		1951–2020	1951–1987	1988–2020	1988–2020
Брест – Высокое	t	2,23,	3,74,	0,04,	0,68,
	F	2,33	2,21	1,31	1,11
Витебск – Сенно	t	1,45,	1,96,	1,71,	0,67,
	F	1,17	1,70	1,05	1,07
Гомель – Василевичи	t	4,59,	6,65,	4,49,	1,22,
	F	2,50	3,26	3,35	1,10

Продолжение таблицы

Гродно – Лида	<i>t</i> <i>F</i>	7,28, 2,98	2,84, 1,51	11,57, 1,28	2,49, 1,55
Минск – Борисов	<i>t</i> <i>F</i>	1,89, 2,19	0,09, 5,59	4,42, 1,47	3,61, 1,42
Могилев – Кличев	<i>t</i> <i>F</i>	15,97, 1,45	11,21 1,29	12,20, 1,75	0,31, 1,46

Примечание – Выделены эмпирические критерии выше критических.

В результате анализа выборочных средних среднегодовых скоростей ветра за рассматриваемые интервалы статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha = 5\%$ установлены для всех периодов по метеостанциям Гомель – Василевичи, Гродно – Лида, Могилев – Кличев, для метеостанций Брест – Высокое для периодов 1951–2020 и 1951–1987 гг., для метеостанций Витебск – Сенно для периодов 1951–1987 и 1988–2020 гг., для метеостанций Минск – Борисов для периодов 1951–2020 и 1988–2020 гг.

Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для всех периодов метеорологических станций Гомель – Василевичи, для метеостанций Брест – Высокое и Минск – Борисов для периодов 1951–2020 и 1951–1987 гг., для метеостанций Гродно – Лида для периода 1951–2020 гг. Для метеорологических станций Витебск – Сенно и Могилев – Кличев статистически значимых различий коэффициентов вариации не выявлено.

В результате анализа выборочных средних максимальных скоростей ветра за рассматриваемый интервал статистически значимые различия при уровне значимости $\alpha = 5\%$ были установлены по метеостанциям Гродно – Лида, Минск – Борисов, которые расположены в пределах Белорусской гряды. Для метеостанций Брест – Высокое, Витебск – Сенно, Гомель – Василевичи, Могилев – Кличев статистических значимых различий средних максимальных скоростей ветра не выявлено.

Для всех рассматриваемых пар городов за современный период статистически значимых различий коэффициентов вариации не выявлено.

Заключение. Для территории Беларуси отмечается преобладание комфортных для человека скоростей ветра. Сравнительный анализ характеристик скорости ветра за периоды 1951–1987 и 1988–2020 гг. для городов с различной численностью населения показал, что для среднегодовых скоростей имеет место математически значимые различия между городами, различающимися по величине. Для максимальных годовых скоростей ветра математически значимая разница установлена только для городов, расположенных в пределах Западно-Белорусской физико-географической провинции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изменения климата: последствия, смягчение, адаптация : учеб.-метод. комплекс / М. Ю. Бобрик [и др.]. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2015. – 424 с.
2. Логинов, В. Ф. Практика применения статистических методов при анализе и прогнозе природных процессов / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, П. В. Шведовский. – Брест : Изд-во БрГТУ, 2004. – 301 с.
3. Джабиева, К. В. Влияние ветрового режима на планировку городов / К. В. Джабиева [Электронный ресурс] // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018002155>. – Дата доступа: 25.08.2023.

УДК 055.379 57.042

А. Д. ЖИГАЛИН¹, Е. В. АРХИПОВА², О. В. АНИСИМОВА²

¹Россия, Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова; ИФЗ имени О. Ю. Шмидта РАН

²Россия, Дубна, Государственный университет «Дубна»

ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ УРБЭКОЛОГИЯ

Города представляют собой уходящую в глубокую древность и вместе с тем самую современную форму расселения. Городские поселения привлекают пристальное внимание жителей Земли и широкого круга специалистов различных профессий. Изначально города-крепости служили защитой для своих жителей, что на многие века определило их защитную социальную функцию. С течением времени у городов появляется много новых привлекательных сторон. Однако с ростом городов многомерно усложняется их инфраструктура, появляются новые возможности и потребности.

Уже сейчас больше половины (50–70 %) населения Земли являются городскими жителями. Для России эта цифра составляет более 74 %, для Европы – 74 %; есть страны, где 100 % населения живет в городах, сохранились и города-государства. Согласно прогнозам, в 2050 г. 70 % населения нашей планеты будут жить в больших и малых городах. Вместе с тем общепринятого определения, что такое город, не существует. Каждая группа урбанистов рассматривает городские поселения через «свою призму», опираясь на «очевидные» им критерии. С точки зрения

государственной градостроительной политики, социальных задач, которые решают современные города разного ранга, и других вероятных точек зрения, в том числе и различных натуральных классификаций, города представляют собой уникальные сложные техногенные (или природно-технические) эколого-геологические системы со множеством прямых и обратных связей, возникающих в процессе и результате антропогенной деятельности. Развитие городов и промышленно-городских агломераций приводит к глубоким изменениям городской природной среды, нередко вплоть до полной замены ее периодически высаживаемой «городской зеленью». Все компоненты биосферы в городских поселениях подвергаются прогрессирующему химическому, биологическому и физическому (энергетическому) воздействию. По сути дела, городские поселения могут квалифицироваться как обширные интегрированные химические, биологические, геофизические и эколого-геологические аномалии. Тем не менее города, большие и малые, мегаполисы и крупные промышленные агломерации по-прежнему привлекают людей предоставлением различных возможностей, которые, надо признать, зачастую снижают степень комфорта, ведут к деградации городских экосистем и другим негативным последствиям антропогенеза.

Указанная выше уникальность нового вводимого понятия «эколого-геологические системы» применительно к городским территориям заключается в том, что ни в каком другом месте не наблюдаются такого градуса противоречия между природным компонентом и техногенным воздействием, стремлением добиваться оптимального комфорта жизнедеятельности для городского населения и необходимостью вносить в инфраструктуру городов деструктивные для живых организмов объекты или отдельные их элементы.

Более десяти лет в некоторых научных и учебных учреждениях изучаются проблемы воздействия природных и техногенные (технологических) физических полей на городское население и биологическое его окружение в рамках нового, сформировавшегося в конце прошлого столетия геофизического направления – геофизической экологии. В связи с тем что городские территории и другие пространства интенсивного освоения были отнесены к объектам повышенного внимания, а геофизическая экология стала рассматриваться как самостоятельная дисциплина, неизбежно было появление новой платформы (часто используемый в наши дни термин) – геофизической урбоэкологии.

Геофизическая урбоэкология как научное направление позволяет решать широкий спектр задач, связанных с оценкой реакции городского социума, городской инфраструктуры, инженерных объектов и биоты на перманентно возрастающее техногенное энергетическое воздействие.

В реалиях современных городов можно увидеть высокую степень насыщенности энергией, производимой и получаемой извне, преобразуемой и потребляемой, значительное количество импортируемого и экспортируемого вещества. В отличие от природных процессов природно-технические экосистемы не могут обеспечить обычного для живой природы «безотходного» процесса воспроизводства. Таков драматизм антропогенного влияния, в наибольшей степени проявленного в городах, где на ограниченном пространстве концентрируется значительное по численности население и имеет место большое разнообразие источников воздействия, размещенных в разных городских функциональных зонах (рисунок).

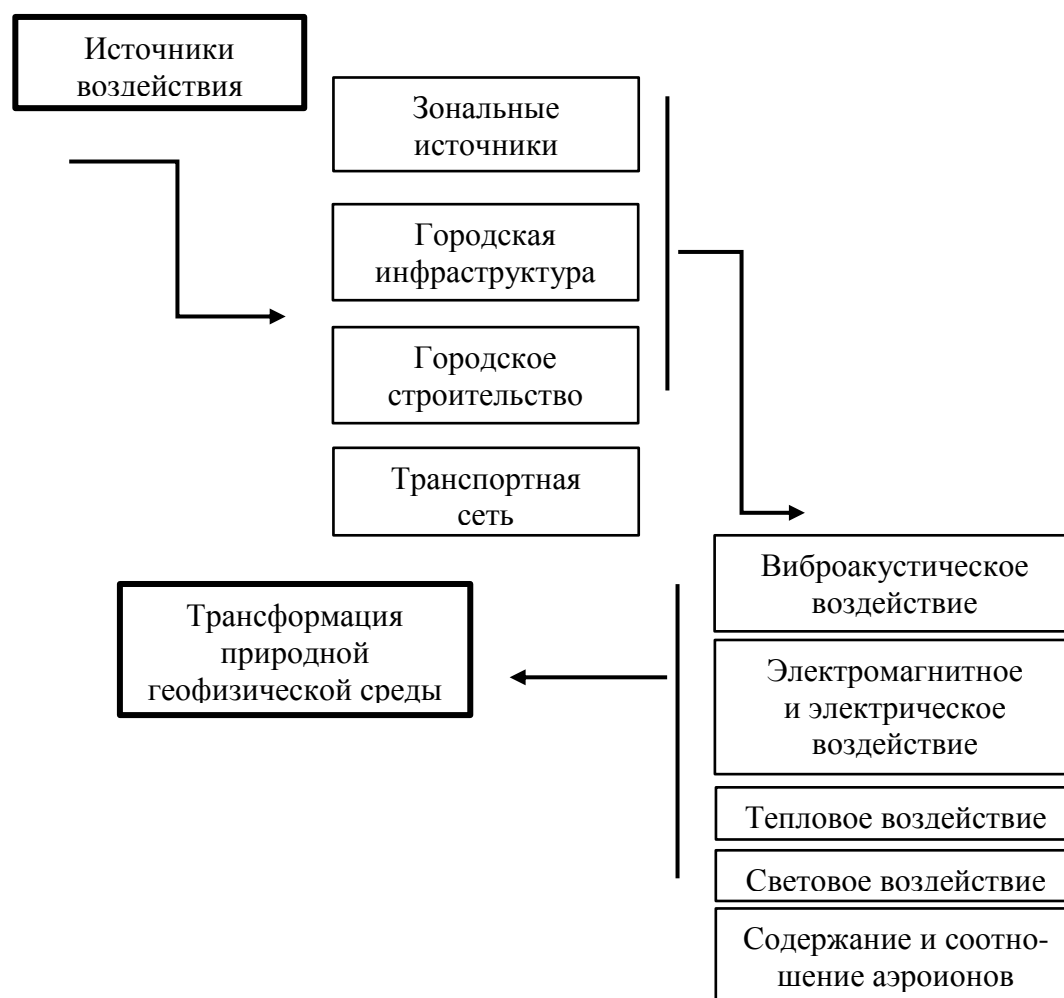


Рисунок – Источники и виды техногенного физического воздействия на территории городов

Укрупнение городов и усложнение их инфраструктуры сопровождается изменением городской среды, переходом ее в техносферу, в ходе

которого повышается фоновый уровень электромагнитного поля, возрастает шум в слышимом и инфразвуковом диапазонах, возрастает уровень микросейсмических колебаний, наблюдаются аномалии радиационного и температурного полей, изменяется общая эколого-геофизическая обстановка. В настоящее время влияние искусственных геофизических полей на здоровье городского населения является научно доказанным феноменом.

Безопасность современных городов зависит уже не от высоты и крепости стен и не от мужества их защитников, а от функционирования «городского организма». Эколого-геофизическая безопасность определяется как допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных (техногенных) геофизических факторов на окружающую среду и человека, превышение которого может приводить к изменению благоприятной экологической обстановки территории городской агломерации вплоть до в разной степени дискомфортной (таблица).

Таблица – Оценка техногенного воздействия, загрязнения, состояния городской среды и здоровья населения

Вид оценки (характеристика)	Категории (уровни)			
	I	II	III	IV
Техногенное воздействие	слабое	умеренное	сильное	опасное
Техногенное загрязнение	низкое	среднее	высокое	очень высокое
Экологическое состояние среды	экологическая норма	экологический риск	экологический кризис	экологическое бедствие
Условия жизни и деятельности населения	комфортные	дискомфортные	очень дискомфортные	опасные
Состояние здоровья человека	здоровье	напряжение	утомление	болезнь

В таблице приведены качественные оценки категории (уровней) техногенного изменения исходных характеристик. Есть возможность для каждой категории и уровней подобрать соответствующий числовой эквивалент. Это позволяет проводить оценку территорий, в том числе городских, по степени комфортности, по категориям экологических условий, по другим значимым характеристикам, определяющим пригодность территории для жизнедеятельности населения с учетом потребностей горожан в комфорте и экологической безопасности проживания.

Опыт изучения феномена влияния на живые организмы природных и техногенных физических полей показывает, что эффект воздействия наблюдается как у растений и животных, так и в человеческом организме. По мере расширения городов и усложнения их инфраструктуры возрастает количество и сложность задач. В первую очередь это обеспечение экологической безопасности проживания и жизнедеятельности городского населения, комфортности самих городов и прилегающих территорий.

Изучение влияния антропогенеза на эколого-геофизическое состояние городской среды подтвердило целесообразность и своевременность создания нового научного направления – геофизической урбоэкологии, ориентированного на решения задач экологической безопасности и повышения комфорта проживания и жизнедеятельности городского населения.

УДК 551.511.331

П. О. ЗАЙКО, С. А. ЛЫСЕНКО

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

СТАТИСТИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ «ОСТРОВОВ ТЕПЛА» НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Общерегionalные тенденции к активной урбанизации последних 50 лет привели к формированию на территории Беларуси крупных городских индустриальных кластеров. В пределах городских территорий сформировались свои метеорологические и климатические условия, проявляющиеся в особом температурно-влажностном режиме, в зависимости от распределения городских ландшафтов.

Одним из проявлений микроклиматических особенностей урбанизированных территорий является наличие городского «острова тепла», который представляет собой повышение средних температур воздуха и подстилающей поверхности в пределах города относительно прилегающих к нему территорий и сельской местности. Положительные аномалии температуры для крупных городов могут достигать 10–15 °С.

Основными причинами формирования подобной температурной аномалии являются сокращение естественного растительного покрова в пределах города, изменение альбедо поверхности и теплофизических свойств зданий и городских улиц, измененный гидрологический режим, а также выбросы аэрозолей, связанные с антропогенной деятельностью.

К дополнительным факторам, влияющим на разницу температур между городом и прилегающими территориями, относятся синоптическая ситуация в регионе, скорости и направления ветра, орография, сезон года и время суток.

В условиях изменяющегося глобального климата и трансформации микроклиматических систем городских территорий вопросы изучения и моделирования городского «острова тепла» весьма актуальны и для Беларуси.

В данном исследовании проводился анализ городских, температурных аномалий, изучался вклад отдельных геофизических факторов внутри городов Беларуси на формирование «островов тепла» с определением наиболее значимых из них, а также были проведены эксперименты по статистическому и численному моделированию метеорологических условий на базе модели WRF-ARW.

Материалы и данные. Анализ проводился на основе комплексной базы данных метеорологических и геофизических параметров городов Беларуси, полученным по наземным и спутниковым измерениям за период 2000–2021 гг. База содержит данные о площади города, численности населения, доли древесных насаждений, травянистой и разреженной растительности, доли сельскохозяйственных земель, доли водных объектов, доли искусственных городских поверхностей (включая застройку и дороги), средней температурной аномалии в городе для дневного и ночного времени суток (MODIS, 1 км), сферическом альбедо подстилающей поверхности (Landsat 7), вегетационных индексах (NDVI, EVI; MODIS, 250 м), нормализованном разностном водном индексе (NDWI; Landsat 7), высоте местности (NASADEM, 30 м), зональной и меридиональной компонентах скорости ветра на 10 м (ERA 5, 11 км), количестве атмосферных осадков (IMERG, 11 км), температуре воздуха на 2 м. Для актуализации структуры землепользования в пределах городов Беларуси использовался информационный продукт WorldCover 10 m 2020 с разрешением 10 м. Интенсивность «острова тепла» оценивалась по разности средних температур для города и пригородной территории. Температура воздуха в городах Беларуси определялась на основе суточных данных метеорологической сети, интерполированных методом простого кригинга к координатам городов.

Результаты. Анализ спутниковых данных по температуре подстилающей поверхности в крупных городах Беларуси за 2000–2021 гг. показал, что областные центры летом в среднем теплее окружающих их пригородных районов на 2–3 °С днем и на 1,2–2,3 °С ночью. Максимальные же температурные аномалии для дневного времени суток составили 5,3–7,8 °С, для ночного – 2,6–4,4 °С. За период, прошедший с начала

текущего столетия, областные центры потептели днем в среднем на 1,1–2,2 °С, а ночью на 1,3–1,9 °С. Максимальный рост дневных и ночных температур в городах Беларуси составил соответственно 3,1–6,0 °С и 2,4–4,4 °С. Отсутствие трендов в рядах средней интенсивности городских «островов тепла» за 2000–2020 гг. указывает на то, что потепление в городах Беларуси и их пригородах происходит примерно с одинаковой скоростью.

Анализ зависимости городских «островов тепла» от структуры землепользования в городах показал следующее: для Гомеля, имеющего минимальный среди областных центров процент древесных насаждений (29,5 %), интенсивность аномалии и скорость летнего потепления по величинам уступают лишь Минску; для Бреста же, имеющего максимальный процент древесных насаждений (40,5 %), «остров тепла» выражен в наименьшей степени, а летнее потепление городской среды происходит даже медленнее, чем в среднем по стране.

Численный эксперимент по замене непроницаемых городских поверхностей и промышленных зон ландшафтами, покрытыми травой или низкорастущими растениями, в цифровой модели урбанизированных классов землепользования (WUDAPT) показал, что реализация подобного сценария приводит к существенной трансформации структуры теплового баланса подстилающей поверхности в городе: для дневных часов средний для города поток явного тепла увеличивается на 21–22 %, а поток скрытого тепла уменьшается на 32–33 %; общий вертикальный турбулентный поток тепла на уровне подстилающей поверхности возрастает на 1,1–1,4 % (3,5–4,0 Вт/м²), что способствует увеличению отвода тепла с территории города и понижению средней для него температуры воздуха (в пределах 0,2 °С). Для ночных часов наблюдаются обратные тенденции. Массовая доля водяного пара в городе при таком сценарии понижается в пределах 8 % от ее среднего для города значения, что вызывает уменьшение нисходящего к подстилающей поверхности длинноволнового излучения примерно на 0,5 Вт/м². Как в дневное, так и в ночное время отмечается увеличение скорости ветра в городе и пригороде. В ночное время к тому же увеличивается высота планетарного пограничного слоя атмосферы, что способствует улучшению городской вентиляции.

На основе созданной базы данных и алгоритма машинного обучения XGBoost (экстремального градиентного бустинга) построены модели суточных и среднесезонных температурных аномалий городской среды, учитывающие большую совокупность естественных и антропогенных факторов формирования городских «островов тепла».

Максимальная аномалия температуры городской среды регистрируется в летний период и в дневное время – среднее значение 2,35 °С,

межквартильный размах 1,22–3,49, минимальная в зимний период – 0,39 °С, межквартильный размах 0–0,76.

Модель позволила установить, что наиболее значимыми факторами в интенсивности «острова тепла» в летний период являются численность населения, относительная площадь пустырей, широта местности, относительная площадь городской застройки, альbedo поверхности, относительная площадь водных объектов и общая площадь города (рисунок).

В определении суточной изменчивости температурной аномалии городской среды используются вегетационный NDVI и водный NDWI индексы, характеризующие растительный покров города и содержание жидкой воды в растительных покровах (рисунок).

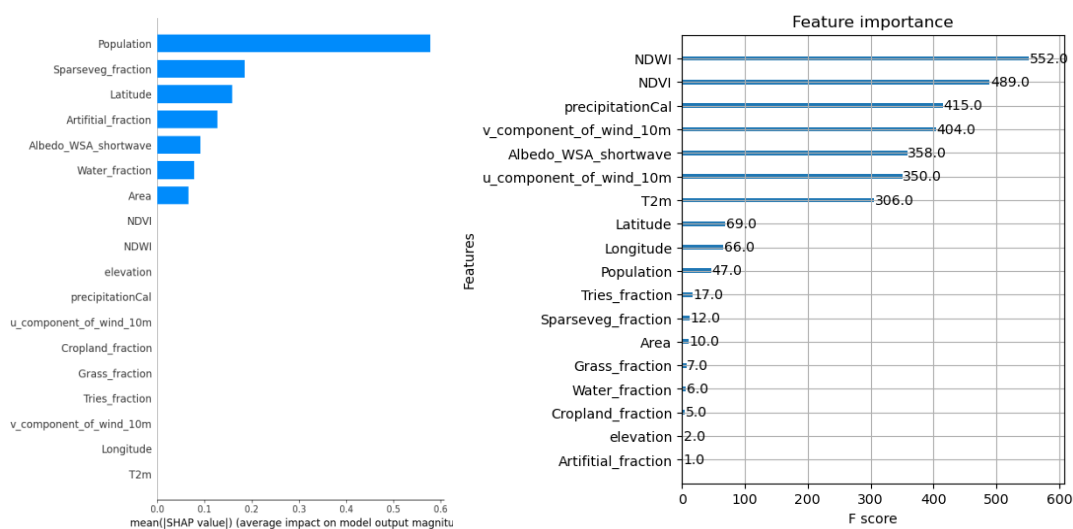


Рисунок – Оценки статистической значимости факторов формирования городской температурной аномалии для летнего периода (слева); оценки статистической значимости факторов, влияющих на суточную температурную аномалию городской среды (справа)

Таким образом, главными внутренними факторами терморегуляции городской среды являются эвапоэтранспирация и альbedo, а главными естественными факторами – атмосферные осадки, северные вторжения и западный перенос. При этом увеличение альbedo поверхностей оказывает примерно такой же эффект на температуру в городе, как и западный перенос, что говорит в пользу эффективности мер по использованию ярких отражающих покрытий в городе для борьбы с эффектом городского «острова тепла». Другими эффективными мерами являются увеличение площади зеленых зон города, в том числе за счет зеленых насаждений на крышах зданий, и увеличение количества водных объектов, в том числе за счет использования устойчивых дренажных систем.

УДК 502.22:911.735.227+711.4+502/504:002.6+316.334.5

А. А. ИГНАТЧУК, О. В. ТОКАРЧУК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: Angelokbrest@gmail.com; oleg.v.tokarchuk@mail.ru

ОЦЕНКА МЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗА СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО КОМПОНЕНТА Г. БРЕСТА

Целью проведенного исследования являлась оценка ментального образа состояния вод микрорайонов г. Бреста. Под ментальным образом в работе понимался формируемый в сознании жителей города образ воспринимаемых ими гидрологических характеристик. Исследование проводилось на основании анкетирования населения о состоянии вод Бреста и его микрорайонов. Анкета включала вопросы, в которых жителям предлагалось оценить водный компонент микрорайонов их проживания, указать особенности своих районов.

Для анализа ментального образа состояния водного компонента Бреста и общего экологического восприятия урбосистемы в анкету были включены следующие вопросы: «Оцените качество водопроводной воды в Вашем микрорайоне», «Оцените количество водных объектов в Вашем микрорайоне», «Волнует ли Вас состояние окружающей среды Бреста?». В анкетировании приняли участие более 300 человек.

Обработка полученных результатов проводилась в два этапа. Первоначально были проанализированы собственно ответы на каждый вопрос анкеты. Для общих вопросов были построены графики и диаграммы, для вопросов по микрорайонам города – карты. При подведении итогов высчитывался средний балл. Результаты данной части были объединены в картографическом веб-приложении «Состояние водного компонента г. Бреста. Ментальное восприятие». Выполненное веб-приложение включает серию интерактивных карт, показывающих распределение ответов жителей отдельных микрорайонов города на вопросы анкетирования. Каждая из карт является интерактивной (имеет возможности масштабирования, настроенные всплывающие окна и др.), сопровождается иллюстративным материалом и текстом. Созданное приложение позволяет: 1) увидеть на интерактивной карте, как жители воспринимают свой город, 2) выявить неоднородность микрорайонов г. Бреста по рассматриваемым характеристикам; 3) увеличить информированность населения, государственных и общественных организаций о состоянии водного компонента города в разрезе микрорайонов.

На втором этапе работы для более точной оценки степени осведомленности горожан Бреста о состоянии водного компонента микрорайонов был произведен анализ реального состояния водного компонента и выполнено его сопоставление с ментальным восприятием. В частности, данный этап работы был реализован в разрезе такой характеристики, как обводненность микрорайонов Бреста. Результаты расчета реальных характеристик данного показателя, полученные по картографическим источникам, были сопоставлены с ментальной картой. Результатом стали сравнительные карты-схемы.

Согласно проведенному анкетированию, 84 % опрошиваемых ответили, что их волнует состояние окружающей среды г. Бреста. Более половины опрошенных (53 %) оценили экологическое состояние города как удовлетворительное, а 33 % опрошенных назвали его хорошим. Только 9 % опрошенных считают экологическое состояние города неудовлетворительным.

Анализируя ответы на вопрос о количестве водных объектов, особо следует отметить микрорайон Волынка-Гершоны, многие жители которого отметили, что водных объектов в его пределах даже более чем достаточно. Положительно выделяется восприятие количества водных объектов в микрорайонах Катин Бор и Ковалево (рисунок 1).



Рисунок 1 – Неоднородность ментального восприятия количества водных объектов в разрезе микрорайонов г. Бреста

Качество водопроводной воды в разрезе микрорайонов большинство опрошенных оценили выше среднего. Наибольшую неудовлетворенность качеством питьевой воды высказали жители микрорайона Задворцы (рисунок 2).

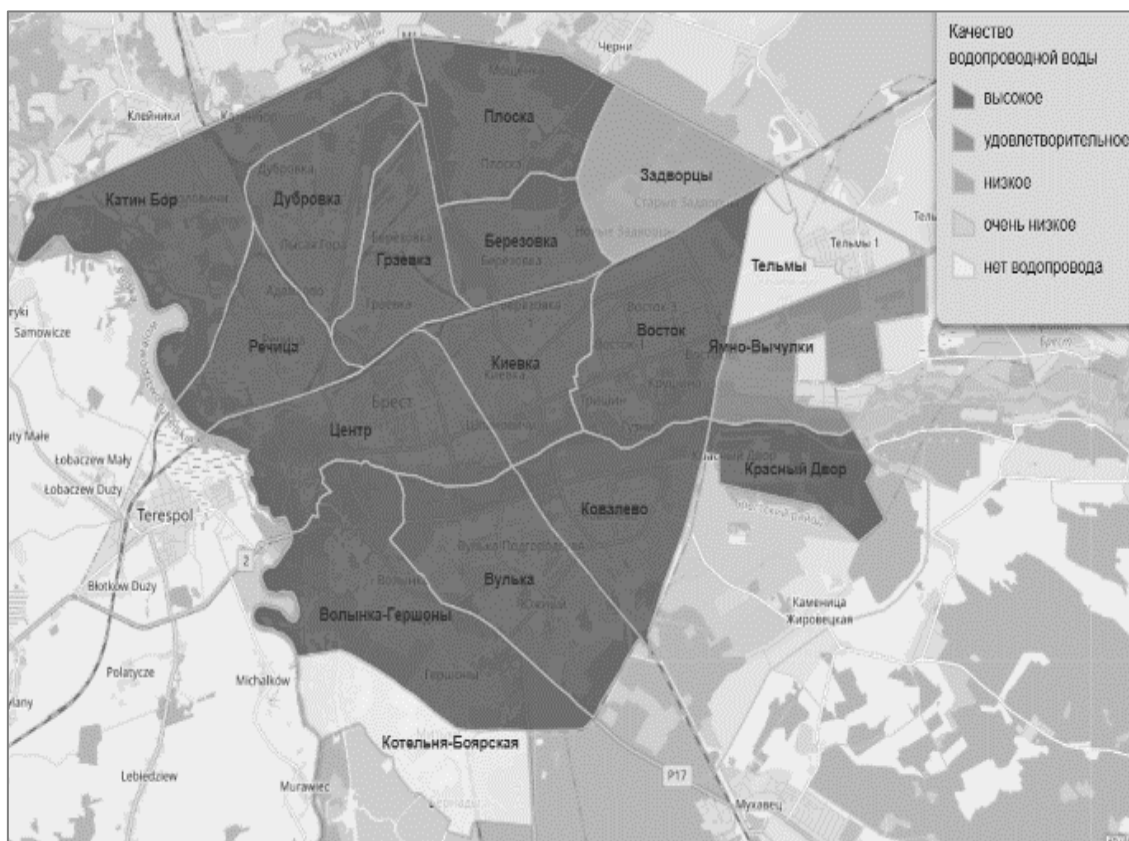


Рисунок 2 – Неоднородность ментального восприятия качества водопроводной воды в разрезе микрорайонов г. Бреста

Таким образом, микрорайоны города существенно отличаются восприятием состояния гидрологических характеристик.

Также следует отметить, что реальным мнением об обводненности своего микрорайона обладают жители более чем половины районов города. В то же время более «водным», чем в действительности, свой район воспринимают жители микрорайонов Катин Бор, Дубровка, Плоска и Задворцы. Жители данных микрорайонов считают, что количество водных объектов здесь больше, чем есть на самом деле. Заниженное мнение о количестве водных объектов имеют жители микрорайона Центр (рисунок 3).

В завершение следует отметить, что полученные результаты исследования могут стать элементом комплексной оценки ментального образа природной среды урбогеосистемы Бреста.

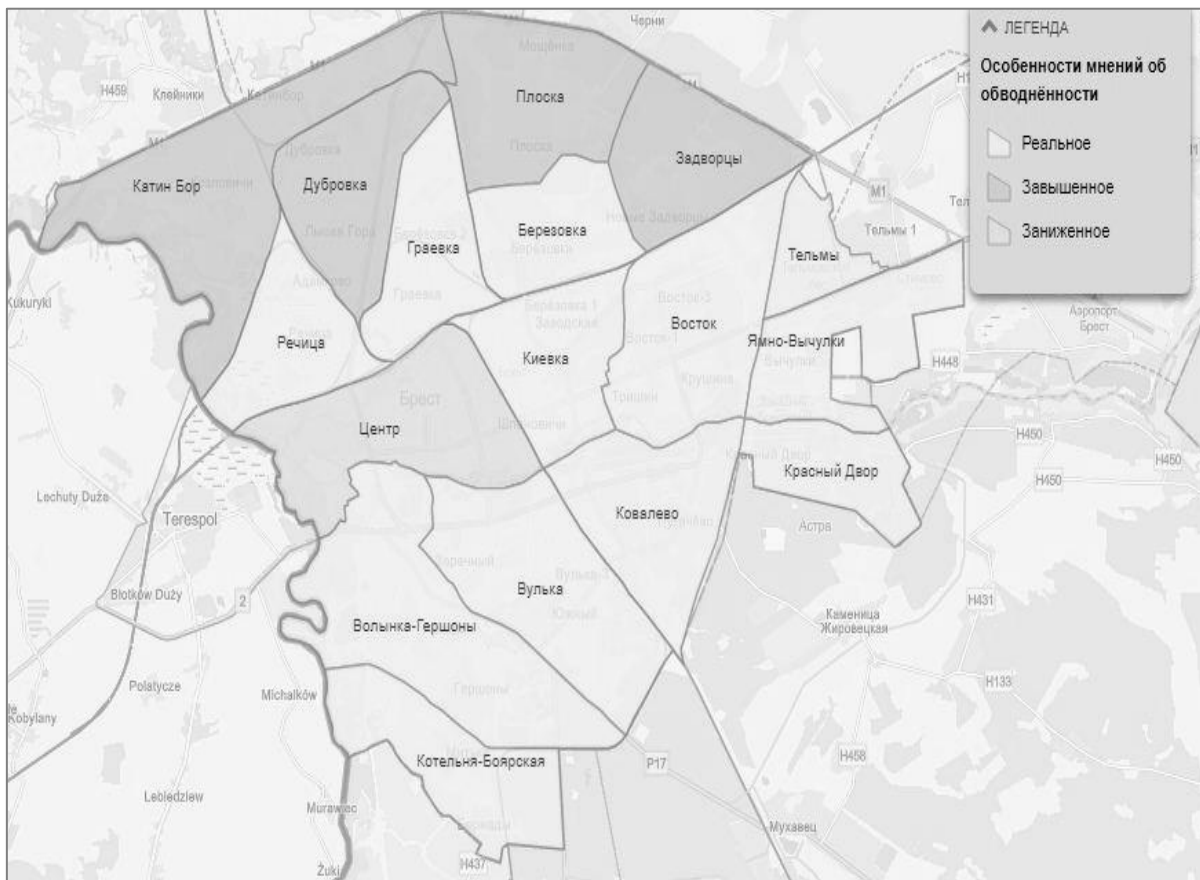


Рисунок 3 – Сравнительная характеристика ментального восприятия обводненности в разрезе микрорайонов г. Бреста

Оценка ментального образа состояния компонентов природной среды урбосистем Бреста позволяет увидеть как специфику восприятия отдельных городских территорий, так и перспективы информирования населения о их реальном состоянии. Приближение ментального образа состояния компонентов природной среды к действительности облегчает задачи местного управления на субъектном уровне, делает городскую политику в области управления природными компонентами городских систем понятной жителям и повышает ее социальный эффект.

В качестве перспективных направлений дальнейших исследований в данной области можно рассматривать расширение количества респондентов при определении ментального образа, а также интегрирование представлений о рассматриваемых характеристиках урбосистем как производном представления местных жителей и жителей других микрорайонов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь (студенческий грант на 2023 г.).

УДК 631.41

Н. В. КЛЕБАНОВИЧ¹, М. А. ЕРЕСЬКО²¹Беларусь, Минск, БГУ²Беларусь, Минск, БелНИЦ «Экология»

E-mail: N_Klebanovich@inbox.ru; kisa_marina@mail.ru

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ Г. МИНСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Химическое загрязнение городских почв тяжелыми металлами наиболее актуально с экологической точки зрения: тяжелые металлы – приоритетные загрязнители урболандшафта. На стыке тысячелетий вопросы, связанные с загрязнением различных почв тяжелыми металлами и ухудшением в этой связи качества земель, были приоритетными в почвоведении, и им уделялось и уделяется большое внимание [1; 2]. В этой связи полноценное изучение городских почв предполагает детальное исследование степени их загрязнения тяжелыми металлами и его оценку. В эколого-геохимической системе почвенный покров выполняет особую роль. Благодаря своим свойствам, и прежде всего огромной площади активной поверхности тонкодисперсной части, почвы сорбируют всевозможные продукты техногенеза, накапливая в своем теле токсичные соединения. Но одновременно они выполняют важнейшую протекторную роль, так как являются сорбционно-химическим барьером на пути миграции из атмосферы города в грунтовые воды и речную сеть тяжелых металлов, нефтепродуктов, пестицидов. В зависимости от плотности сложения и структуры, гранулометрического состава, гумусированности, биологической активности и других свойств поступающие поллютанты могут удерживаться в них, частично или полностью разлагаясь, или поступать из почвы в грунтовые и поверхностные воды. Среди тяжелых металлов приоритетными загрязнителями считаются ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, главным образом потому, что техногенное их накопление в окружающей среде идет высокими темпами. Важно и то, что эта группа обладает высоким сродством к физиологически важным органическим соединениям и способна инактивировать последние, может нарушить процессы метаболизма растений.

Эти высокотоксичные поллютанты способны образовывать контрастные аномалии – участки более интенсивного воздействия на городскую среду. Подобные участки являются, в свою очередь, индикаторами техногенного загрязнения, и их наличие характерно для большинства крупных промышленных городов, в том числе для Минска. Необходимо отметить, что атмосфера и гидросфера – это наиболее динамичные

системы, и изменения в их геохимическом облике происходят за короткие промежутки времени, поэтому атмосферические и гидрохимические исследования отражают состояние воздушного и водного бассейна города на сегодняшний день. На почвенных геохимических картах фиксируются очаги устойчивого загрязнения химическими элементами, сформировавшиеся за многие годы функционирования источников загрязнения, и литохимические поля изменяются гораздо медленнее. Именно поэтому геохимический метод, используемый при экологической оценке территории городов, базируется не на изучении эмиссии загрязняющих веществ от техногенных источников, а на исследовании накопления поллютантов в депонирующих природных средах.

В последние годы интерес к проблеме загрязнения почв возрастает в связи с осознанием их важной роли в состоянии городской среды в целом и сохранении качества жизни.

В Беларуси оценено содержание загрязняющих веществ более чем в 40 городах [3–6]. Детальная почвенно-геохимическая съемка, позволяющая получать точную картину пространственного распределения тяжелых металлов, выполнена для ограниченного числа городов, а именно Гомеля, Минска, Светлогорска, Пинска, Витебска и нек. др. [5–7].

Полученные нами в ходе детального обследования территории Минска данные позволяют не просто оценить уровень загрязнения, но и проследить его временную динамику.

Диапазон средних значений содержания кадмия в почвах Минска – от 0,01 до 2,7 мг/кг, т. е. исчисляется цифрами того же порядка, как и 10 лет назад [8] – 0,1–1,36 мг/кг. Для почв большей части города среднее содержание элемента составляет менее 0,5 мг/кг. Однако есть две точки с 4–5-кратным превышением ПДК (Шабаны и ул. Ваупшасова), т. е. в каждой четвертой точке от 1 до 3 ПДК. Обширный ареал загрязнения почв кадмием приурочен к Заводскому району г. Минска и очень сходен с ранее установленной картиной [8]. Достаточно четко проявляется приуроченность аномалий кадмия к зонам влияния автомобильного и тракторного заводов, завода отопительного оборудования.

Среднее содержание свинца в почвах города варьирует от 9 до 236 мг/кг почвы, что несколько выше отмечаемого в 2000-х гг. диапазона – от 5,1 до 70,7 мг/кг почвы [8]. Пространственное распределение свинца в почвах городской территории сходно с распределением кадмия. Так, обширная аномалия свинца с K_a от 2,0 до 4,0 сформировалась в центральной старообжитой части г. Минска [8]. Среди факторов накопления свинца наиболее значимыми являются выбросы автотранспорта в связи использованием в прошлом этилированного бензина, а также техногенные отложения, характерные для исторической части города. Более интен-

сивные геохимические аномалии свинца сформировались в зонах воздействия промышленных предприятий, где осаждения пылевых выбросов дополняются поступлениями тяжелых металлов с отходами производства. Особенно крупный ареал загрязнения почв свинцом отмечается в Слепянке (на улицах Парниковой, Ваупшасова, Карвата). В каждой третьей точке пробоотбора отмечается превышение ПДК по свинцу. Особенно много таких точек, помимо центра, в восточной части города.

Среднее содержание цинка в почвах города находится в диапазоне 24–648 мг/кг, что существенно выше ранее отмеченных значений 11–77 мг/кг [8]. По содержанию цинка более половины территории города имеет превышение ПДК, самое большое – на ул. Ваупшасова. Наиболее значительная по площади и контрастности аномалия цинка с $K_a > 3$ охватывает промышленную зону города в районе Минского тракторного и автомобильного заводов. Участки с наименьшим содержанием металла расположены в юго-западной, западной, северо-западной и северной частях г. Минска и относятся преимущественно к жилым микрорайонам, а также сельскохозяйственным и лесным землям.

Высокая миграционная способность меди ставит ее в один ряд с самыми опасными веществами – загрязнителями окружающей среды. Содержание меди в почвенном покрове города составило от 5 до 182 мг/кг, что вдвое выше, чем в 2000-х гг. (от 2,28 до 72,6 мг/кг [8]). Высококонтрастные литохимические аномалии меди были отмечены в Слепянке, Шабанах, в центре (ул. П. Бровки) – от 3 и более ПДК. По-видимому, накопление металла здесь связано с большой продолжительностью бытовой, транспортной и промышленной нагрузки.

Установленное среднее содержание никеля в почвах г. Минска изменяется в пределах от 11 до 235 мг/кг, что существенно больше, чем обычно упоминается в литературе [8]. Содержание никеля по сравнению с другими тяжелыми металлами отличается большей однородностью, особенно в почвах в северной части города, и высокой контрастностью. В четырех точках Заводского района превышение составило 3–4 ПДК, в точке по ул. Ваупшасова – 11,7 ПДК, а еще в 64 точках (более 40 %) – 1–3 ПДК, т. е. загрязнение никелем – распространенное явление на территории г. Минска. Сравнительно чистой является северо-западная, западная, юго-западная части города: содержание никеля в северных и западных частях города близко к фоновым значениям.

По результатам обследования территории города, концентрация хрома в почвах изменяется в очень широком диапазоне – от 17 до 538 мг/кг, в большинстве случаев оставаясь в приемлемом диапазоне. Превышение отмечается в десяти точках, причем в трех точках (ул. Жилуновича,

ул. Айвазовского и Шабаны) превышение составляет 3–5 ПДК. Сравнительно небольшие значения – 0,2–0,4 ПДК – характерны для северной, западной, юго-западной частей города.

Имеется определенная дифференциация содержания тяжелых металлов в почвах Минска в зависимости от гранулометрического состава почв, вида землепользования, кислотности почв.

По большинству тяжелых металлов наблюдается довольно четкая картина снижения их количества в более тяжелых почвах: по кадмию, никелю – в 1,8 раза, меди – в 2,8 раза, цинку – в 3,6 раза в суглинистых почвах по сравнению с песчаными. Однако обусловлено это не столько свойствами почв, сколько приуроченностью суглинистых почв к западным и юго-западным секторам города с меньшим техногенным воздействием.

Практически не повлияла на загрязненность почв Минска тяжелыми металлами кислотность почв. Коэффициенты корреляции с рН для всех изучаемых элементов изменялись от 0,03 до 0,17, и лишь для нефтепродуктов отмечена слабая, но статистически значимая связь с рН – 0,28.

В целом в изученных лесных почвах на порядок выше кислотность, рН 5,6 против 6,6 в среднем, близкое к среднему содержание свинца, кадмия, никеля, меди, нефтепродуктов, на 30 % ниже содержание хрома.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добровольский, В. В. Биосферные циклы тяжелых металлов и регуляторная роль почвы / В. В. Добровольский // Почвоведение. – 1997. – № 4. – С. 442–449.
2. Мотузова, Г. В. Почвенно-химический экологический мониторинг / Г. В. Мотузова. – М. : МГУ, 2001. – 86 с.
3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Беларусь / отв. ред. В. Ф. Логинов. – Минск : М-во природ. ресурсов и охраны окружающей среды, 1995. – 148 с.
4. Лукашев, В. К. Тяжелые металлы в почвах г. Минска / В. К. Лукашев, Л. В. Окунь // Докл. АН БССР. – 1990. – Т. 34, № 9. – С. 838–840.
5. Состояние природной среды Беларуси : экол. бюл. 2008 г. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск : Минскпроект, 2009. – 406 с.
6. Хомич, В. С. Цинк в почвах городов Беларуси / В. С. Хомич, Т. И. Кухарчик, С. В. Какарека // Почвоведение. – 2004. – № 4. – С. 430–440.
7. Хомич, В. С. Анализ структуры полей распределения тяжелых металлов в почвах г. Минска / В. С. Хомич, С. В. Какарека, В. В. Парфенов // Природопользование. – 1996. – Вып. 1. – С. 134–139.
8. Городская среда: геоэкологические аспекты : монография / В. С. Хомич [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 301 с.

УДК 550.4:504.5(476)

Ю. Г. КОКОШ, М. А. КУДРЕВИЧ

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: y-kokosh@mail.ru

ВНУТРИГОДОВАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ ИОНОВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ НА ТЕРРИТОРИИ Г. МИНСКА (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ 2022 Г.)

Заметная роль в процессе формирования окружающей среды принадлежит атмосферным осадкам. Изучение их химического состава является удобным методом мониторинга атмосферных загрязнений, что позволяет оценить источники антропогенного загрязнения локального и трансграничного происхождения, а также метеорологические условия, способствующие формированию химического состава атмосферных осадков.

Химический состав атмосферных осадков на урбанизированных территориях определяется предшествующими и сопутствующими метеорологическими условиями, скоростью и направлением ветра, длительностью выпадения, а также зависит от пространственной изменчивости осадков, обусловленной рельефом и шероховатостью местности.

Объекты и методы. С 1999 г. Институтом природопользования организована площадка наблюдения за химическим составом атмосферных осадков и снежного покрова. Экспериментальная площадка располагается в черте г. Минска на территории института.

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

Отбирались суммарные и единичные пробы атмосферных осадков. Суммарная проба включала осадки, объединенные за некоторый промежуток времени: месяц, неделю, сутки. Основной период, за который отбирались пробы осадков, в соответствии с рекомендациями Программы ЕМЕП – неделя.

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

В водных пробах выполнено определение основных ионов. 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 выполненных измерений выполнялся также на основе вычисления ионного баланса [1].

Общие гидрохимические показатели определялись в большинстве проб. В пробах атмосферных осадков объемом менее 50 мл определены только значения рН и удельной электропроводности.

Обработка данных и результаты. За период исследований с 1999 по 2022 г. на экспериментальной площадке во дворе Института природопользования НАН Беларуси отобрана и проанализирована 821 проба атмосферных осадков, в том числе в 2022 г. – 39 проб.

Средний объем пробы составил 668,1 мм. Самым сухим месяцем был март, за который на экспериментальной площадке выпало 6,2 мм осадков, что соответствует данным в среднем по Беларуси (6,4 мм осадков). Наибольшая сумма осадков на площадке отмечена в июле – 123,6 мм – и апреле – 99,4 мм [2].

Статистические характеристики содержания основных ионов, рН, электропроводности атмосферных осадков на постоянной площадке в 2022 г. приведены в таблице.

Таблица – Статистические параметры гидрохимического состава атмосферных осадков на постоянной экспериментальной площадке Института природопользования НАН Беларуси в 2022 г., мг/дм³

Параметр	SO ₄ ²⁻ (S)	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ (N)	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺ (N)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Сумма ионов	рН	Электро- провод- ность, мкСм/см
Среднее	0,39	1,94	0,24	4,63	0,38	1,01	1,32	1,19	0,28	11,26	6,44	31,89
Медиана	0,25	1,71	0,21	2,87	0,26	0,65	0,45	0,96	0,19	8,38	6,28	21,70
Стандарт- ное откло- нение	0,54	1,43	0,17	9,19	0,37	1,08	2,82	1,39	0,37	13,93	0,45	34,91
Дисперсия выборки	0,29	2,04	0,03	84,47	0,13	1,16	7,93	1,93	0,14	194,03	0,20	1218,66
Минимум	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	5,87	3,14
Максимум	2,23	7,08	0,62	52,48	1,48	4,94	15,83	8,02	1,94	82,54	7,68	162,80
Счет	37	34	35	32	36	33	33	32	30	33	39	38

Средняя минерализация атмосферных осадков на постоянной экспериментальной площадке в 2022 г. составила 11,3 мг/дм³, что находится приблизительно на одном уровне с показателями 2021 г. (10,5 мг/дм³). Минимальное значение минерализации (0,48 мг/дм³) обнаружено в недель-

ной пробе за период 26.09–03.10.2022, максимальное ($82,5 \text{ мг/дм}^3$) в пробе за 16.05–23.05.2022. Разброс полученных значений минерализации проб атмосферных осадков довольно высок и составил 124 %.

Значения удельной электропроводности в 2022 г. варьировали в пределах 3,1–162,8 мкСм/см. Минимальные показатели электропроводности характерны для периода с 06.07 по 12.07.2022 и 26.09 по 03.10.2022, максимальные – в пробах за периоды 28.03–04.04.2022 и 16.05–23.05.2022. Среднее значение показателя удельной электропроводности составило 31,9 мкСм/см. Вариабельность значений высокая – 110 %.

За период наблюдений с 2005 по 2022 г. среднее значение рН недельных проб атмосферных осадков постоянно превышало равновесную величину для атмосферных осадков (5,6) и составило 6,44 с диапазоном колебаний 5,87–7,68. Вариабельность значений рН низкая – 7 % [3].

Большинство полученных значений концентраций основных ионов в пробах атмосферных осадков на постоянной площадке также обладают высокой вариабельностью значений (73–213 %). Наибольшая вариабельность значений в 2022 г. была характерна для содержания калия (213 %) и гидрокарбонатов (198 %); меньшие отклонения от среднего характерны для азота нитритного (73 %) и хлоридов (74 %).

Анализ зависимости содержания гидрокарбонатов в пробах осадков в 2022 г. от рН выявил четкую положительную корреляцию ($R^2 = 0,44$). Как можно заметить, при повышении концентрации гидрокарбонатов в осадках кислотность их понижается.

Сезонная динамика содержания основных макрокомпонентов в атмосферных осадках. На рисунке представлены динамики содержания соединений серы и азота в атмосферных осадках в 2022 г. (а). Для всех трех ионов наблюдается схожая тенденция увеличения и снижения концентраций внутри года.

Во внутригодовой динамике наиболее низкие значения концентраций ионов серы и азота в осадках приходятся на теплый период года. Это согласуется с максимальным количеством выпавших осадков в этот период. Так, в 2022 г. их минимальные значения отмечены в июле – октябре. Наиболее высокие концентрации серы и азота в 2022 г. фиксировались весной (март и апрель) и в ноябре – декабре.

Наибольшие концентрации гидрокарбонатов, калия, кальция и магния фиксировались в мае и августе, хлоридов и натрия – в январе и феврале 2022 г. (рисунки, б).

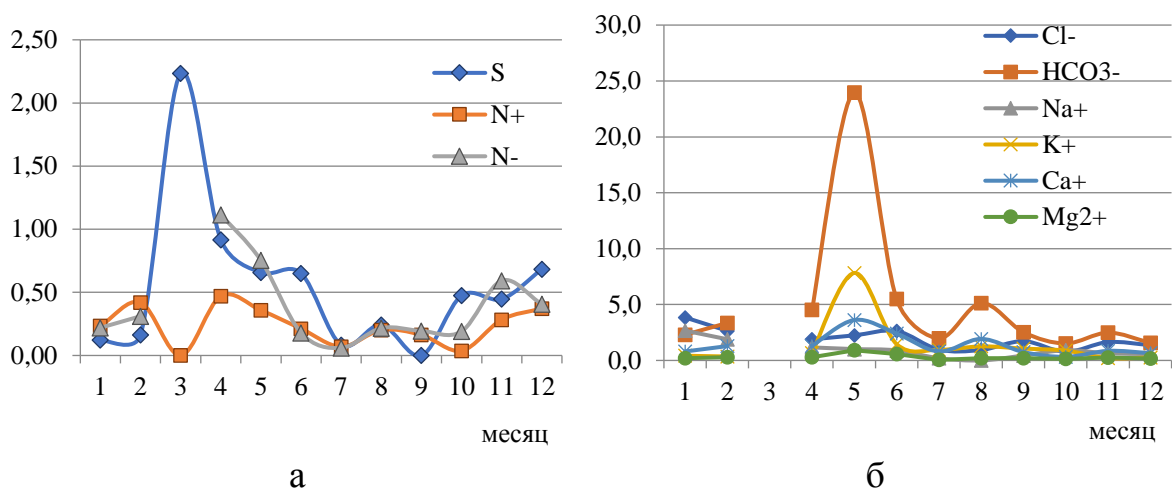


Рисунок – Внутригодовая динамика содержания а) соединений серы (mgS/dm^3) и азота (mgN/dm^3), б) гидрокарбонатов, хлоридов, натрия, калия, кальция и магния (mg/dm^3) в пробах атмосферных осадков на экспериментальной площадке в 2022 г.

Заключение. Показатели химического состава проб атмосферных осадков, отобранных на постоянной экспериментальной площадке института в 2022 г., в целом соответствовали выявленным ранее трендам. Так, несмотря на особенности 2022 г., за период исследований с 2002 по 2022 г. на территории г. Минска сохраняется тенденция к росту кислотности осадков, сочетающаяся с сокращением содержания серы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. EMEP manual for sampling and chemical analysis. Norwegian Institute for Air Research, 1996. European Sustainable Cities : Report by the Expert Group on the Urban Environment. – Brussels, 1996. – 306 p.
2. Ежегодник состояния атмосферного воздуха. 2022 год [Электронный ресурс] // Химический состав атмосферных осадков. – Режим доступа: <https://rad.org.by/articles/vozduh/ezhegodnik-sostoyaniya-atmosfernogo-vozduha-2022-god/himicheskiy-sostav-atmosfernyh-osadkov>. – Дата доступа 12.08.2023.
3. Какарека, С. В. Тренды содержания закисляющих и эвтрофирующих соединений в атмосферных осадках на урбанизированной территории / С. В. Какарека, Ю. Г. Кокош, М. А. Кудревич // Докл. НАН Беларуси. – 2021. – Т. 65, № 6. – С. 724–733.

УДК 911.375:528.85(476)

Л. А. КРАВЧУК, А. А. ЯНОВСКИЙ, Н. М. БАЖЕНОВА

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: kravchu-k@yandex.by; yanouski@yandex.by

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЗЕЛЕННОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ МИНСКА,
ВИТЕБСКА, МОГИЛЕВА)**

В городах важно формирование экологически обоснованной и социально ориентированной системы озелененных территорий. Ее роль неопределима для их устойчивого развития, учитывая выполнение насаждениями важных экосистемных функций. Вопросы управления развитием урбанизированных территорий в Беларуси решаются на различных стадиях градостроительного и детального планирования, строительства и благоустройства территорий. В стране действуют дифференцированные нормы озелененности, обеспеченности населения озелененными территориями в жилой застройке, насаждениями общего пользования, соотношения элементов озеленения и др. [1].

В урбанизированных условиях система озелененных территорий («зеленая инфраструктура») включает как благоустроенные для отдыха населения озелененные территории (парки, скверы, бульвары, насаждения в составе различных городских геотехнических систем (далее – ГТС) – жилой многоквартирной, жилой усадебной, общественной, производственно-коммунальной и специальной застройки, вдоль улиц и дорог), так и природные комплексы (леса, луга, лесо-, лугопарки и др.).

Для оценки структуры и состояния озелененных территорий, их роли в городах предложен сопряженный анализ данных дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ) и ГИС-проектов городов, дифференцированных в разрезе структурно-планировочных выделов по видам и типам ГТС.

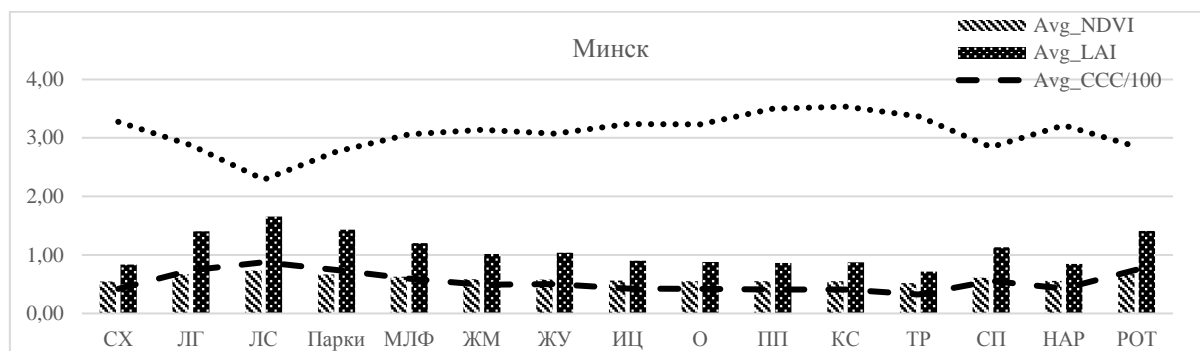
Подход апробирован на примере крупных городов Беларуси, в частности Минска, Витебска и Могилева [2–5]. В ГИС-проектах городов каждый квартал проиндексирован по виду и типу ГТС. В застроенной части идентифицировались ГТС жилой многоквартирной, усадебной, дачной, общественной, производственной и коммунальной, специализированной застройки и дорожные. В незастроенной – выделялись парки, скверы, бульвары, сады, а также леса и лесопарки, луга и лугопарки, резервные озелененные территории (РОТ – неблагоустроенные участки с древесно-кустарниковой растительностью и др.).

Для идентификации растительности по данным ДЗЗ использовались снимки Sentinel-2, при этом рассчитывались: нормализованный разностный индекс растительности (NDVI), индекс листовой поверхности (Leaf Area Index – LAI), содержание в пологе хлорофилла (Canopy chlorophyll content – CCC). При дифференцированной оценке степени озелененности по данным ДЗЗ в разрезе видов ГТС использовалось отношение числа пикселей со значениями NDVI, соответствующих растительности ($> 0,4$), к общему числу пикселей в картографируемых выделах. Определение температуры подстилающей поверхности (Land Surface Temperature – LST) проводилось по снимкам спектрорадиометров ASTER (Минск, Могилев) и Landsat 8 OLI (Витебск). Основным критерием выбора даты снимков, помимо соответствия времени формирования ГИС-проектов, являлась минимальная облачность в период наиболее активной вегетации растений. Особенности обработки снимков и расчетов приведены в [2–5].

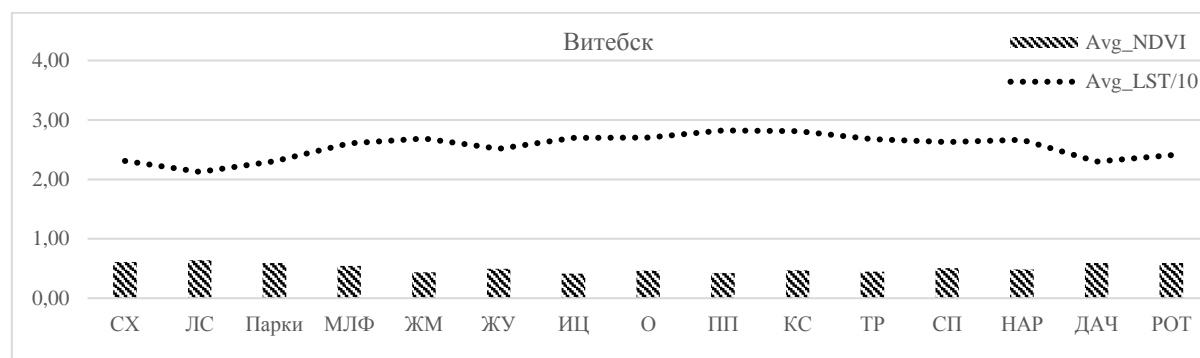
По результатам анализа построены дифференцированные картосхемы степени озелененности городских территорий, значения основных вегетационных индексов (NDVI, LAI, CCC) и LST в разрезе видов ГТС [3; 4]. Установлены особенности изменения вегетационных индексов и LST в различных видах и типах ГТС в городах и связи LST со степенью озелененности, основными вегетационными индексами как для города в целом, так и для различных видов и типов ГТС. На рисунке 1 отражены результаты анализа, которые подтверждают высокое значение насаждений в формировании микроклимата городских территорий. Полученные в разрезе видов ГТС средние показатели вегетационных индексов демонстрируют более низкие их значения для озелененных территорий в застроенной части городов по сравнению с таковыми в лесах, парках, скверах, на резервных территориях.

Выявлены значимые корреляционные связи средней температуры подстилающей поверхности (LST_{avg}) со средними значениями вегетационных индексов (преимущественно LAI и NDVI), а также со степенью озелененности (рисунок 2, а–в).

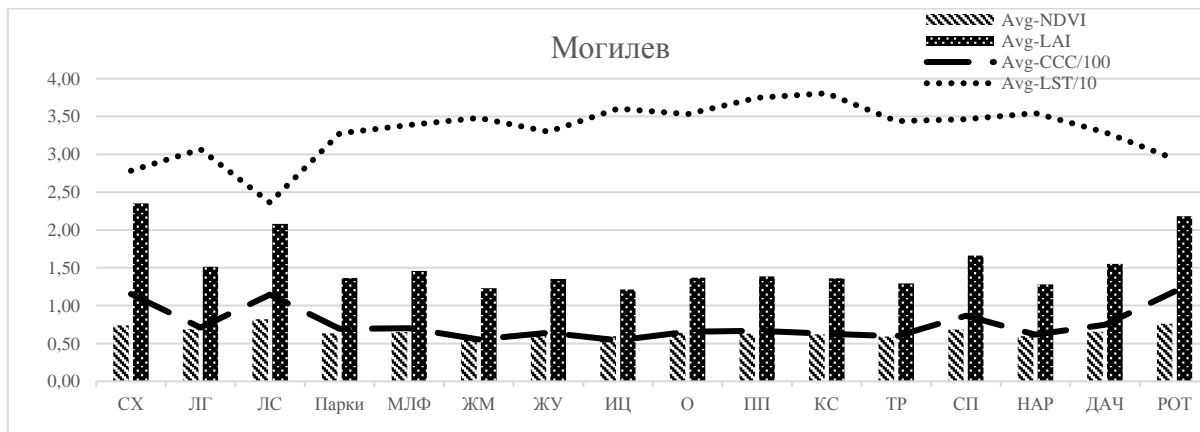
Исследования показали, что использование подхода дифференцированной оценки структуры и состояния растительного покрова в составе городов при сопряженном использовании ГИС-проектов ГТС и ДЗЗ позволяет выявлять участки с низкой озелененностью, ослабленными и низкоэффективными насаждениями, а также природные комплексы с высокими средообразующими качествами, что актуально для выделения экологического каркаса. Это также важно при контроле соблюдения норм озелененности в процессе градостроительного освоения городских территорий и для определения участков формирования городских островов тепла.



а



б



в

Рисунок 1 – Зависимость вегетационных индексов и температуры подстилающей поверхности (LST) от вида ГТС г. Минска (а), Витебска (б) и Могилева (в)

Условные обозначения ГТС: в незастроенной части: СХ – сельскохозяйственные, ЛГ – лугопарковые, ЛС – лесопарковые, МЛФ – малые ландшафтные формы (скверы, бульвары и др.), ПОТ – резервные озелененные территории; в застроенной части: ЖМ – жилая многоквартирная; ЖУ – жилая усадебная; ИЦ – исторический центр, О – общественная, ПП – производственная, КС – коммунально-складская, СП – специальная, ДАЧ – дачная; ТР – дорожно-транспортная; НАР – нарушенные участки

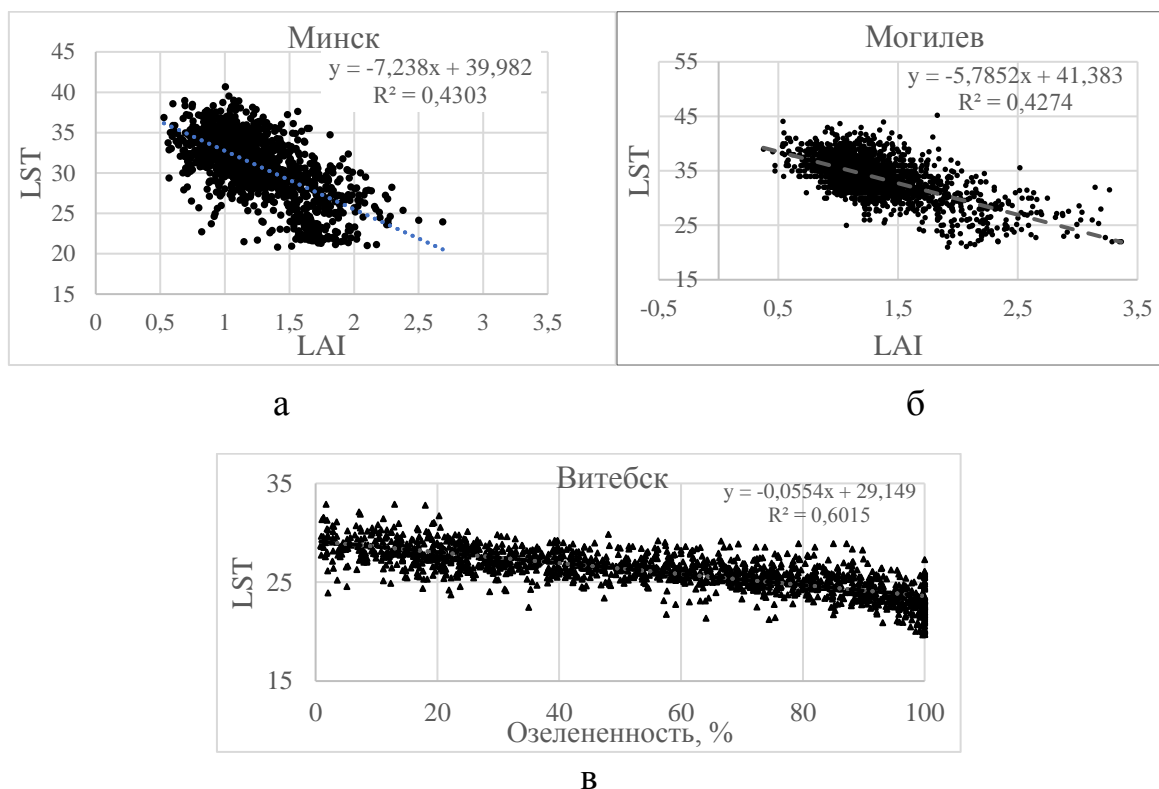


Рисунок 2 – Зависимость изменения средней температуры подстилающей поверхности (LST_{avg}) от средних значений индекса листовой поверхности (LAI_{avg}) по всем типам ГТС Минска (а), Могилева (б) и от степени озелененности ГТС Витебска (в)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности : ЭкоНиП 17.01.06-001-2017. – Минск, 2020. – 266 с.
2. Дифференцированная оценка зеленой инфраструктуры г. Минска с использованием данных дистанционного зондирования Земли / Л. А. Кравчук [и др.] // Природопользование. – 2019. – № 2. – С. 152–167.
3. Оценка средоформирующих функций природно-экологического каркаса городской территории (на примере г. Минска) / Л. А. Кравчук [и др.] // Природопользование. – 2020. – № 1. – С. 76–85.
4. Кравчук, Л.А. Средоформирующие функции зеленой инфраструктуры города Витебска / Л. А. Кравчук, Н. М. Баженова, А. Н. Гайшун // Природопользование. – 2021. – № 1. – С. 76–85.
5. Кравчук, Л. А. Дистанционная оценка влияния растительного покрова на температуру подстилающей поверхности основных геотехнических систем крупного города (на примере Минска) / Л. А. Кравчук, А. А. Яновский, Н. М. Баженова // Природопользование. – 2022. – № 1. – С. 71–82.

УДК 911.37, 339.13

Д. Р. КУЗЬМЕНКО

Россия, Ростов-на-Дону, ЮФУ

E-mail: denisdon61@yandex.ru

ПОСЕЩАЕМОСТЬ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА РАЗМЕЩЕНИЯ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ

Торговые центры (далее – ТЦ) являются распространенным форматом розничной торговли в крупных городах России. Но ввиду активного развития онлайн-рынка, ухода большого количества магазинов европейского сегмента и пандемийного кризиса 2020–2022 гг. потребительское поведение горожан в отношении ТЦ стало меняться в сторону снижения совершаемых покупок и посещаемости [1; 2],

В связи с наиболее динамичным положением ТЦ из-за зависимости от меняющихся внешних социально-экономических и политических процессов и внутренних (локальных) условий функционирования актуальными являются исследования, посвященные изучению характеристик функционирования ТЦ в российских городах. Однако работ, рассматривающих данные о посещаемости и территориальном положении ТЦ в городах России не так много. Ввиду этого актуальность данной статьи состоит в анализе собранных данных о посещаемости торговых центров г. Ростова-на-Дону, а также в выделении особенностей их пространственной структуры размещения.

Таким образом, цель данного исследования состоит в производстве оценки посещаемости ТЦ и их классификации на основе полученных данных и описании специфики их территориального положения.

При помощи онлайн-сервиса Google Forms среди 50 респондентов (жителей г. Ростова-на-Дону) были определены наиболее посещаемые торговые центры Ростова-на-Дону. Таким образом, было выбрано 13 ТЦ (рисунок 1), в которых собирались данные о их посещаемости.

Замеры посещаемости ТЦ проводились в будние дни в течении трех временных периодов на протяжении одного часа: 10:00–11:00, 14:00–15:00, 18:00–19:00. Данные временные интервалы были выбраны для наиболее полного отражения трафика посетителей в течение всего дня.

На основе данных замеров было рассчитано как количество посетителей ТЦ в рамках выбранных интервалов (количество человек за 1 час), так и общее число посетителей в течение 3 часов и их среднее значение за день, что позволило выявить особенности распределения

посетителей в течение дня в рамках одного ТЦ и между выбранными торговыми центрами в целом.

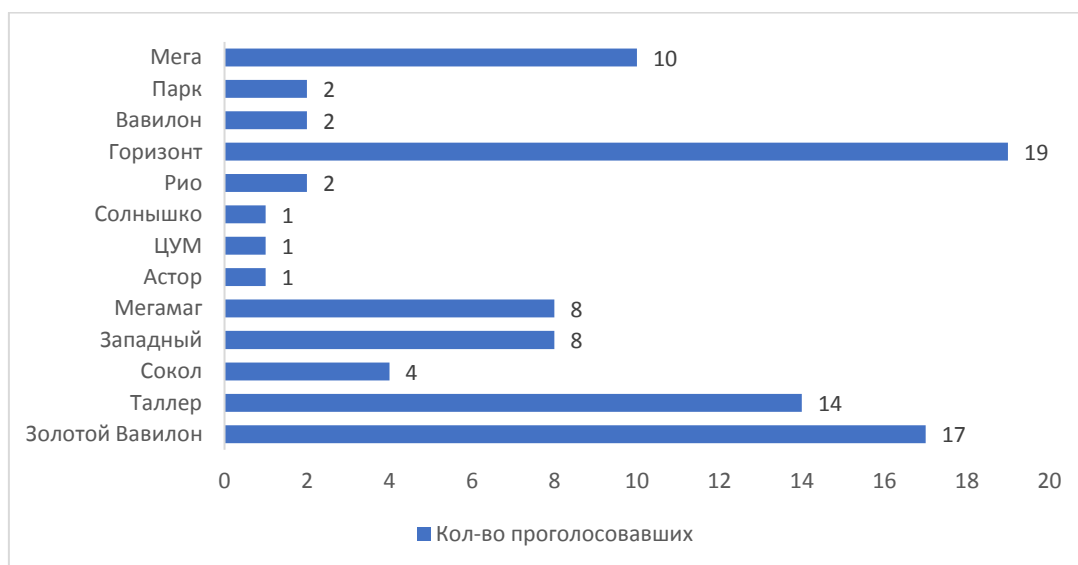


Рисунок 1 – Наиболее популярные ТЦ г. Ростова-на-Дону

На основе полученных данных была составлена таблица посещаемости ТЦ в будние дни по временным интервалам (таблица 1).

Таблица 1 – Количество посетителей ТЦ в будние дни

ТЦ	10–11	14–15	18–19	Всего	Среднее
Золотой Вавилон	908	1670	1122	3700	1233
Таллер	655	819	1110	2584	861
Сокол	479	990	637	2106	702
Западный	279	264	433	976	325
Мегамаг	1119	1239	1440	3798	1266
Астор	424	234	349	1007	336
ЦУМ	93	183	135	411	137
Солнышко	241	308	305	854	285
Рио	443	414	640	1497	499
Горизонт	657	771	968	2396	799
Вавилон	843	1160	1164	3167	1056
Парк	1044	1035	1460	3539	1180
Мега	846	1078	972	2896	965

Исходя из получившихся значений, торговые центры были разбиты на три категории в зависимости от среднего количества их посетителей. К первой категории были отнесены ТЦ с высокой посещаемостью (от 901 до 1300 человек в час). К ним можно отнести такие торговые

центры, как «Золотой Вавилон», «Мегамаг», «Вавилон», «Парк», «Мега». Высокие значения посещаемости данных ТЦ обусловлены двумя факторами – их выгодным экономико-географическим положением и ориентацией на широкую аудиторию посетителей (рисунок 2).

Так, для всех ТЦ с высоким значением посещаемости характерно расположение в периферийной зоне Ростова-на-Дону вблизи крупных транспортных магистралей, обеспечивающих легкий доступ как для постоянных посетителей из населенных пунктов Ростовской агломерации и близлежащих городов области, так и случайных посетителей, транзитом проезжающих по автотранспортной магистрали федерального значения М-4 Дон и объездным дорогам вокруг г. Ростова-на-Дону.

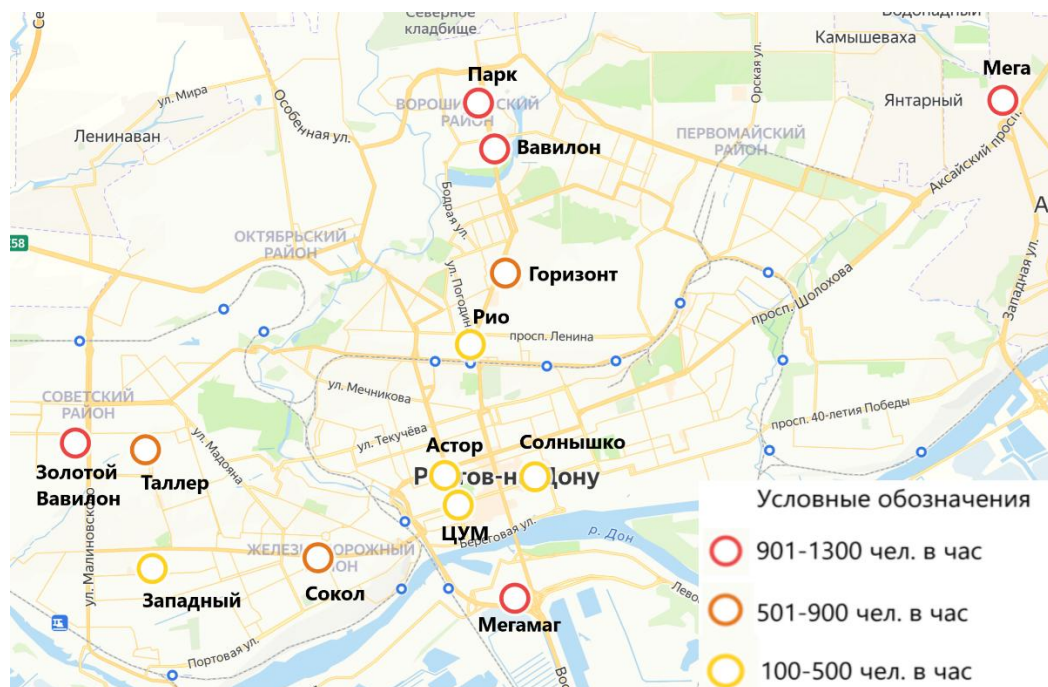


Рисунок 2 – Значения посещаемости ТЦ г. Ростова-на-Дону

Ко второй категории торговых центров были причислены ТЦ со средней посещаемостью от 501 до 900 человек в час («Таллер», «Сокол», «Горизонт»). Данные торговые центры расположены в советской средне-этажной и многоэтажной микрорайонной застройке с достаточно большой плотностью населения и высокой транспортной доступностью, что позволяет обеспечивать полученные значения посещаемости (рисунок 2).

Торговые центры «Западный», «Астор», «ЦУМ», «Солнышко» и «Рио» были отнесены к третьей категории с низкой посещаемостью, значения которой составили от 100 до 500 человек в час. Данные торговые центры по географическому положению можно разделить на два типа.

Первый тип составляют торговые центры, расположенные в советской микрорайонной застройке, но находящиеся вблизи иных крупных ТЦ, которые перетягивают на себя часть посетителей, ввиду чего трафик в менее разнообразных по предложению товаров и услуг ТЦ становится меньше. Ко второму типу с низкими значениями посещаемости относятся ТЦ, которые расположены в центральной, исторической части города с высокой плотностью смешанной застройки, где развита уличная экономика, ввиду чего ТЦ в центральной части пользуются меньшим спросом и вынуждены иметь более узкую специализацию, нежели ТЦ первой и второй категории (рисунок 2).

Помимо средних значений посещаемости торговых центров в течение дня, большое значение имеет анализ их посещаемости в разные временные периоды. Так, на основе проанализированных данных в рамках временных интервалов были выделены четыре типа ТЦ относительно пикового значения их посещений. Тот временной период, на который приходилось более 40 % посетителей, был отнесен к пиковому значению. Торговые центры без ярко выраженного дисбаланса в посещаемости (менее 40 % во всех трех замерах) были отнесены к ТЦ с равномерным значением посещаемости.

Торговые центры с пиковым значением с 10 до 11 часов были отнесены к ТЦ с утренним максимумом – ТЦ «Астор» (42 % посетителей). Данная особенность торгового центра заключается в расположении в нем крупного и наиболее популярного тренажерного и фитнес-зала, которые и обеспечивают высокий трафик в утренние часы работы.

К ТЦ с дневным максимумом (с 14 до 15 часов) были отнесены «Золотой Вавилон», «Сокол» и «ЦУМ», расположенные в советской микрорайонной застройке и в исторической смешанной (ТЦ «ЦУМ»). Их пиковые значения составили от 45 до 47 %.

В качестве торговых центров с вечерним максимумом посещаемости (40–44 %) были рассмотрены ТЦ «Таллер», «Западный», «Рио», «Горизонт», «Парк». Все данные торговые центры расположены в районах советской микрорайонной застройки с наибольшей плотностью населения и отсутствием в данных зонах основных мест приложения труда, ввиду чего после окончания рабочего дня (18–19 часов) местные жители совершают покупки в данных ТЦ из-за отсутствия развитой уличной экономики.

К последней категории торговых центров с равномерным распределением посетителей в течение дня были отнесены следующие ТЦ: «Мегамаг», «Солнышко», «Вавилон», «Мега». В данных ТЦ значения посещаемости в трех временных интервалах варьировались от 27 до 38 %. ТЦ «Мегамаг» и «Мега» имеют периферийное положение на крупных

автомагистралях, за счет которых в течение всего дня обеспечивается примерно равномерная посещаемость.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стерник, С. Г. Влияние ухода иностранных участников рынка на развитие сегмента недвижимости крупных торговых центров / С. Г. Стерник // Рос. экон. интернет-журнал. – 2022. – № 3 – С. 1–11.

2. Иванова, Н. В. Концептуальные основы развития розничной торговли в современных условиях // Вестн. Самар. гос. экон. ун-та. – 2020. – № 8. – С. 28–33.

УДК 656

ЛЮ ЮЙВЭЙ

Беларусь, Минск, БНТУ

E-mail: 1277794415@qq.com

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ С ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ В Г. ПЕКИНЕ

В статье обсуждаются существующие проблемы и решения относительно выделенных полос общественного транспорта в Пекине. С целью решения проблем негибкого расположения выделенных полос общественного транспорта, неполноты сети линий и неспособности отразить приоритет общественного транспорта выдвинуты предварительные предположения по оптимизации и план улучшения.

Площадь Пекина – 16 410 км². В 2021 г. постоянное население составит 21 896 млн человек [1]. К концу 2022 г. количество автомобилей в городе составит 7 128 млн, что на 278 тыс. больше, чем на конец прошлого года. Гражданских автомобилей было выпущено 6 256 млн, т. е. на 113 тыс. больше. К концу 2022 г. будет действовать 1291 троллейбусно-автобусный маршрут, что на 74 больше, чем на конец предыдущего года; протяженность действующих маршрутов составит 30 173,9 км, увеличение на 1594,2 км; количество действующих транспортных средств составит 23 465, увеличившись на 386. Общий пассажиропоток за год составил 1,73 млрд, снизившись на 24,9 % [2–4].

Общественный транспорт, как своего рода «зеленый транспорт», привлекает внимание многих городов мира. В крупных и средних городах Китая уделяется приоритетное внимание развитию общественного транспорта. В ограниченном пространстве городских дорог приоритет

общественного транспорта больше отражается в «приоритете преимущественного права». Полосы, предназначенные только для автобусов, являются одной из важных мер по обеспечению приоритета наземных автобусов на дороге, и их в основном можно разделить на обычные полосы, предназначенные только для автобусов, и системы BRT. Система BRT имеет высокую целостность и строгие требования к вспомогательным объектам, поэтому ее можно рассматривать и создавать с точки зрения городского планирования и строительства. Стоимость строительства обычных автобусных полос относительно невелика, и она больше подходит для трансформации на базе существующей системы общественного транспорта.

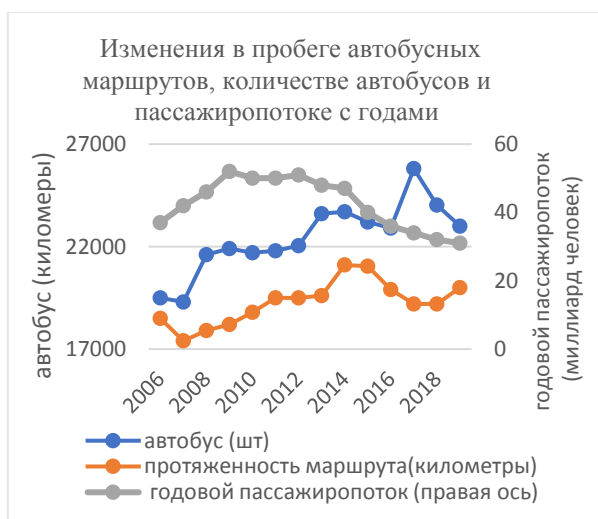


Рисунок 1 – Развитие общественного транспорта

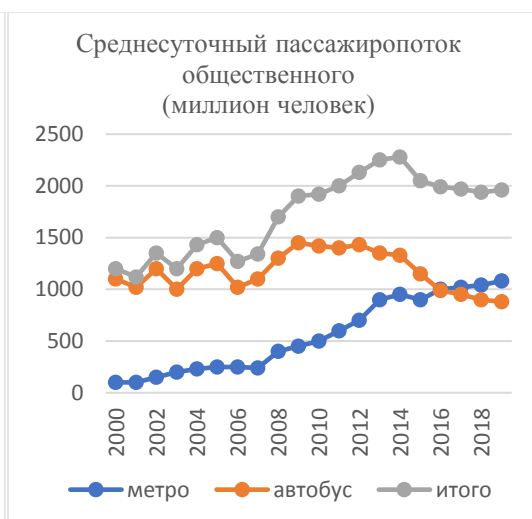


Рисунок 2 – Изменение среднесуточного пассажирополюте

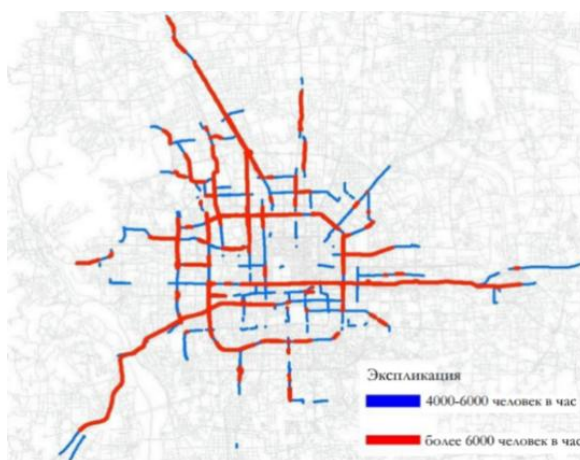


Рисунок 3 – Распределение пассажирополюте автобусов в утренний час пик

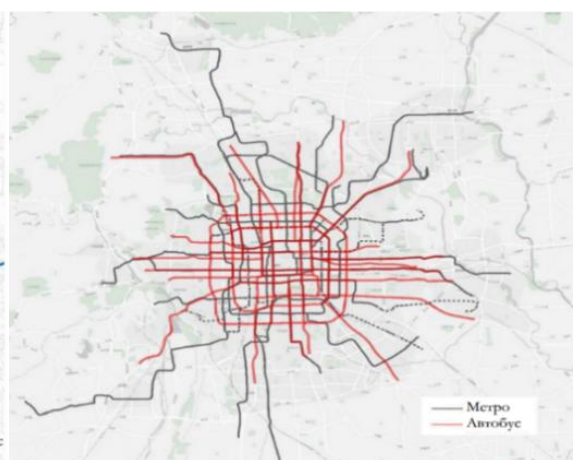


Рисунок 4 – Маршруты автобусов и метро

Из-за корректировки функциональной планировки города, развития городского строительства и изменения распределения населения, а также операционной сети, образованной метрополитеном, постепенно накладывающиеся друг на друга автобусные линии обнаруживают такие проблемы, как медленная скорость движения, недостаточная пунктуальность, низкая эффективность работы и неудобные пересадки. Требуется систематическая сортировка, анализ и исследования, научное планирование с целью повышения привлекательности и эффективности работы наземного общественного транспорта [5].

Но снижение эффективности использования выделенных полос значительно ослабило роль автобусов в пассажирских перевозках на короткие расстояния и перераспределении пассажиропотоков. Все полосы традиционной автобусной системы Пекина, предназначенные только для автобусов, имеют придорожную форму. Полоса, предназначенная только для автобусов, на обочине дороги удобна для установки автобусной остановки в стиле гавани, а пассажиры могут ждать прямо на платформе, что удобно для пересадки и подходит для различных дорожных условий. Путем наблюдения можно обнаружить, что существующие проблемы автобусных полос относительно однородны:

1. Настройка полос только для автобусов не является гибкой.
2. Полосы для автобусов на перекрестках не заполнены.
3. Эксплуатация автобусных полос не имеет приоритета.
4. Плохая манера вождения.

Как обеспечить «исключительное право» и «приоритет» существующих автобусных полос и как повысить эффективность работы – это вопросы, которые необходимо решить. Стратегия контроля и улучшения работы автобусных полос:

1. Улучшить настройку системы приоритета автобусов на перекрестках.

Явление очередей очевидно на многих перекрестках в утренние и вечерние часы пик, а на перекрестках, где много маршрутов общественного транспорта с левым поворотом, транспортные средства колеблются и карабкаются, что часто приводит к серьезным заторам. Отсутствие выделенной полосы проезда для общественного транспорта на перекрестках является одной из основных причин вышеуказанного явления.

Существует три режима обработки существующих полос, предназначенных только для автобусов, на перекрестках (только если выделенные полосы расположены на внешней стороне дороги):

- 1) на въездных полосах выделенные полосы не устанавливаются; полосы, предназначенные только для автобусов, устанавливаются на второй полосе въезда справа;

2) полоса для автобусов расположена на крайней правой полосе въезда;

3) кроме того, можно оборудовать смешанную полосу въезда для прямолинейного общественного транспорта и автомобилей, поворачивающих направо.

Вышеупомянутая обработка не может решить проблему полосы отвода для автобусов, поворачивающих налево, и проблема поворота на переплетении очевидна при большом транспортном потоке.

Если позволяют дорожные условия, характер полосы можно изменить, а на перекрестке добавить дополнительную смешанную полосу въезда для автобусов: полосу для автобусов устанавливают на крайней правой полосе въезда, и эта полоса является прямой полосой для въезда. Полоса поворота организована как смешанная полоса въезда для правоповоротных общественных транспортных средств и правоповоротных социальных транспортных средств с целью уменьшения переплетения общественного транспорта и социальных правоповоротных транспортных средств на участке дороги; контрольная лампа правого указателя поворота используется для того, чтобы транспортные средства, поворачивающие направо, не мешали общественному движению прямо налево. В то же время можно также использовать систему индукции автобуса в сочетании с детектором сигнала специальной полосы участка дороги, посредством идентификации автобусных транспортных средств могут быть реализованы такие меры, как приоритетный проезд автобуса и поворот на перекрестках, чтобы свести к минимуму время ожидания автобусов на перекрестках.

2. Гибко регулировать взаимосвязь между полосами для автобусов и дорогами на участках дороги. В сложившейся системе городской дорожной сети невозможно устранить противоречие между придорожной исключительной полосой движения и потребностью движения вдоль дороги. Необходимо минимизировать пробку вдоль дороги путем слияния проезжей части и установления определенной длины смешанной полосы движения до и после открытия дороги, влияние полос для автобусов.

3. Усилить надзор и обучение водителей.

Выводы. Основным способом развития городского общественного транспорта в Пекине является в основном железнодорожный транспорт, а также создание линий скоростного автобусного транспорта BRT и увеличение количества приоритетных участков для обычных автобусов (выделенных автобусных полос) и т. д., чтобы реализовать пересадочные сообщения между длинными, средними и короткими дистанциями на городской. Обычные полосы, предназначенные только для автобусов, играют основную роль в отвлечении внимания и эвакуации и являются основной

сеть городского общественного транспорта. Для решения проблем на существующих полосах только для автобусов в статье предлагается преобразование и контроль системы дорожного движения, организация работы, настройки станций и другой соответствующий контент, чтобы и дальше использовать преимущества автобусных полос и способствовать непрерывному развитию городского общественного транспорта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 北京市2021年国民经济和社会发展统计公报 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.beijing.gov.cn/gongkai/shuju/tjgb/202203/t20220301_2618806.html.
2. 北京2022年国民经济和社会发展统计公报 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202303/t20230321_2941262.html.
3. 2022年交通运输行业发展统计公报 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202306/content_6887539.htm.
4. 交通运输 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.beijing.gov.cn/renwen/bjgk/csjs/jtys/202303/t20230322_2942322.html.
5. 北京发布地面公交线路总体规划草案 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://jtw.beijing.gov.cn/xxgk/xwfbh/202004/t20200410_1799293.html.
6. 陆玉雄,刘先锋.中小城市公交专用道分析[J].交通与运输. – 2021. – DOI:10.3969/j.issn.1671-3400.2021.05.021
7. 周斌.关于公交专用道的设计与分析[J].城市建设理论研究:电子版. – 2012. – 000(034). – P. 1–3.
8. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем [Электронный ресурс] : учебник / Д. Капский [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 413 с. – Режим доступа: <https://www.litres.ru/book/d-v-kapskiy/osnovy-avtomatizacii-intellektualnyh-transportnyh-sistem-67864365/>.
9. Капский, Д. В. Обобщенные подходы к решению задач формирования сети городского пассажирского транспорта / Д. В. Капский // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2021. – № 4 (73). – С. 15–25.
10. Семченков, С. В. Управление режимом работы маршрутного пассажирского транспорта секторальным методом / С. В. Семченков, Д. В. Капский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Промышленность. Приклад. науки. – 2022. – № 10. – С. 59–63.

УДК 504.06

А. А. МЕЛЕШКО, В. Д. ЧЕРНЮК, М. Л. СИНИЦКАЯ
Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси
E-mail: nestasssia@gmail.com; chernyuk.vladimir.m@mail.ru;
marina.si.mary@gmail.com

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ПРИГОРОДНЫХ
ВОДОЕМОВ Г. МИНСКА ОТХОДАМИ ПЛАСТИКА
(НА ПРИМЕРЕ ВОДОХРАНИЛИЩА ПЕТРОВИЧСКОЕ,
Р. ВОЛМА)**

Пластик является одним из наиболее распространенных материалов в мире, и его производство и потребление продолжают стремительно расти [1]. Он широко используется в повседневной жизни – от упаковок и пластиковых бутылок до одноразовых приборов. Поступая в окружающую среду, отходы пластика могут оставаться в ней на протяжении десятилетий, нанося вред экосистемам.

К настоящему времени выполненные исследования в различных регионах мира свидетельствуют практически о повсеместном загрязнении прибрежных зон рек и водоемов отходами пластика [2–4].

Для изучения загрязнения прибрежных зон отходами пластика или макропластиком применяются различные методы, включающие визуальное обследование со сбором и количественной оценкой отходов, а также отбор проб почв, воды и донных отложений [5; 6].

Нами апробирован маршрутный метод исследования для оценки загрязнения макропластиком прибрежной зоны водохранилища Петровичское, расположенного в 20 км от г. Минска на р. Волме. Водоохранилище было создано в 1978 г. в целях обводнения прилегающих сельскохозяйственных угодий, рыбоводства и рекреации. Используется для любительской рыбалки и отдыха населения не только прилегающих деревень, но и жителей столицы.

Полевые работы проводились в июле в южной части водохранилища со стороны д. Заречье. По результатам предварительного осмотра в качестве исследуемых территорий выбраны четыре площадки с различной степенью антропогенной нагрузки: 1 – оборудованный пляж, 2 – место спуска лодок, 3 – рыболовное место, 4 – участок без определенного использования (рисунок 1). Общий вид площадок приведен на рисунке 2.

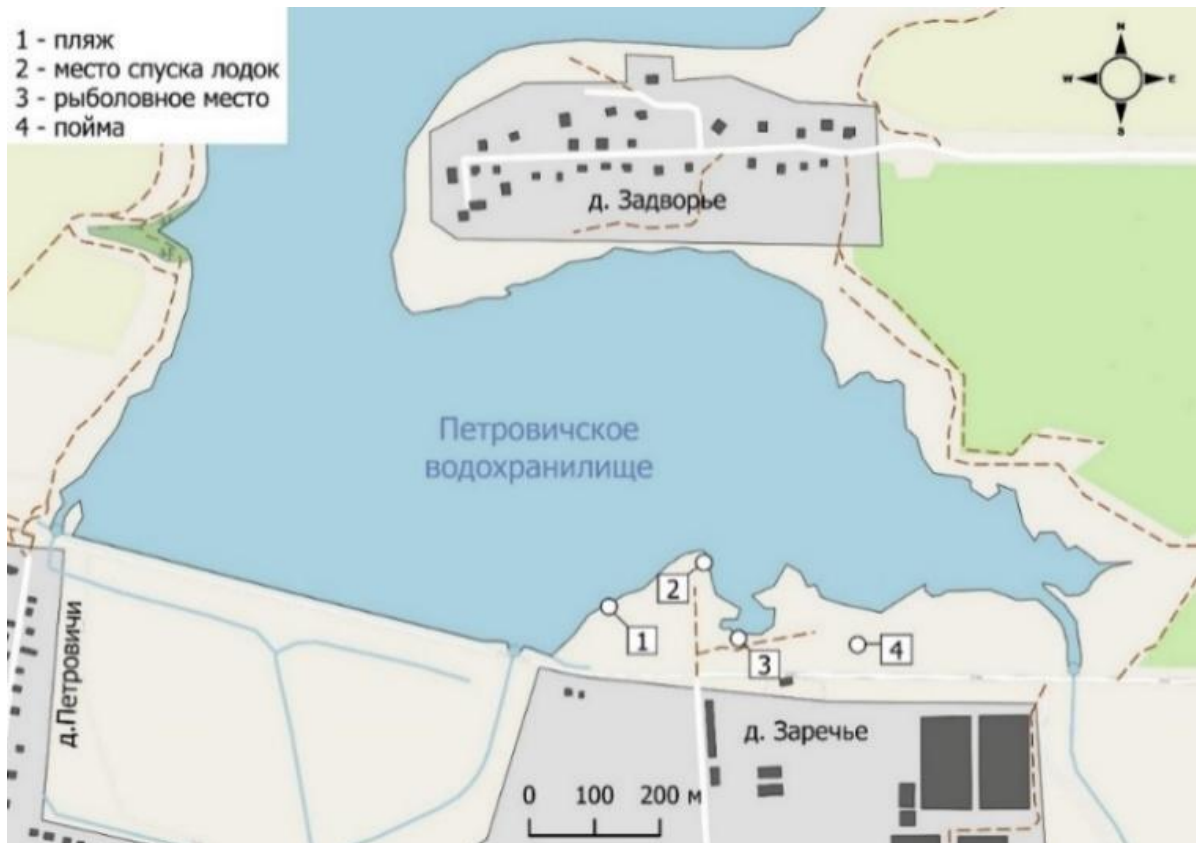


Рисунок 1 – Карта-схема расположения исследуемых площадок на водохранилище Петровицкое

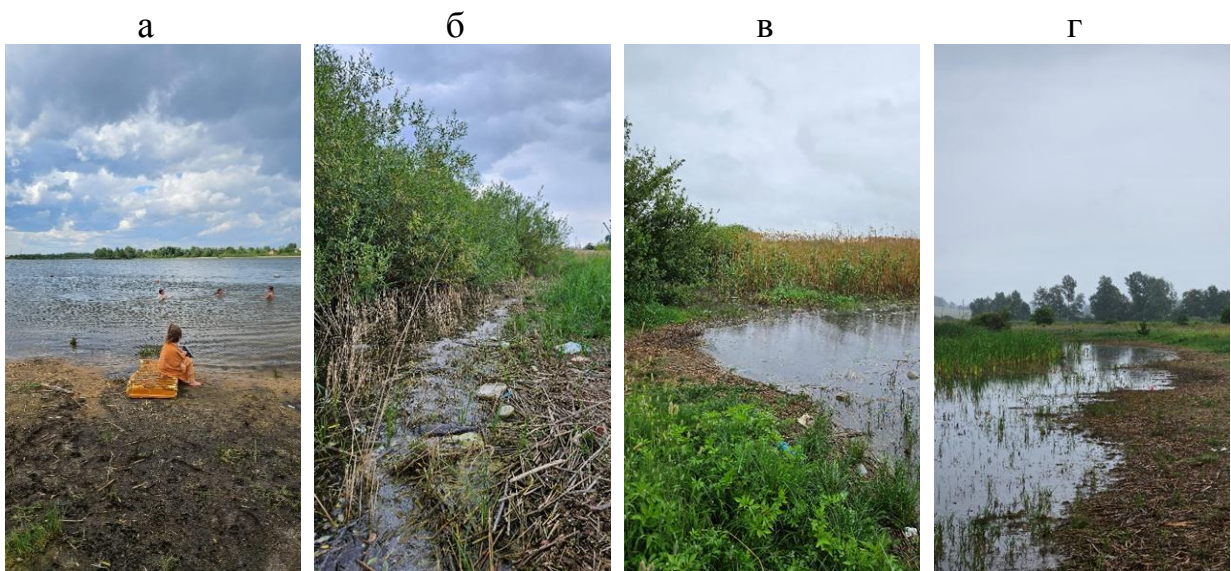


Рисунок 2 – Общий вид исследуемых площадок: а) фрагмент пляжа (площадка 1); б) место спуска лодок (площадка 2); в) рыболовное место (площадка 3); г) участок без определенного использования (площадка 4)

Пляж представляет собой участок травяной растительности, оборудованный кабинками, «грибками», мусорными баками и контейнерами. Контейнеры переполнены мусором. К месту спуска лодок имеется подъезд к воде, вдоль которого на забетонированном участке расположены мусорные баки. Прибрежная часть закустарена и заросла тростником. Рыболовное место расположено в 20–30 м от дороги. Территория возле участка выкошена. Растительность луговая, местами выжжена солнцем. Подход к воде легкодоступен. Участок без определенного использования расположен в 40–50 м от дороги. Развита болотная и луговая растительность. Участок труднодоступен, периодически затапливается.

В соответствии с рекомендациями [5; 6] границы маршрута определялись с учетом местности и степени загрязнения участка. Длина маршрутов для трех участков составила 20 м, для одного (пляжа) – 50 м. Ширина зоны обследования варьировала от 3 до 5 м. Процедура включала сбор пластмассового мусора с поверхности изучаемого участка с дальнейшей идентификацией каждого изделия или его фрагмента, определением размеров, веса и цвета отобранного материала. По результатам исследования для каждого участка составлен полный перечень выявленных отходов и выполнена их классификация с учетом назначения изделий, бывших в употреблении, и типа полимера.

Общее количество собранных фрагментов и (или) целых пластмассовых изделий составило 541 единицу, из которых наибольшее количество обнаружено на площадке 2 (280 единиц), наименьшее – на площадке 3 (56 единиц). На площадке 1 количество фрагментов пластмассовых отходов составило 138 единиц, на площадке 4 – 65 единиц.

Основная часть пластмассовых отходов представлена изделиями (или их фрагментами), используемыми в качестве упаковок (пакеты для переноса и хранения продуктов, заводские упаковки продуктов питания, различные емкости из-под напитков, контейнеры). На пляже на долю таких отходов приходится 77 % от всех отходов (рисунок 3).

Вторая по количеству категория отходов (12 % общего количества) представлена материалами строительного назначения, среди которых особого внимания заслуживают фрагменты пенополистирольных плит и отдельные вспененные гранулы. Это объясняется близким расположением предприятия по производству теплоизоляционных материалов из полистирола и, вероятно, их доступностью для местного населения. Так, фрагменты пенопласта на пляже используются для купания вместо надувных матрацев. Такие отходы обнаруживаются на всех обследованных площадках.

Установлено, что в прибрежной зоне водохранилища встречаются отходы, представленные различными полимерами, в том числе

полиэтиленом (различные виды упаковок), полипропиленом (крышки бутылок, контейнеры), полистиролом (пенопласт), полиэтилентерефталатом (бутылки), поливинилхлоридом (фрагменты линолеума) и др.

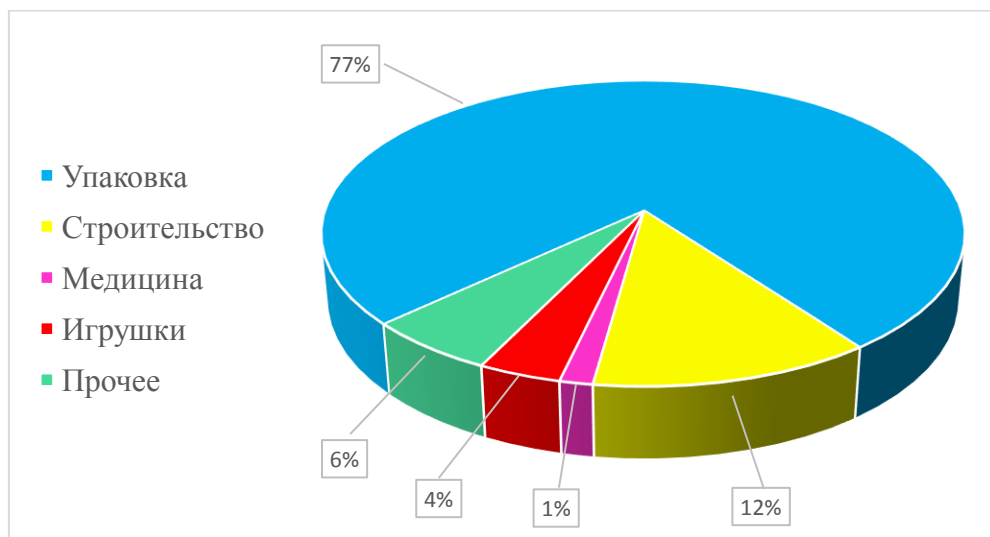


Рисунок 3 – Распределение пластмассовых отходов, собранных на пляже (площадка 1), по характеру применения

Анализ размеров отходов показал, что на пляже встречаются в основном фрагменты изделий размером 1–5 см. Это связано с тем, что более крупные пластмассовые отходы собираются с территории пляжа специализированными службами. На участках спуска лодок и рыбалки встречаются в основном целые предметы: пакеты, бутылки, контейнеры, упаковки пищевые и от рыболовных снастей. Основная часть отходов расположена у кромки воды или же в зарослях тростника. На заболоченном участке (площадка 4) крупные фрагменты пластика, такие как целые бутылки, пакеты, упаковки, отсутствуют. Основная их часть представлена фрагментами отходов, которые переносятся потоком воды или ветра.

Полученные результаты будут использоваться для разработки рекомендаций, направленных на повышение эффективности мер по сбору отходов и их хранению и улучшению экологической ситуации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Plastic production worldwide 2021 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950>. – Date of access: 29.08.2023.

2. Riverbank macrolitter in the Dutch Rhine – Meuse delta [Electronic resource] / T. van Emmerik [et al.] // Environmental Research Letters. – 2020. –

Vol. 15, № 10. – Art. 104087. – Mode of access: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb2c6>.

3. Plastic pollution in Swiss surface waters: nature and concentrations, interaction with pollutants [Electronic resource] / F. Faure [et al.] // Environmental Chemistry. – 2015. – Vol. 12, № 5. – P. 582–591. – Mode of access: <https://doi.org/10.1071/EN14218>.

4. Plastic Pirates sample litter at rivers in Germany – Riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren [Electronic resource] / K. Knickmeier [et al.] // Environmental Pollution. – 2019. – P. 545–557. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.11.025>.

5. Monitoring Plastics in Rivers and Lakes: Guidelines for the Harmonization of Methodologies / United Nations Environment Programme. – Nairobi, 2020. – 21 p.

6. OSPAR Guidelines for Monitoring Marine Litter on Beaches / OSPAR Commission. – 2010.

УДК 911.375(476)

А. А. СИДОРОВИЧ, И. Л. ФЁДОРОВА, Е. А. МАЦУКА

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

E-mail: brestsid@gmail.com

СИСТЕМА ГОРОДСКОГО РАССЕЛЕНИЯ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – XXI В.

По состоянию на начало 2023 г. в пределах Брестской области насчитывалось 2152 сельских населенных пункта и 29 городских, из которых 21 – город и 8 – поселки городского типа. Три города Брестской области относятся к городам областного подчинения – Барановичи, Брест и Пинск. Остальные 26 городов области представлены городами районного подчинения. Среди поселков городского типа преобладающее положение занимают городские поселки (7). К категории рабочих поселков относится лишь населенный пункт Речица Столинского района.

По уровню урбанизации, т. е. удельному весу жителей городских поселений в общей численности населения, Брестская область уступает другим областям. В городских поселениях региона проживает 71,4 % всего населения. В других областях страны данный показатель варьирует от 76,5 % в Гродненской области до 80,9 % в Минской (с учетом г. Минска).

Во второй половине 1940-х – 1950-х гг. развитие системы городского расселения Брестской области происходило не только в условиях восстановления экономики, жилищного фонда и транспортной инфраструктуры, но и в контексте оптимизации государственного и партийного аппарата, в том числе для сокращения издержек государственного бюджета. Административно-территориальные преобразования в виде разукрупнения и объединения районов происходили вплоть до середины 1960-х гг. [1].

Утрата функций районного центра фактически означала существенное сокращение объемов финансирования капитального строительства как в производственной, так и в социальной сфере. Такие населенные пункты лишались мощного импульса для развития. Сельские поселения не смогли впоследствии дорасти до городских. В то же время городские поселения – бывшие райцентры стали терять свой демографический потенциал за счет миграционного оттока в более перспективные в социально-экономическом плане поселения. Всего в современных границах Брестской области функции административных центров районов выполняли 16 населенных пунктов, утративших соответствующий статус, и еще 16 продолжают выполнять данную функцию и в настоящее время. При этом еще до момента прекращения выполнения административных функций Телеханы (в 1956 г.) и Логишин (в 1959 г.) были переведены в разряд поселков городского типа, а Высокое, Давид-Городок и Коссово, располагавшиеся на территории Польши, при включении в состав Белорусской ССР в 1939 г. с учетом их численности населения и экономического потенциала изначально получили статус городов. В настоящее время Коссово наряду с Дисной Миорского района Витебской области по численности населения являются самыми маленькими городами Беларуси и формально не соответствуют данному статусу.

В 1954 г. были упразднены Барановичская и Пинская области, в результате чего значительного импульса развития лишились такие города современной Брестской области, как Барановичи и Пинск. В целом населенные пункты, утратившие функции административных центров районов, в последующие годы характеризовались более интенсивной потерей демографического потенциала.

В некоторых случаях потеря статуса районного центра обусловлена не упразднением административно-территориальных районов, а переносом центра в другие населенные пункты, в меньшей степени пострадавшие в военное время и обладавшие, как правило, большим социально-экономическим потенциалом. Так, в сентябре 1947 г. центр Коссовского района был перенесен из г. Коссово в рабочий поселок Ивацевичи с одновременной сменой названия района на Ивацевичский.

Несмотря на потерю дополнительного фактора развития, рабочий поселок Микашевичи, который на протяжении 1950–1960 гг. являлся центром Ленинского района, в 2005 г. за счет собственного индустриального потенциала был переведен в разряд городов. В противоположность этому на начало 2023 г. из бывших районных центров не соответствовали критериям численности населения для городских поселков (не менее 2 тыс. человек) Антополь, Домачево, Логишин, Шерешево, а для городов – Высокое, Давид-Городок и Коссово [1].

К концу 1950-х гг. по мере преодоления последствий военных действий и оккупационного режима начинает усиливаться проявление политики индустриализации как основы хозяйственного развития Беларуси. Строительство крупных предприятий стало основой для возникновения новых городских и рабочих поселков, часть из которых затем трансформируются в города. В Брестской области таким поселением стал Белоозерск, возникший в 1958 г. благодаря строительству Березовской ГРЭС. В январе 1960 г. поселение получило статус рабочего поселка Березовский, а в сентябре 1970 г. было преобразовано в город с переименованием в Белоозерск [2].

Индустриализация как фактор формирования сети городских поселений не ограничивалась лишь созданием «новых» городов. Создание новых промышленных предприятий происходило и в существующих городах и поселках городского типа. При этом чем крупнее являлось городское поселение и чем выше был его административный статус, тем на большие объемы инвестирования он мог рассчитывать. Особенно бурное развитие имело место в отношении областных центров и ряда других городов областного подчинения, в которых шло интенсивное формирование новых микрорайонов.

Центры Жабинковского и Малоритского районов размещались в сельских населенных пунктах – селениях Жабинка и Малорита соответственно. И если Малорита приобрела статус городского поселка еще в октябре 1940 г., то Жабинка получила такой статус уже в послевоенное время – в апреле 1952 г. Затем в декабре 1970 г. оба районных центра были преобразованы в города.

Первая половина 1960-х гг. ознаменовалась завершающим этапом формирования современного административно-территориального устройства Беларуси в целом и Брестской области в частности. В 1963 г. к городам областного подчинения Барановичам, Бресту и Пинску как административно-территориальным единицам второго порядка, т. е. со статусом, аналогичным районам, добавились Кобрин и Лунинец. Вместе с тем их преобразование в города областного подчинения не было обусловлено объективными предпосылками. По численности населения

они определенно не соответствовали установленному на тот момент критерию в 40 тыс. человек. Так, даже по данным переписи населения 1970 г., в Кобрине проживало 24,9 тыс., Лунинец – 14,3 тыс. жителей. Впоследствии в августе 1997 г. г. Лунинец и Лунинецкий район были объединены в одну административную единицу – Лунинецкий район с административным центром г. Лунинец. В январе 2002 г. аналогичные преобразования коснулись и г. Кобрин. Таким образом, Кобрин и Лунинец утратили статус городов областного подчинения.

В 1961 г. в 6 км на юго-запад от Столина в д. Речица был введен в строй агрокомбинат и начато возведение комбината строительных материалов (открыт в 1970 г.) [2]. Численность населения поселка в 1961 г. составляла 2,4 тыс. человек. К концу 1980-х гг. людность р. п. Речицы возросла почти в три раза и достигла 7 тыс. человек с последующим снижением до 5,8 тыс., сровнявшись по численности населения с г. Давид-Городок.

В целом в 1960–1970-е гг. интенсивно происходил процесс перевода городских поселков в города: Ивацевичи (1966), Дрогичин (1967), Жабинка (1970), Малорита (1970), Иваново (1971), Ганцевичи (1973). В 1983 г. статус города получил городской поселок Каменец.

Для суверенного этапа формирования сети городских поселений характерна относительная стабильность административного статуса узлов системы расселения. В 1995 г. с целью совершенствования системы государственного управления и сокращения расходов на содержание аппарата государственного управления в Беларуси было принято решение об «объединении административных единиц, имеющих общий административный центр» [3]. Во всех районных центрах, не являвшихся городами областного подчинения, упразднялись местные органы управления и самоуправления. В общей сложности в пределах Брестской области было упразднено 11 городских исполнительных комитетов и столько же городских Советов депутатов. Параллельно с этим в рамках продолжения реформы местного управления и самоуправления был запущен процесс объединения административно-территориальных районов и городов областного подчинения с общим административным центром. Всего за период 1996–2013 гг. в Беларуси было упразднено 27 городов областного подчинения, в том числе в Брестской области ранее отмеченные Кобрин и Лунинец.

Таким образом, каркас современной городской системы расселения Брестской области фактически сложился уже в послевоенный период (после Великой Отечественной войны). В эти годы происходили, как правило, преобразования сельских населенных пунктов в городские и урбанизационное развитие поселений от рабочих и городских поселков

к городам. Как правило, городские населенные пункты выполняют одновременно несколько административных функций разного территориального уровня. Наиболее сложный набор административных функций имеют города с высоким административным статусом и важным социально-экономическим, образовательным и культурным значением.

Исследование выполнено при финансовой поддержке БРФФИ (грант № Г23ИП-035).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидорович, А. А. Формирование современной сети городских поселений Беларуси / А. А. Сидорович // Вес. БДПУ. Сер. 3, Фізика. Матэматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2021. – № 3 (109). – С. 22–31.

2. Сборник законов Белорусской ССР и указов Президиума Верховного Совета Белорусской ССР. Т. 1. 1938–1973 гг. / сост. Е. Я. Бурдзевецкий [и др.]. – Минск : Президиум Верхов. Совета БССР, 1974. – 670 с.

3. Информационный ресурс органов архивного дела и делопроизводства и системы государственных архивных учреждений Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://archives.gov.by>. – Дата доступа: 27.05.2023.

4. Об объединении административных единиц Республики Беларусь, имеющих общий административный центр [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 20 окт. 1995 г., № 434 // ЭТАЛОН-ONLINE. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

УДК 332.145

Д. А. ЧИРКОВ

Россия, Санкт-Петербург, Университет ИТМО

E-mail: the.dimdim1900@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ УЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕГИОНА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТРАТЕГИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА

Города являются самыми концентрированными областями деятельности человека. Они служат основными пространственными формами современного социально-экономического развития. Исследование подчеркивает важность определения приоритетов пространственного

и социально-экономического развития городов России. Исследование также обосновывает необходимость города в определении собственного вектора развития.

Актуальна проблема интенсивного, опережающего естественное развитие города, роста городов-миллионников и оттока населения с периферийных территорий. Это угрожает социально-политической стабильности страны. Для создания системы эффективного управления городом требуются новые методы и концепции стратегического планирования, в том числе включающие оптимизацию существующих методов. Отсутствие целостного инструментария планирования затрудняет объективную оценку прогноза городской среды, а также не позволяет анализировать и выявлять возможные угрозы.

Исследование имеет теоретическую и практическую значимость для городских и региональных администраций, их отделов, отвечающих за социально-экономическое и пространственное развитие. Исследование определит методику анализа для ограничения и уменьшения эффектов социальных, экономических и экологических проблем в городе.

Для того чтобы выделить из документов социально-экономического планирования существующие методы и подходы к пространственному развитию городов, необходимо углубиться в проблематику данного вопроса. И. В. Манаева в своей монографии [1] систематизирует подходы в исследовании развития городов, выделяя три теоретико-методологические системы в пространственном развитии городов: агломерационную экономику, географический подход в городской экономике, экономику урбанизации. Также автор указывает на отсутствие методов оценки эффективности функционирования городов и их размещения. В выводе автор отмечает существующую незавершенность процесса формирования теоретико-методологической системы, описывающей закономерности развития городов в иерархии пространственных экономических образований России.

Взаимосвязь стратегий пространственного развития городов со стратегическими документами более крупных территориальных единиц, таких как регион, макрорегион и федерация, позволяет оценить эффективность стратегий в ряде отдельных задач, т. е. объективизировать последствия реализации.

В своей статье Б. С. Жихаревич [2] оценивает отражение документов пространственного планирования уровня федерации в стратегиях социально-экономического планирования в рамках муниципального уровня. Существующий документ федерального уровня – Стратегия пространственного развития Российской Федерации до 2025 г. [3] –

выделил сетку макрорегионов, представленных как перечень перспективной экономической специализации каждого региона. Автор делает вывод о том, что отражение указанного документа было найдено в документах стратегий регионов и региональных столиц. Этот вывод будет использован в обосновании количественного уменьшения выборки городов при выделении существующих методов. Также автор отмечает, что региональные столицы, в особенности миллионники, такие как Челябинск и Краснодар, понимают свою ведущую роль в развитии России, поэтому относятся к федеральным стратегиям более внимательно, отражая их в своих стратегиях. Меньшие же города реже напрямую упоминают о Стратегии, но ориентируются на задаваемый в ней выбор направлений развития.

В данной научной работе исследуются существующие подходы учета экономических параметров региона в основном документе долгосрочного развития города – стратегии социально-экономического развития. Выявляются и структурируются методы для решения задачи создания стратегий развития города. Предлагается новый метод учета экономических параметров региона в стратегиях развития, производится демонстрация его реализации.

Развитие городов носит комплексный характер, оно отражено во всех сферах его устройства: социальной, экономической, общественной, политической и др. Для пространственного развития городов ввиду комплексности этого развития необходимо одновременно учитывать множество параметров, зачастую динамически изменяющихся.

Произведен анализ стратегий социально-экономического развития различных городов, кластеризованных по нескольким индексам – индекс качества жизни вэб.рф, нахождение в одном макрорегионе – согласно стратегии пространственного развития России. Анализ показывает шаблонность структуры стратегий: комплексный анализ текущего социально-экономического состояния, конкретных преимуществ города, затем рассматриваются механизмы реализации стратегии социально-экономического развития, утверждаются механизмы мониторинга и контроля.

Исследование формирует методологию учета экономических параметров региона при выборе оптимальных стратегий развития города следующим образом:

- Выделение отличительных элементов пространственного и социально-экономического развития города.

Анализ существующих стратегий социально-экономического развития города включает в себя анализ существующих стратегий социально-

экономического развития городов. Взаимодействие с реестром документов осуществляется через портал государственной автоматизированной системы «Управление» (ГАСУ).

- Применение классификаторов городов и нахождение городов в иерархии классификации.
- Выбор города, соответствующего необходимым параметрам.
- Анализ социально-экономических показателей региона и выделение экономических параметров региона.
- Выделение лучших практик учета экономических параметров региона.
- Классификация и унификация подходов к учету экономических параметров региона.
- Формирование метода учета экономических параметров региона в стратегии развития города.

Метод предусматривает большой объем аналитики документов, выделение необходимой информации в документах федерального, регионального и городского масштабов. Совмещение методов позволяет получить синергетический эффект, результат которого позволит уточнить существующий подход к формированию стратегий социально-экономического и пространственного развития города.

Метод может быть использован для обоснования, выдвижения предложений об изменениях территориального, пространственного устройства при внесении изменений в существующие генеральные планы городов, при создании новых. Также может быть использован при создании социально-экономических стратегий развития муниципальных образований.

Пользователями являются администрации городов, градостроительные коммерческие организации, городские комитеты по градостроительству и архитектуре.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манаева, И. В. Пространственное развитие городов России: теория, анализ, моделирование [Электронный ресурс] : монография / И. В. Манаева, С. Н. Растворцева. – Белгород : ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2021. – 196 с. – Режим доступа: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/547246332.pdf>.

2. Жихаревич, Б. С. Влияние стратегии пространственного развития России на муниципальные стратегии [Электронный ресурс] / Б. С. Жихаревич // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития : науч. и обществ.-полит. журн. – 2021. – № 3 (66). – С. 8–19. – Режим доступа: <https://doi.org/10.52897/2411-4588-2021-3-8-19>.

3. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Рос. Федерации, 13 февр. 2019 г., № 207-р : в ред. от 30.09.2022 г. // КонсультантПлюс. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_318094/006fb940f95ef67a1a3fa7973b5a39f78dac5681/.

4. Индекс качества жизни вэб.рф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://citylifeindex.ru/methodology>. – Дата доступа: 25.06.2023.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 2

ГЕОГРАФИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Бровка Ю. А. Оценка атмосферного увлажнения и повторяемости его аномальных значений в мае – сентябре 1991–2020 гг. на территории Беларуси	3
Буяков И. В., Лысенко С. А. Изменение баланса атмосферного увлажнения Беларуси в условиях изменяющегося климата	7
Волкова Т. П., Репина К. В. Перспективы развития экономики Донбасса как трансграничного региона.....	11
Волчек А. А. Проблемы водных ресурсов Белорусского Полесья	14
Волчек А. А., Гречаник А. В. Изменения скоростного режима ветра Западно-Белорусской физико-географической провинции	18
Волчек А. А., Дашкевич Д. Н., Кухаревич М. Ф., Парфомук С. И., Сидак С. В., Шешко Н. Н., Шпендик Н. Н. Оценка влияния пойменных рыбхозов на сток рек Белорусского Полесья	22
Гайдукевич О. М., Курзо Б. В., Татков А. Ю. Перспективы освоения месторождений сапропеля Брестской области	26
Грядунова О. И., Солоха Д. Н. Современное состояние и использование минеральных ресурсов Брестской области	31
Губарёва Е. К. Факторы устойчивости ландшафтов долины пограничной р. Сунгачи (Приханкайская низменность)	34
Гусев А. П. Комплексирование космической ногозональной съемки и наземных геоэлектрических методов при оценке состояния геологической среды.....	39
Давидович Ю. С., Яцухно В. М. Оценка фрагментации наземных экосистем ландшафтов Беларуси по данным дистанционного зондирования Земли.....	42
Данилович И. С. Изменения климата и речного стока в Восточной Европе и их возможные причины	46
Дорожко Е. Ю. Исследование проблем использования донных отложений водохранилищ Республики Беларусь	49
Дымова Т. В. География распространения пожаров тростниковых крепей по территории Астраханской области	53
Загитова Г. Т. Эколого-геохимическая характеристика почвенного покрова Байкальского заповедника.....	57
Камышенко Г. А. Тепло- и влагообеспеченность вегетационного периода на территории Брестской области	60

Качанович П. В., Михальчук Н. В., Подлужная А. М. Влияние кислотности почв на радиальное распределение свинца в почвах импактной зоны аккумуляторного производства	64
Кислицын Д. А. Геоинформационный анализ распределения основных морфометрических показателей рельефа для Оршанской возвышенности	68
Князев И. С., Сазонов А. А. Выделение прибрежных полос по данным воздушного лазерного сканирования	71
Козыренко М. И., Кухарчик Т. И. Загрязнение почв и подземных вод при пропитке древесины, методы очистки территорий	74
Колбас А. П., Колбас Н. Ю. Геоэкологическая оценка некоторых территорий Брестской области, пригодных для проведения биоремедиационных мероприятий	79
Королькова Е. Э. Особенности распределения древесной растительности верхней границы леса Северо-Западного Прибайкалья	83
Костюченко И. В., Данилович И. С. Современные тенденции ветрового режима на территории Беларуси	86
Крайко В. М., Дударчик В. М., Ануфриева Е. В. Утилизация полимерсодержащих отходов пиролизом их смесевых композиций с торфом	89
Левашкевич В. Г., Глаз С. А., Шпак С. Е. Опыт геоэкологического мониторинга Прибугского подземного хранилища газа (Каменецкий район, Брестская область)	92
Левочкина Н. А. Трансграничное сотрудничество Омской области и Казахстана: проблемы и решения	96
Лопух П. С. Проблемы гидрологии Беларуси и сопредельных территорий	101
Лукашёв А. Ю., Макар К. А., Эйвазов Ю. Г., Матюшевская Е. В., Яротов А. Е., Сезоненко Ж. В. Создание зеленого маршрута (на примере Чашникского района Витебской области) как фактора развития устойчивого туризма.....	104
Магала А. Ю. Охрана окружающей среды и управление природными ресурсами	108
Мальчихина А. В., Круковская О. Ю., Какарека С. В. Сравнительный анализ организации систем автоматического контроля выбросов в энергетическом секторе	110
Мельник В. И., Бондаренко Ю. А. Оптимизация сроков сева озимых зерновых культур на территории Брестской области в условиях современного изменения климата	114
Мешик О. П., Борушко М. В. Взаимосвязь характеристик солнечной радиации	119

Михальчук Н. В., Басалай Е. Н., Безручко А. В. Типизация полигонов твердых коммунальных отходов Брестской области по эксплуатационным показателям.....	123
Наумова Г. В., Жмакова Н. А., Макарова Н. Л. Торфяные месторождения и их природоохранные функции.....	128
Никитюк О. О., Богдасаров М. А. Взаимосвязь геохимических аномалий с заболеваемостью взрослого населения Брестской области.....	132
Окоронко И. В. Биогенная нагрузка на водосборные ландшафты бассейна р. Лесной (Брестская область) от антропогенных источников.....	135
Пикас А. В. Трансформация устьевой части р. Ипути в пределах г. Гомеля как следствие природно-техногенных процессов.....	139
Подрубный Д. Г. Геоэкологические особенности развития рекреации и туризма в долинах малых рек (на примере Брянской области).....	142
Пракаповіч І. М., Макар К. А., Яротаў А. Я., Мацюшэўская К. В. Вадзяныя млыны Пастаўскага раёна Віцебскай вобласці як элемент фарміравання турыстычнай прывабнасці тэрыторыі.....	146
Пугачев И. Н. Приоритеты трансграничного развития азиатской части Российской Федерации.....	150
Ракович В. А., Ратникова О. Н., Сосновская Н. Е., Борш А. Т., Лисицына И. П. Рациональное использование выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Барановичского района Брестской области.....	155
Ратникова О. Н., Ракович В. А., Борш А. Т., Лисицына И. П. Развитие комплексного мониторинга торфяников в Республике Беларусь.....	158
Родыгин А. А. Особенности себестоимости добычи нефти.....	162
Рябычин К. О., Чернюк В. Д. Апробация методов выделения частиц микропластика из почв (на примере полистирола).....	167
Сальва А. М., Цуранов Н. А., Иванова М. С. Система магистрального водоснабжения в Центральной Якутии как современная природно-техническая система.....	171
Семенов Ю. М., Семенов М. Ю., Силаев А. В. Ландшафтно-гидрогеохимические исследования организации геосистем бассейна озера Байкал.....	175
Суховило Н. Ю. Гидрохимический режим озера Глубокое (Полоцкий район, Витебская область).....	179
Федорко В. Н. Трансграничные регионы в географическом пространстве Центральной Азии.....	183

Харитонов А. М. Проблемы лесопользования в трансграничных регионах (на примере Спасского лесничества Приморского края)	188
Шелест Т. А. Изменение климатических норм температур воздуха в Беларуси	192
Шелоник М. А. Применение торфа в практике промышленного производства грибов семейства агариковых	196
Шкуратова Н. В., Рокицкая А. Н. Оценка степени синантропизации сосняков мшистых Сошненского лесничества ГЛХУ «Пинский лесхоз»	201
Эйвазов Ю. Г., Лукашёв А. Ю., Макара К. А., Матюшевская Е. В., Яротав А. Е., Сезоненка Ж. В. Природный и этнокультурный потенциал Пружанского района Брестской области в создании зеленого маршрута как фактора развития устойчивого туризма	204
Яротаў А. Я., Жылка Ф. Б., Гагіна Н. У, Сезаненка Ж. В., Мацюшэўская К. В., Макара К. А. Млыны як элемент рэалізацыі прамысловага турызму ў рэканструкцыі гісторыка-культурнай прасторы	208

Секция 3

УРБАНОЛОГИЯ И СИТИ-МЕНЕДЖМЕНТ

Абрамова И. В. Зимняя орнитофауна г. Бреста	213
Артёменко С. В. Туристическое пространство в городе	218
Вардеванян П. Г., Протасова Ю. А. Озелененные общественные пространства как драйверы развития жилых территорий	220
Галкин П. А. Методика оценки и картографирования геоэкологических условий урбанизированных территорий (на примере г. Витебска)	224
Гальченко С. В., Чердакова А. С., Попова А. В. Декоративные растения как перспективные ремедиаторы городских почв	229
Гречаник А. В. Влияние больших городов на показания скорости ветра на метеостанциях	233
Жигалин А. Д., Архипова Е. В., Анисимова О. В. Эколого-геологические системы. Геофизическая урбоэкология	237
Зайко П. О., Лысенко С. А. Статистическое и численное моделирование городских «островов тепла» на территории Беларуси.....	241
Игнатчук А. А., Токарчук О. В. Оценка ментального образа состояния водного компонента г. Бреста.....	245
Клебанович Н. В., Ересько М. А. Загрязнение почв г. Минска тяжелыми металлами	249

Кокош Ю. Г., Кудревич М. А. Внутригодовая динамика содержания основных ионов в атмосферных осадках на территории г. Минска (по результатам 2022 г.).....	253
Кравчук Л. А., Яновский А. А., Баженова Н. М. Опыт использования данных дистанционного зондирования при исследованиях зеленой инфраструктуры в городах (на примере Минска, Витебска, Могилева).....	257
Кузьменко Д. Р. Посещаемость и пространственная структура размещения торговых центров г. Ростова-на-Дону.....	261
Лю Юйвэй. Анализ ситуации с общественным транспортом в г. Пекине.....	265
Мелешко А. А., Чернюк В. Д., Синицкая М. Л. Загрязнение прибрежной зоны пригородных водоемов г. Минска отходами пластика (на примере водохранилища Петровичское, р. Волма)	270
Сидорович А. А., Фёдорова И. Л., Мацука Е. А. Система городского расселения Брестской области во второй половине XX – XXI в.	274
Чирков Д. А. Исследование учета экономических параметров региона при формировании стратегии социально-экономического развития города	278

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О ЗЕМЛЕ:
ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ**

Сборник материалов конференции

В двух частях

Часть 2

Подписано в печать 18.10.2023. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс. Ризография. Усл. печ. л. 16,74. Уч.-изд. л. 17,22.

Тираж 99 экз. Заказ № 327.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«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.