

6. Лукашѐв О. В., Жуковская Н. В., Натаров В. М., Лукашѐва Н. Г., Савченко С. В. Ассоциации химических элементов в природных компонентах на территории Березинского биосферного заповедника // Природопользование. 2014. Вып. 25. С. 115–123.
7. Марцинкевич Г. И. Ландшафтоведение. Минск : БГУ, 2005.
8. Петухова Н. Н., В. А. Кузнецов. Геохимическое состояние почвенного покрова Беларуси // Природные ресурсы. 1999. № 4. С. 40–50.
9. Петухова Н. Н. Геохимия почв Белорусской ССР. Минск : Наука и техника, 1987.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озѐр. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. Т. 5. Ч. 1 / Под ред. В. В. Куприянова. Л. : Госгидрометеоиздат, 1971.
11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5. Ч. 1 / Под ред. В. В. Куприянова. Л. : Госгидрометеоиздат, 1966.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 5. Ч. 2 / Под ред. В. В. Куприянова. Л. : Госгидрометеоиздат, 1966.
13. Рысин И. И., Петухова Л. Н. Руслловые процессы на реках Удмуртии. Ижевск : Ассоц. «Науч. кн.», 2006.
14. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза: в 3 т. М. : Акад. наук СССР, 1960. Т. 1.
15. Ярцев В. И., Аношко Я. И. Минералогия. Изучение и определение обломочных минералов антропогенных пород Беларуси. Минск : Дизайн ПРО, 1998.
16. Гидрографическая сеть урбанизированных территорий как элемент формирования природного каркаса города [Электрон. ресурс]. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/209501> (дата обращения: 06.09.2021).
17. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. URL: <http://www.nsmos.by/content/423.html> (дата обращения: 22.07.2021).
18. Республика Беларусь. Ландшафтная карта. Масштаб 1 : 500 000. 2014 г. [Электрон. ресурс]. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/186222> (дата обращения: 06.09.2021).
19. Теоретическая агрохимия: конспект лекций [Электрон. ресурс]. Куб. гос. аграр. ун-т. Краснодар, 2015. URL: <https://kubsau.ru/upload/iblock/a8b/a8b8837408032690a0daa0497fb5a3b8.pdf> (дата обращения: 05.09.2021).

УДК: 552:550.424.6. (476+477)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОДОСБОРОВ ПРАВЫХ ПРИТОКОВ р. ПРИПЯТЬ: ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ¹

Д. Л. Творонович-Севрук, О. В. Лукашѐв

Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; 375297634959@ya.ru, lukashev@bsu.by

Для оценки потенциальных геохимических рисков и разработки подходов к дальнейшему изучению водосборов, бассейн р. Припять разделѐн на водосборы малых и средних рек, которые подвержены воздействию природных и техногенных факторов. Помимо анализа геохимических особенностей руслового, старичного и пойменного аллювия, проводилось комплексное системное сопоставление геологического строения отдельных водосборов со всем бассейном в целом от кристаллического фундамента до современных покровных отложений. Построена схема, визуализирующая: 1) выявленные пространственные закономерности дифференциации вещества при протекании естественных геологических процессов на водосборах; 2) зональность локализации потенциально неблагоприятных явлений; 3) перспективные участки для проведения мониторинга; 4) области, наиболее благоприятные, для ведения хозяйственной деятельности и проживания.

¹ Расширенный вариант статьи, дополненный иллюстративным материалом.

Ключевые слова: аккумуляция; аллювий; аномалии; водосбор; геохимия; дифференциация вещества; мелиорация; миграция; мониторинг; контаминанты; приток; пойма; русло; река; радиоактивность; техногенез.

At present, a new view is needed on the assessment of the risks associated with the introduction of contaminants into alluvial deposits. The current socio-economic situation in neighboring countries increases the risks of environmental pollution. Alluvium is able to accumulate and remobilize chemical compounds in the case of natural and man-made environmental changes. To assess potential geochemical risks and develop approaches for further study of catchment areas, the catchment area of the Pripjat River is divided into catchments of small and medium-sized rivers that are affected by natural and man-made factors. In addition to analyzing the geochemical features of watercourse, old and floodplain alluvium in the newest alluvial sediments, a comprehensive systemic comparison of the geological structure of individual catchments with the entire basin as a whole from the crystalline basement to the present coverings was carried out. A modern geological situation was studied from open sources. In the process of solving the problem, a scheme is constructed that visualizes: 1) the revealed spatial regularities of the differentiation of matter during the course of natural geological processes in catchments; 2) the zonation of localization of potentially unfavorable phenomena; 3) perspective areas for monitoring; 4) the most favorable areas for conducting economic activities and living.

Key words: accumulation; alluvium; anomalies; catchment area; geochemistry; substance differentiation; melioration; migration; monitoring; contaminants; inflow; floodplain; watercourse; river; radioactivity; technogenesis.

Введение. Географическое положение Республики Беларусь определяет значительную вовлечённость её рек в трансграничный перенос. Сложившаяся социально-экономическая ситуация в сопредельных странах повышает риски инцидентов и зарождения системных процессов, потенциально способных затронуть окружающую среду Беларуси на протяжении продолжительного времени. Сам по себе аллювий является средой, способной аккумулировать и ремобилизовать химические соединения (особенно их старичные и пойменные разности) при естественных изменениях окружающей среды. Вместе с тем, существует и вероятность техногенного изменения стабильной геохимической ситуации в реках, например, связанной с ремобилизацией радионуклидов, потенциально возможной при нарушении целостности гидротехнических сооружений, инцидентах на промышленных предприятиях, в сфере ЖКХ и др. Контаминанты могут поступать в реки при непосредственном попадании в русло с пространств водосбора, с грунтовыми водами, при выпадениях из атмосферы и др. Таким образом, для оценки геохимических рисков, связанных с реками необходим комплексный подход к изучению пространств водосборов. Одной из речных систем с высокими потенциальными рисками возникновения неблагоприятных явлений при трансграничном переносе является р. Припять, чьи правые притоки приходят на территорию Беларуси с Украины (рис. 1).

Основные аспекты исследования. Для оценки потенциальных геохимических рисков и разработки подходов к дальнейшему изучению водосборов следует определить современную геохимическую обстановку в их пределах. р. Припять является крупной рекой, водосбор которой можно разделить на составные элементы, образованные отдельными водосборами малых и средних рек, в большей степени подверженные воздействию природных и техногенных факторов. Помимо анализа геохимических особенностей руслового, старичного и пойменного аллювия в составе новейших аллювиальных отложений, необходимо комплексное системное сопоставление геологического строения отдельных водосборов со всем бассейном в целом от кристаллического фундамента до современных покровных отложений. Далее требуется систематизация современной геологической ситуации на основе различных источников данных, которыми являются материалы статистической отчётности, картографический материал, отражающий состояние окружающей среды, динамику техногенеза и др. В процессе решения поставленной задачи строятся схемы, визуализирующие: 1) выявленные пространственные закономерности дифференциации вещества при протекании естественных геологиче-

ских процессов на водосборах (рис. 2); 2) зональность локализации потенциально неблагоприятных явлений; 3) перспективные участки для проведения мониторинга; 4) области, наиболее благоприятные, для ведения хозяйственной деятельности и проживания.

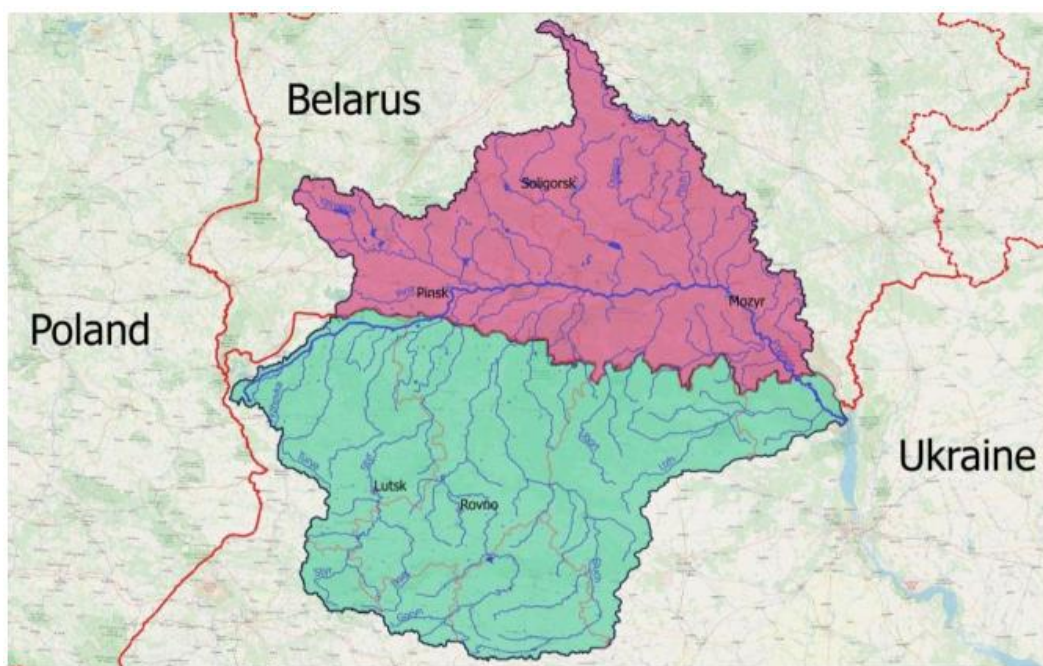


Рисунок 1 – Водосбор р. Припять в контексте трансграничного переноса [1]

Основные черты эколого-геохимического состояния. Припять – крупнейший правый приток Днепра, протяжённостью 775 км, площадь водосбора составляет более 114,3 тыс. км². Протяжённость белорусского участка составляет 500 км, украинского – 225 км. Наиболее крупные правые притоки Припяти – Турья, Стоход, Стырь, Горынь, Ствига, Уборть, Словечна, Желонь, Уж [2]. Исторически представления о территории, занимаемой правыми притоками Припяти, эволюционировали от представлений философов и географов древности о существовавшем на её месте крупном мелководном внутриконтинентальном пресноводном водоёме, именовавшемся как «Море Геродота», «Сарматское море» и т. д. [4–6], до интерпретации этого региона как области преимущественно субширотного распространения аллювиальных низин и речных долин поозёрско-голоценового возраста, перемежающихся с покатоволнистыми флювиогляциальными равнинами и низинами с проявлениями эоловых форм рельефа днепровского возраста [3].

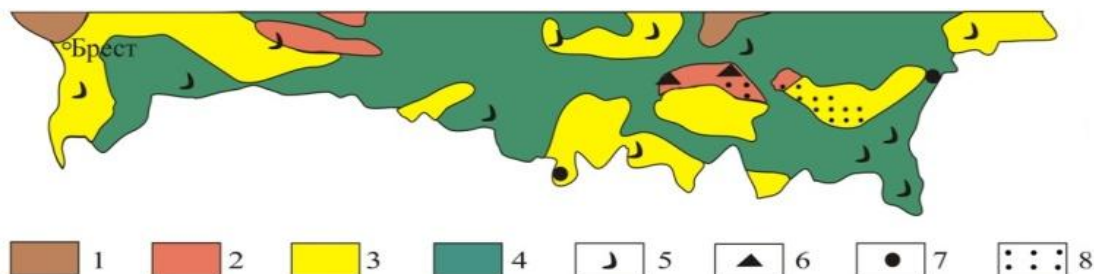


Рисунок 2 – Генетические типы отложений правых притоков р. Припять на территории Беларуси [7]
 1 – моренные, 2 – конечно-моренные, 3 – флювиогляциальные, 4 - аллювиальные и озёрные, 5 – дюны, 6 – гляциодислокации, 7 – выходы коренных пород, 8 – лёссовидные породы.

Характерными для аллювия р. Припяти и её притоков является значительная роль пойменного и старичного аллювия, а также заболоченность пространств водосбора.

Первые 100 км от истока Припять похожа на малые притоки – не имеет отчётливо выраженной долины естественного характера со значительным спрямлением русла, скорее это широко разветвлённая система каналов густотой до 5-6 и более километров гидротехнических сооружений на 1 км² площади водосбора. Густая сеть мелиоративных сооружений часто располагается поверх старой долины и её притоков. На пространствах старой долины Припяти просматриваются хорошо развитые пойменные образования и значительное количество примыкающих к ней протяжённых отрицательных форм рельефа. Далее по течению долина реки становится отчётливо развитой. Детальный анализ аэрокосмической информации позволяет обнаружить в бассейнах правых притоков Припяти, так и основной реки, конфигурации долин, характерные для водотоков, протекающих на равнинной территории с незначительным уклоном, с отчётливо выраженными старицами и меандрами. Покровные отложения водосбора в верхнем течении Припяти, р. Стоход, Турья верхней половины течения р. Стырь, Горынь подстилаются меловыми отложениями, а на территории Украинского кристаллического щита (УКЩ) в верхнем течении р. Случь, Уборть, Уж, Словечна залегают отложения архейско-протерозойского возраста. Покровные отложения среднего и нижнего течения долины р. Припять подстилаются преимущественно палеоген-неогеновыми породами [2, 6, 9, 10].

Водосборы правых притоков р. Припять, расположенные за пределами Беларуси, приурочены к следующим тектоническим структурам: верховье р. Припять, р. Стырь, Горынь, и нижнее течение р. Случь расположены на северо-западной периферии Вольно-Подольской плиты (ВПП) и Луковско-Ратновского горста (ЛРГ). Бассейны верхнего и среднего течения р. Случь, Уборть локализованы на территории центральной части УКЩ. Кристаллический фундамент здесь залегает практически от уровня дневной поверхности до глубин более 4 000 м [2, 8–10]. р. Уборть и Ствига, Словечна, Уж и Желонь протекают в направлении от центральной части УКЩ к южным склонам Полесской седловины и Микашевичско-Житковичского выступа. Фрагменты долин р. Стырь, Стоход и Словечна в верхнем течении простираются вдоль глубинных разломов северо-западного и северо-восточного простирания [2, 8–10]. В пределах бассейнов р. Горынь, Случь, Уж, Желонь и Словечна встречаются радоновые и ториевые аномалии в грунтовых водах [2, 3, 6–10]. Водосборы правых притоков р. Припять располагаются в следующих урановых провинциях: УКЩ, Вольно-Подольской, а также со слабым естественным радиоактивным фоном. Бассейны верхнего течения р. Припять, Стырь и Горынь на всём своём протяжении, верхнего и нижнего течения р. Случь находятся в пределах Вольно-Подольской урановой провинции. К провинции УКЩ относят водосборы среднего течения р. Случь, Ствига, Уборть, Словечна и Желонь. К провинции со слабым естественным радиоактивным фоном относятся бассейны нижнего течения р. Ствига, Чаква, Льва, Уборть, Словечно и Желонь и территория, прилегающая к речной долине в нижнем и среднем течении р. Припять. Общим для двух первых выделяемых провинций является наличие на их границе обширных областей радоновых аномалий в грунтовых водах, располагающихся на водосборах среднего течения р. Горынь и Случь. Ториевые аномалии в кристаллических породах приурочены преимущественно к породам УКЩ и локализируются в бассейнах р. Уж, Желонь и Словечна (рис. 3) [2, 6, 11]. В 1986 г. сформировалась обширная протяжённая субширотная зона радиоактивного загрязнения катастрофы 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС, затрагивающая северную и северо-восточную часть водосборов правых притоков р. Припяти. Суммарная площадь загрязнённых ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²⁴¹Am почв водосборов правых притоков Припяти составляет более 45 000 км² (рис. 4) [2, 9, 11].



Рисунок 3 – Урановые провинции правых притоков р. Припять и распределение аномалий естественной радиоактивности [12]



Рисунок 4 – Область распространения радиоактивного загрязнения в водосборе правых притоков р. Припять [13]

Изучаемая территория практически повсеместно перекрыта опесчаненными дерново-подзолистыми и оподзоленными почвами. Для речных долин характерны преимущественно лугово-болотные почвы с включениями торфяно-болотных и болотных. Отмечаются процессы ожелезнения и карбонатизации и снижение плодородия на 20–50 % [2, 8, 9, 11, 14, 15].

Для изучаемого региона отмечается субмеридиональная зональность распределения токсичных отходов в пределах водосборов правых притоков Припяти (рис. 5). Наименее загрязнена территория (0,000–0,009 т/км²) в бассейнах р. Уборть, Словечна, Желонь и Уж. Сле-

дующими, возрастающими по накоплению промышленных отходов ($0,010-0,900 \text{ т/км}^2$), являются бассейны р. Стоход, Турья и верхнего течения р. Припять. Наибольшим поступлением на водосборы правых притоков Припяти характеризуются р. Случь, Горынь, нижнее течение р. Стырь, Уж, Припять ($1,000-9,900 \text{ т/км}^2$) [2, 8, 9, 16].



Рисунок 5 – Схема оценки степени поражённости территории Украины в целом и основные факторы, влияющие на ухудшение экологической ситуации [17]

На водосборах правых притоков р. Припяти минерализация поверхностных вод изменяется в основном от 0 до 300 мг/дм^3 [18, 19]. В верхнем течении Припяти, нижнем течении р. Турьи и Стоход существуют участки с минерализацией $300-600 \text{ мг/дм}^3$. Общим для геохимии р. Уборть, Ствига и Словечна является значительное содержание в водах растворённого Ni (до $0,8 \text{ мкг/дм}^3$), поступающего из коры выветривания УКЩ в северной части их водосбора (рис. 6) [20].

Для северной части среднего и нижнего течения изучаемых водосборов характерно незначительное количество выбросов в атмосферу загрязняющих веществ из стационарных и передвижных источников. Доля автотранспорта составляет от 75 до 90 % от общего объёма выбросов [21].

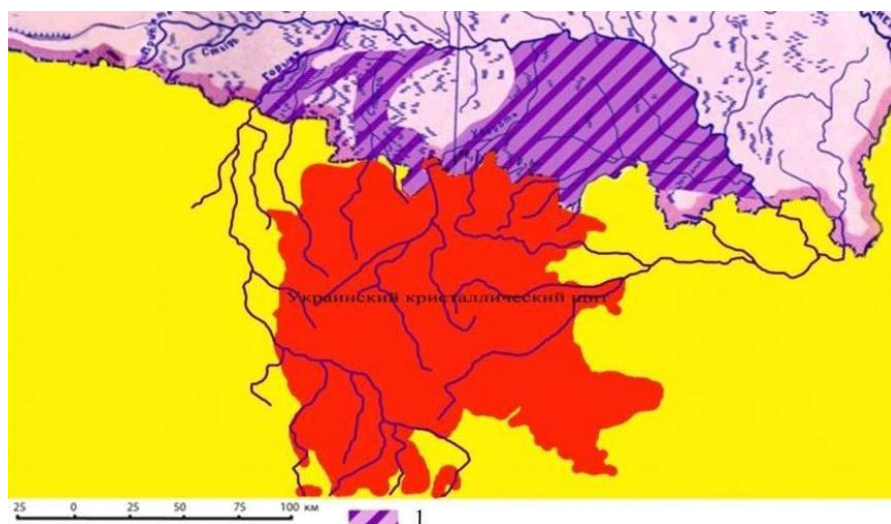


Рисунок 6 – Участки сноса Mn, Ni, Cr и Co на территорию Беларуси с УКЩ
1 – участки сноса Mn, Ni, Co и Cr с Украинского кристаллического щита, (сост. по данным [20]).

Характерной чертой размещения населённых пунктов в водосборах правых притоков р. Припяти является близкое расположение поселений к берегам рек и системам мелиоративных каналов, наличие небольших водоёмов в пределах частной жилой застройки (рис. 7). Отмечается тесное примыкание пахотных и луговых земель к речной долине малых и средних рек на территории Украины. Типичным для водосбора правых притоков р. Припяти на территории Украины в период, прошедший с распада СССР, является крайне интенсивное использование земельных ресурсов в целях ведения частного и приусадебного хозяйства, уменьшение количества крупноконтурных участков, затронутых агротехногенезом и выраженная смена схемы хозяйствования (рис. 7) [22]. Действующие коммунальные очистные сооружения представлены простейшими отстойниками, реже – сооружениями физической и биологической очистки в окрестностях городов и посёлков городского типа. Сброс условно чистых сточных вод осуществляется в речную сеть и прилегающую систему каналов преимущественно ниже населённых пунктов [22].



Рисунок 7 – Современная дифференциация сельскохозяйственных земель водосбора правых притоков р. Припять в пределах территории Украины [22]

Для водосбора р. Стоход характерно преобладание пойменных фаций аллювия по сравнению с русловым и старичным. Водосбор р. Ствига характеризуется стабильной конфигурацией русла, что препятствует широкому накоплению старичного и пойменного аллювия. В нижнем течении водосбора р. Уборть, в пределах границ Беларуси, процессы меандрирования выражены в меньшей степени, чем на украинской территории. Водосборы р. Словечна и

Желонь заболочены и сильно канализированы. Хозяйственная деятельность в бассейнах проводится крупными предприятиями агропромышленного комплекса, преимущественно на территории Беларуси. На водосборе р. Уж, затронутом радиоактивным загрязнением аварии на Чернобыльской АЭС, развита горнодобывающая промышленность (рис. 8) [22].



Рисунок 8 – Карьер разработки месторождения строительного камня из кристаллического фундамента в пределах водосборов правых притоков р. Припять [22]

Следует отметить, что в бассейне р. Стырь, помимо крупного промышленного центра г. Луцк, пристального внимания требует Ровенская АЭС, расположенная в г. Кузнецовск (переименован г. Вараш в 2016 г) [22]. В водосборе р. Горынь находится г. Ровно – крупнейший населённый пункт водосбора (население более 240 тыс. чел); вторым потенциально напряжённым в экологическом плане объектом является г. Нетешин с функционирующей Хмельницкой АЭС (рис. 9).

В водосборах правых притоков Припяти можно выделить субмеридиональную зональность, которая с одной стороны близка к особенностям тектонического строения территории и проявляется в поступлении растворённого Ni в воды рек, дренирующих кору выветривания северной части УКЩ (рис. 6).

В бассейнах рек, располагающихся на территории ВПП, фундамент находится на сотни метров глубже, в результате чего, на первый взгляд, утрачена прямая взаимосвязь пород фундамента и верхней части осадочного чехла. Вместе с тем, на ВПП установлено прослеживание речными долинами контуров разломов глубинного залегания. Относительное геохимическое единообразие вещества в водосборах связано здесь с постоянством геологического строения покровных отложений вдоль северной периферии бассейна р. Припять.

На украинской части территории водосборов правых притоков Припяти к настоящему времени сформировалась система ведения сельского хозяйства, представленная многочисленными частными пользователями (порядка 2/3 в структуре земель водосборов) и агрохолдингами. В направлении с востока на запад наблюдается рост присутствия крупных земледельцев. На данной территории происходит переход от индустриальной модели развития народного хозяйства к аграрной с элементами постиндустриальной культуры, наблюдаемой повсеместно (рис. 7).

Указанные изменения в системе землепользования приводят к интенсификации воздействия на окружающую среду, что проявляется в увеличении доли деградированных земель. На белорусской части водосборов правых притоков р. Припять со времён СССР в Беларуси без выраженных изменений действует система обработки крупных площадей (рис. 10).

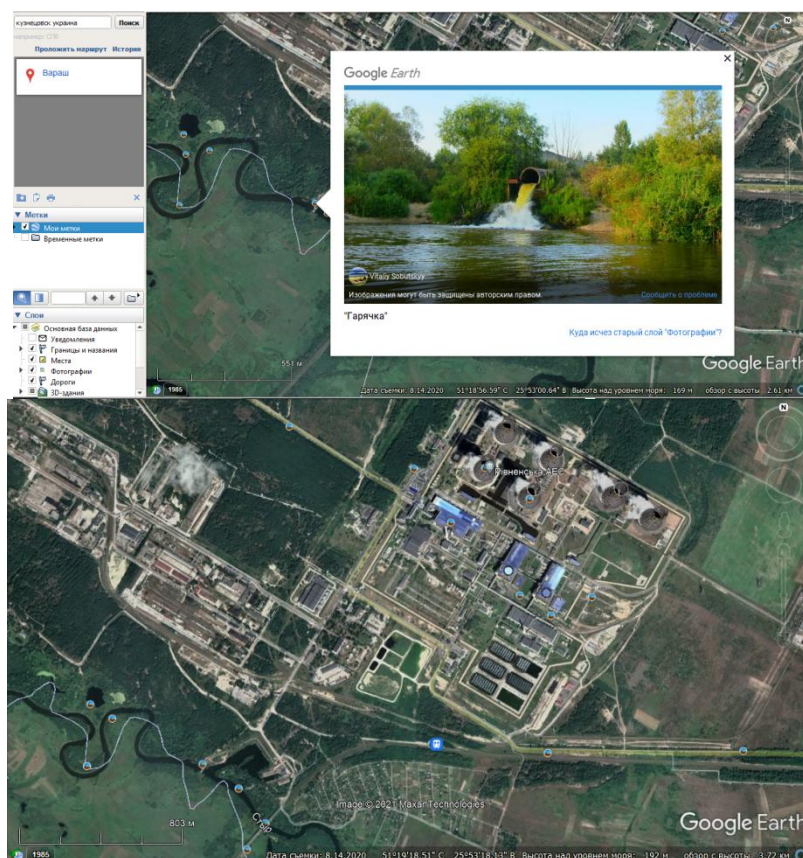


Рисунок 9 – Состояние очистных сооружений (Ровенская АЭС) в водосборе правых притоков р. Припять, г. Вараш (ранее Кузнецовск) [22]

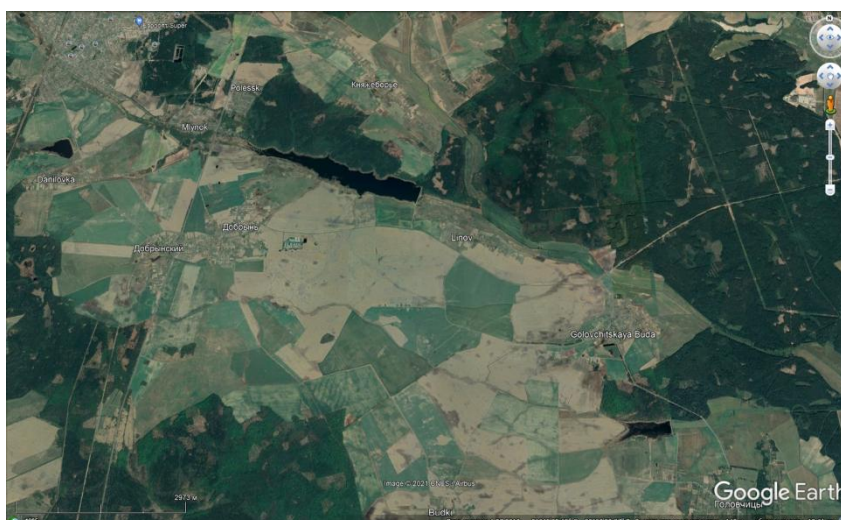


Рисунок 10 – Пример современной дифференциации сельскохозяйственных земель водосбора правых притоков р. Припять на территории Беларуси [22]

Имеет место традиционное тяготение населённых пунктов и отдельных хозяйств к водотокам разной величины. Чаще всего поселения вытягиваются плотно вдоль рек. Размещение хозяйств вблизи малых и средних рек (по причинам простоты ведения земледелия средствами малой механизации, транспортной доступности и др.) увеличивает техногенное давление на них. Особенности административного разделения земель сельскохозяйственного назначения между членами сельхозкооперативов определяют вытянутую и узко-полосчатую конфигурацию наделов пайщиков на украинском сегменте водосбора Припяти (рис. 7).

На изучаемой территории проживает более 3,5 млн человек при плотности от 30 до 60 чел/км², но за период времени, прошедший после распада СССР, наблюдается её рост, особенно в Волынской и на западе Ровенской обл. На северо-востоке водосборов правых притоков Припяти демографическая ситуация ухудшается, особенно этот процесс выражен в пределах области радиоактивного загрязнения Чернобыльской АЭС и территориях с выраженными изменениями в системе хозяйствования.

Крупные центры промышленного производства, такие как Луцк, Славута, Ровно, Новоград Волынский расположены преимущественно в пределах глубокого заложения фундамента, преимущественно ближе к центральной части ВВП (450–1 000 м и глубже, в водосборах рек Стырь и Горынь). Населённые пункты с минимальным развитием промышленного производства, локализованные на склонах УКЩ и его северной периферии, находятся в местах неглубокого залегания фундамента.

Для севера указанной территории характерна обширная субширотная область загрязнения радионуклидами (более 1/3 площади водосбора, рис. 4), это повышает риски их ремобилизации из покровных отложений и их вовлечение в трансграничный перенос.

В пределах водосборов правых притоков Припяти можно выделить проблемы локального характера, не захватывающие трансграничный перенос, и проблемы, непосредственно или опосредованно его затрагивающие. Пример локальных проблем – проявления Rn в водосборах в центральной части УКЩ, связанные с геохимическими особенностями дифференциации радионуклидов естественного происхождения на территориях с незначительной мощностью осадочного чехла. Примером региональных проблем является постоянное поступление в воды р. Припяти радионуклидов при дренировании покровных отложений в зоне отчуждения ЧАЭС (рис. 4).

Существует иной класс геохимических проблем, связанных с периодичностью, цикличностью, системностью, прогнозируемостью и непредсказуемостью их возникновения. Данные проблемы могут иметь как опосредованную связь с глубинными и поверхностными геологическими процессами, так и особенностями ведения хозяйствования на изучаемой территории (рис. 11), в т. ч. радиоактивными инцидентами и др. (на водосборе р. Припять находятся 2 действующие и 1 остановленная АЭС). Риск неконтролируемого распространения радионуклидов путём перетока между водосборами в субширотном направлении возможен на всей рассматриваемой территории благодаря наличию развитой системы мелиоративных каналов (рис. 12).

Потенциальные проблемы регионального характера могут возникать при развитии промышленного производства, в частности, при сооружении химических и горнообогатительных предприятий на водосборах. В данном случае потенциальные риски охватывают территории с различными глубинами залегания кристаллического фундамента и мощностью осадочного чехла. В пределах белорусской части бассейна Припяти в перспективе можно ожидать появление ореолов рассеяния химических элементов из галоидной формации при разработке Петриковского месторождения калийных солей. При выработке продуктивных пластов сильвинита в пределах шахтных полей возможны образование обширных просадок на дневной поверхности и сопутствующая им трещиноватость, что приведёт к увеличению водопроницаемости и росту водообмена между горизонтами.

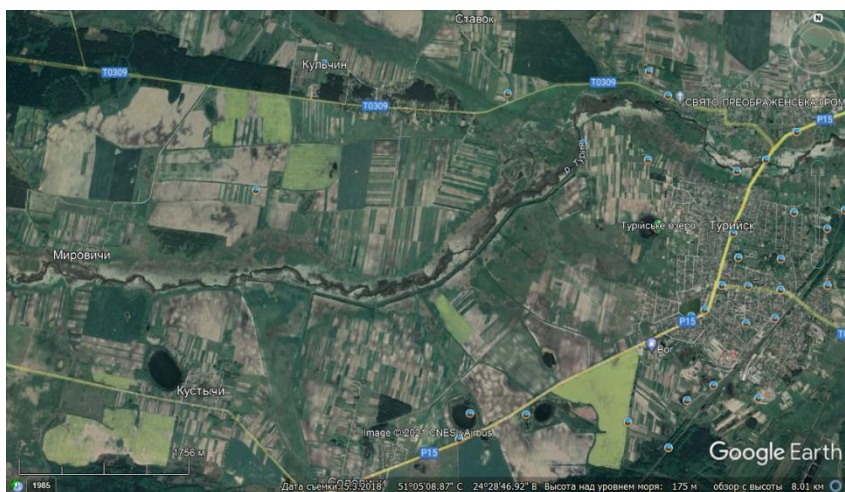


Рисунок 11 – Изменения речных долин в водосборе правых притоков р. Припять [22]
 Наблюдаются при переходе от индустриальной модели развития народного хозяйства к аграрной и элементам постиндустриальной культуры; выражены в активном вовлечении площадей бассейна в агротехногенез.



Рисунок 12 – Пример участков проявления потенциальных перетоков вод
 в водосборах притоков правых притоков р. Припять [22]

Помимо экологических рисков для водосбора необходимо обеспечение устойчивой и продолжительной эксплуатации рудника. На современном этапе целесообразно изучение гидрогеологических особенностей горнопромышленного района и прилегающих к нему территорий в аспекте геохимии современного аллювиального литогенеза, поиск естественных областей разгрузки минерализованных подземных вод и зон проницаемости водоупоров.

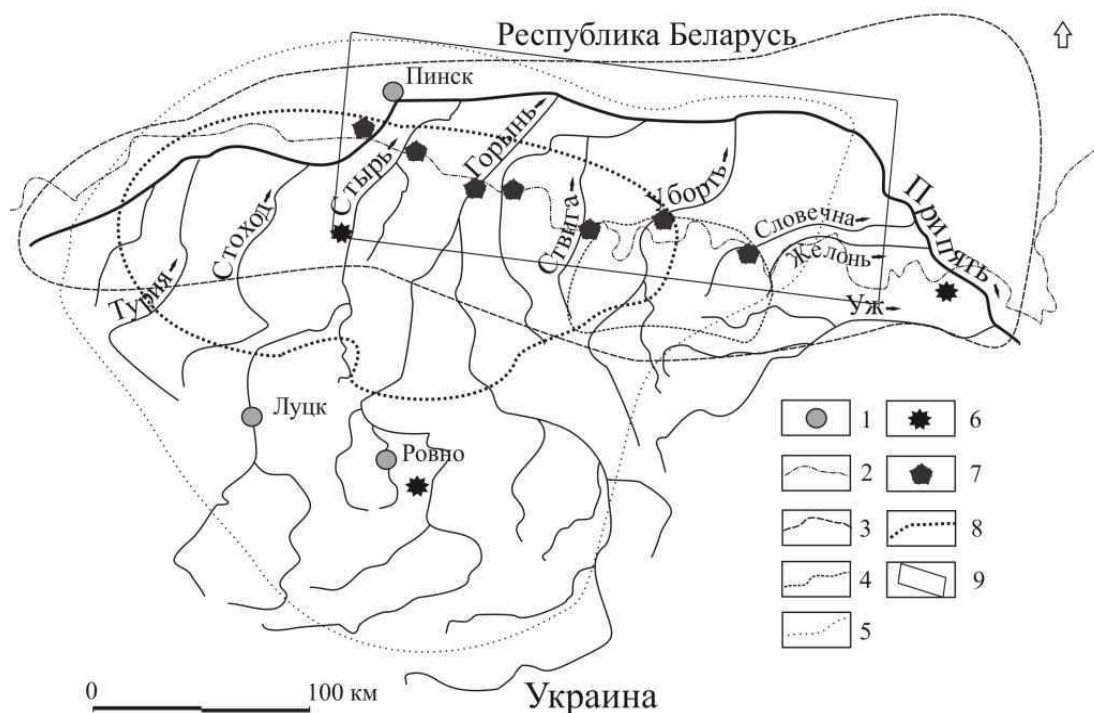


Рисунок 13 – Области развития потенциально неблагоприятных экологических ситуаций и рекомендуемого размещения пунктов геохимического контроля

1 – крупные промышленные центры, 2 – государственная граница, 3 – области затронутые аварией на ЧАЭС, 4 – область контроля выветривания пород УКЩ, 5 – область потенциального разнеса радионуклидов, 6 – объекты атомной энергетики, 7 – рекомендуемые пункты геохимического мониторинга, 8 – зона возможного распространения радионуклидов между водосборами, 9 – область потенциальной экологической напряжённости при трансграничном переносе.

Заключение. В настоящей работе были рассмотрены геологические, геохимические и географические особенности строения водосбора правых притоков Припяти от фундамента до покровных отложений. На основании проведённого исследования можно выделить следующие направления мониторинга водосбора правых притоков Припяти применительно к трансграничному переносу химических элементов:

– Мониторинг состояния системы очистных сооружений вследствие преемственности технологий водоотведения с конца 1980-х гг. (рис. 9);

– Изучение эколого-геохимических изменений в современной аллювии при переходе от промышленной модели развития народного хозяйства к аграрной и элементам постиндустриальной культуры (рис. 7);

– Исследование путей поступления и миграции в аллювии правых притоков Припяти химических элементов, образования техногеохимических аномалий на современном этапе;

– Изучение роли продуктов выветривания УКЩ в образовании покровных отложений на территории правых притоков р. Припяти, путей возникновения геохимических аномалий (рис. 6);

– Выборочный контроль геохимического состояния современного аллювия в населённых пунктах с минимальным развитием промышленного производства, размещённых пре-

имущественно в местах неглубокого залегания фундамента, на склонах, в северной периферии УКЩ (рис. 13);

– Изучение особенностей поступления радионуклидов естественного происхождения в аллювий из урановых провинций водосбора правых притоков Припяти;

– Контроль геохимического состояния современного аллювия р. Стырь и Горынь (оценка потенциального воздействия Хмельницкой и Ровенской АЭС) (рис. 13);

– Установление особенностей перетока вещества между водосборами по существующей сети мелиоративных каналов и иных гидротехнических сооружений в геохимических, гидрогеологических и радиогеохимических аспектах; прогнозирования изменения ореолов рассеяния радионуклидов при потенциальных радиоактивных инцидентах (рис. 12);

– Систематическое дистанционное зондирование водосборов рек, участвующих в трансграничном переносе для принятия упреждающих мер по недопущению ухудшения экологической ситуации в Беларуси;

– Изучение и мониторинг гидрогеологических особенностей территории Петриковского горнопромышленного района в пределах водосбора Припяти, в т. ч. создание сети наблюдательных скважин, исследование гидрохимической трансформации поверхностных вод в процессе эксплуатации рудника.

Указанный ряд исследований можно осуществить путём проведения постоянных комплексных наблюдений на стационарных пунктах геохимического мониторинга.

Библиографические ссылки

1. Общая карта – схема бассейна р. Припять [Электрон. ресурс] / © 2009 Минск, 2021. URL: <https://naturegomel.by/sites/default/files/inline/files/purb.pdf> (дата обращения: 11.12.2021).

2. Atlas of Ukraine (Національний атлас України) 2001 [Электрон. ресурс] / Inst. of Geography of Nat. Acad. of Sciences. Kiev, 2001. URL: wdc.org.ua (дата обращения: 01.03.2017).

3. Национальный атлас Беларуси. Минск : РУП «Белкартаграфія», 2002.

4. *Киркор А. Г.* Живописная Россия. Литовское и Белорусское Полесье. М. : Изд. Маврикия Осиповича Вольфа, 1882 [Электрон. ресурс]. URL: https://drive.google.com/file/d/0B_T3PThCY39DeVgtSkxLYmI5Yzg/view (дата обращения: 01.03.2017).

5. *Казлоў Л., Цітоў А.* Беларусь на сямі рубяжах. Минск : Беларусь, 1993.

6. Die Schedelsche Weltchronick (deutsch): 278 (Blatt CCLXXVIII) [Электрон. ресурс] / © Wikimedia Foundation Inc. St. Petersburg, FL 33701-4313 USA, 2013. URL: [https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_\(deutsch\):278](https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_(deutsch):278) (дата обращения: 01.03.2017).

7. *Санько А. Ф., Ярцев В. И., Дубман А. В.* Генетические типы и фации четвертичных отложений Беларуси. Минск : Право и экономика, 2012.

8. Национальный атлас Украины / под ред. Л. Г. Руденко. Киев : ГНПП Картография, 2008.

9. National atlas of Ukraine (Prototype) [Электрон. ресурс] / Inst. of Geography of Nat. Acad. of Sciences, 2001. URL: <http://wdc.org.ua/atlas/en/4070100.html> (дата обращения: 01.03.2017).

10. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР / Акад. наук Укр. ССР; М-во высш. и сред. спец. образования УССР. М. : Изд-во ГУГК при СМ СССР карт., 1978.

11. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. Геологическое строение. М. : ГУГК, 1978. С. 32–41.

12. Карта естественной радиоактивности территории Украины [Электрон. ресурс] / © 2021 Экология. Киев, 2021. URL: <https://www.sites.google.com/site/modernecology21age/ekologiaukrainy> (дата обращения: 11.12.2021).

13. Карта загрязнённости территорий России, Украины и Беларуси под воздействием аварии на ЧАЭС (1986) [Электрон. ресурс] / © 2021 Ecorportal. Киев, 2021. URL: https://vid1.ria.ru/ig/infografika/Sputnik/kz/23042021/project66894/images/tild3766-6332-4230-b465-663630316230__tchernobyl_radiation.svg (дата обращения: 11.12.2021).

14. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. Минеральные ресурсы М. : ГУГК, 1978. С. 44–57.

15. Карта деградации почв Украины [Электрон. ресурс] / © 2009 Ecorportal. Киев, 2009. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0005_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).

16. Карта загрязнённости почв остатками пестицидов и тяжёлых металлов Украины [Электрон. ресурс] / © 2009 Ecorportal. Киев, 2009. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0006_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).

17. Карта оценки степени загрязнённости территории Украины в целом с указанием основных факторов, влияющих на ухудшение экологической ситуации [Электрон. ресурс] / © 2021 Экология. Киев, 2021. URL: <https://www.sites.google.com/site/modernecology21age/ekologiaukrainy> (дата обращения: 11.12.2021).

18. Карта состояния поверхностных вод Украины [Электрон. ресурс] / © 2009 Первый экологический портал. Одесса, 2009. URL: http://www.rav.com.ua/images/File/6002_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).

19. Карта кислотности атмосферных осадков Украины [Электрон. ресурс] / © 2009 Ecorportal. Киев, 2009. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0003map.swf (дата обращения: 01.03.2017).

20. Творонович-Севрук, Д. Л. Динамика изменения концентраций Ni в водах рек Беларуси в период 1991–2009 гг. // Проблемы регион. геологии Беларуси: IV чтения, посвящ. 15-летию кафедры динам. геологии, Минск, 2–3 апр. 2010 г. Минск, 2010. С. 75–77.

21. Web-portal of Ukrainian Government [Электрон. ресурс] / © Cabinet of Ministers of Ukraine. Киев, 2017. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата обращения: 01.03.2017).

22. Google Earth [Электрон. ресурс] / © Google Inc. Mountain View, 2017. URL: <https://www.google.com/earth/> (дата обращения: 01.03.2017).

УДК 550.46:550.47(476)

ВРЕМЕННАЯ И МЕЖВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ г. ГОМЕЛЯ

О. В. Лукашѐв¹, Н. В. Жуковская¹, Т. В. Макаренко², Н. Г. Лукашѐва¹

¹Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики, пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; lukashev@bsu.by

²Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, ул. Советская 107, 246019 Гомель, Республика Беларусь; tmakarenko1968@bk.ru

На примере г. Гомеля рассмотрены временная и межвидовая изменчивости содержания металлов в компонентах водных объектов – донных отложениях, моллюсках и водной растительности.

Ключевые слова: донные отложения; моллюски; водная растительность.

On the example of Gomel, the temporal and interspecific variability of the content of metals in the components of water bodies – bottom sediments, mollusks and aquatic vegetation – is considered.

Keywords: bottom sediments; mollusks; aquatic vegetation.

Подробные исследования особенностей загрязнения донных отложений, моллюсков и растительности местной водной сети в 2000–2015 гг. были проведены в г. Гомеле.

Для их изучения Т. В. Макаренко были выбраны и опробованы водоёмы с существенным различием в степени и специфике хозяйственного освоения и техногенной нагрузки.

На территории г. Гомеля (рис. 1) располагаются водоёмы/озёра: Дедно, Шапор, Любенское, Малое, У-образное, Волотовское. В пригородной зоне отдыха находятся озёра Володькино, Круглое и Гребной канал.