

УДК 552:550.424.6(476+477)

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ПРАВЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ ПРИПЯТИ

Д. Л. ТВОРОНОВИЧ-СЕВРУК¹⁾, О. В. ЛУКАШЁВ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

В настоящее время необходим новый взгляд на оценку рисков, связанных с поступлением контаминантов в аллювиальные отложения. Сложившаяся социально-экономическая ситуация в сопредельных странах повышает риски загрязнения данного объекта окружающей среды. Для оценки потенциальных геохимических рисков и разработки подходов к дальнейшему изучению водосборов бассейн р. Припять разделен 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 выявленные пространственные закономерности дифференциации вещества при протекании естественных геологических процессов на водосборах, зональность локализации потенциально неблагоприятных явлений, перспективные участки для проведения мониторинга, области, наиболее благоприятные для ведения хозяйственной деятельности и проживания. Можно выделить следующие направления мониторинга на изучаемом водосборе: контроль состояния системы очистных сооружений на водосборе; изучение эколого-геохимических изменений в аллювии при изменениях развития народного хозяйства в период с 1990-х по 2010-е гг.; исследование путей поступления и миграции в аллювии химических элементов, образования техногеохимических аномалий в настоящее время; изучение взаимосвязи воздействия процессов выветривания Украинского кристаллического щита с образованием покровных отложений и особенностей возникновения геохимических аномалий; выборочный контроль геохимического состояния современного аллювия в населенных пунктах, расположенных на территории неглубокого залегания кристаллического фундамента; изучение поступления радионуклидов естественного происхождения в аллювий из урановых провинций водосбора р. Припяти; контроль геохимического состояния современного аллювия рек Стырь и Горыни; установление особенностей перетока вещества между водосборами; систематическое дистанционное зондирование водосборов рек при трансграничном переносе; изучение гидрогеологических особенностей территории Петриковского горнопромышленного района.

Ключевые слова: аллювий; водосбор; геохимия; дифференциация вещества; мониторинг; техногенез.

Образец цитирования:

Творонович-Севрук Д. Л., Лукашёв О. В. Основные аспекты и перспективы эколого-геохимического изучения правых притоков реки Припяти // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2018. № 1. С. 76–82.

For citation:

Tvaranovich-Seuruk D. L., Lukashev O. V. Main aspects and perspectives of a new view on the geochemistry of the catchments of the right inflows of the Pripjat river. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2018. No. 1. P. 76–82 (in Russ.).

Авторы:

Даниил Леонидович Творонович-Севрук – кандидат географических наук; доцент кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета.

Олег Валентинович Лукашёв – кандидат геолого-минералогических наук, доцент; доцент кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета.

Authors:

Daniil L. Tvaranovich-Seuruk, PhD (geography); associate professor at the department of engineering geology and geophysics, faculty of geography.

seuruk@ya.ru

Oleg V. Lukashev, PhD (geology and mineralogy), docent; associate professor at the engineering geology and geophysics department, faculty of geography.

2400660@mail.ru

MAIN ASPECTS AND PERSPECTIVES OF A NEW VIEW ON THE GEOCHEMISTRY OF THE CATCHMENTS OF THE RIGHT INFLOWS OF THE PRIPYAT RIVER

D. L. TVARANOVICH-SEURUK^a, O. V. LUKASHEV^a

*^aBelarusian State University, 4 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220030, Belarus
Corresponding author: D. L. Tvaranovich-Seuruk (seuruk@ya.ru)*

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. To assess potential geochemical risks and develop approaches for further study of catchment areas, the Pripjat river catchment is divided into catchments of small and medium-sized rivers which are affected by natural and man-made factors. In addition to analyzing the geochemical features of watercourse, old and floodplain alluvium, 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. The scheme was constructed which visualizes: the revealed spatial regularities of the matter differentiation during the course of natural geological processes in catchments; the zonality of localization of potentially unfavorable phenomena; perspective areas for monitoring; the most favorable areas for conducting economic activities and living. The following monitoring directions in the catchment area was been identified: the sewage treatment plant condition controlling on the catchment area; studing of ecological and geochemical changes in alluvium during changes in the national economy development in the period from 1990 to 2010; studing of the ways of the chemical elements bringing in and migration in the alluvium, formation technogeochemical anomalies in the present; study of the relationship between the weathering effects of the Ukrainian crystalline shield with the formation of cover deposits and the features of the occurrence of geochemical anomalies; selective control of the geochemical state of modern alluvium in populated areas located on the shallow crystalline basement; studing of the natural origin radionuclides bringing in alluvium from the uranium provinces of the Pripjat catchment area; controlling of the geochemical state of the Styr and Goryn rivers modern alluvium; establishing of peculiarities of the flow of matter between catchments; systematic remote sensing of rivers catchments at transboundary transfer; studing of hydrogeological features of the territory of the Petrikov mining region.

Key words: alluvium; catchment area; geochemistry; substance differentiation; monitoring; technogenesis.

Введение

Географическое положение Республики Беларусь определяет значительную вовлеченность ее 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 другими путями. 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.

Основные аспекты исследования

Для оценки потенциальных геохимических рисков и разработки подходов к дальнейшему изучению водосборов следует определить современную геохимическую обстановку в их пределах. 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 и всего бассейна в целом от кристаллического фундамента до современных покровных отложений. Далее требуется систематизация современной геологической ситуации на основе различных источников данных: статистической

отчетности, картографического материала, отражающего состояние окружающей среды, динамику техногенеза и др. В процессе решения поставленной задачи строятся схемы, визуализирующие:

- 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.

Основные черты эколого-геохимического состояния

Река Припять – крупнейший правый приток р. Днепр протяженностью 775 км, площадь водосбора составляет более 114,3 тыс. км². Протяженность белорусского участка составляет 500 км, украинского – 225 км. Наиболее крупные правые притоки р. Припяти – Турья, Стоход, Стырь, Горынь, Ствига, Уборть, Словечна, Желонь, Уж [1; 2]. Исторически представления о территории, занимаемой правыми притоками, эволюционировали от представлений философов и географов древности о существовавшем на ее месте крупном мелководном внутриконтинентальном пресноводном водоеме, именовавшемся как «Море Геродота», «Сарматское море» и т. д. [3–5], до интерпретации этого региона как области преимущественно субширотного распространения аллювиальных низин и речных долин поозерско-голоценового возраста, перемежающихся с покатоволнистыми флювиогляциальными равнинами и низинами с проявлениями эоловых форм рельефа днепровского возраста [2].

Характерными для аллювия р. Припяти и ее притоков являются значительная роль пойменного и старичного аллювия и заболоченность пространств водосбора.

Первые 100 км от истока река похожа на свои малые притоки: не имеет отчетливо выраженной долины естественного характера со значительным спрямлением русла, скорее, она представляет собой широко разветвленную систему 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 ее притоков. На пространствах старой долины р. Припяти просматриваются хорошо развитые пойменные образования и значительное количество примыкающих к ней протяженных отрицательных форм рельефа. Далее по течению долина реки становится развитой. Детальный анализ аэрокосмической информации позволяет обнаружить как в бассейнах правых притоков р. Припяти, так и в основной части реки конфигурации долин, характерные для водотоков, протекающих на равнинной территории с незначительным уклоном, с отчетливо выраженными старицами и меандрами. Покровные отложения водосбора в верхнем течении рек Припяти, Стоход, Турьи, в верхней половине течения рек Стырь и Горыни подстилаются меловыми отложениями, а на территории Украинского кристаллического щита (УКЩ) в верхнем течении рек Случи, Уборти, Уж, Словечны залегают образования архейско-протерозойского возраста. Покровные отложения среднего и нижнего течения долины р. Припяти подстилаются преимущественно палеоген-неогеновыми отложениями [1; 6–8].

Водосборы правых притоков р. Припяти, находящиеся за пределами Беларуси, относятся к следующим тектоническим структурам: верховье рек Припяти, Стыри, Горыни и нижнее течение р. Случи расположены на северо-западной периферии Вольно-Подольской плиты (ВПП) и Луковско-Ратновского горста (ЛРГ). Бассейны верхнего и среднего течения рек Случи и Уборти локализованы на территории центральной части УКЩ. Кристаллический фундамент здесь залегает практически от уровня дневной поверхности до глубин более 4000 м [1; 6–8]. Реки Уборть, Ствига, Словечна, Уж и Желонь протекают в направлении от центральной части УКЩ к южным склонам Полесской седловины и Микашевичско-Житковичского выступа. Фрагменты долин рек Стыри, Стоход и Словечны в верхнем течении простираются вдоль глубинных разломов северо-западного и северо-восточного направлений [1; 6–8]. В пределах бассейнов рек Горыни, Случи, Уж, Желони и Словечны встречаются радоновые и ториевые аномалии в грунтовых водах [1; 6–8, с. 32–41, 44–57]. Водосборы правых притоков р. Припяти располагаются в следующих урановых провинциях: УКЩ, Вольно-Подольской, а также в провинциях со слабым естественным радиоактивным фоном. На всем протяжении бассейны верхнего течения рек Припяти, Стыри и Горыни, а также бассейны верхнего и нижнего течения р. Случи находятся в пределах Вольно-Подольской урановой провинции, к провинции УКЩ относят водосборы среднего течения рек Случи, Ствиги, Уборти, Словечны и Желони, к провинции со слабым естественным радиоактивным фоном – бассейны нижнего течения рек Ствиги, Чаквы, Львы, Уборти, Словечны и Желони и территорию, прилегающую к речной долине в нижнем и среднем течении р. Припяти. Общим для УКЩ и Вольно-Подольской провинции является наличие на их границе обширных областей радоновых аномалий в грунтовых водах, располагающихся на водосборах среднего течения рек Горыни и Случи. Ториевые аномалии в кристаллических образованиях наблюдаются преимущественно в породах УКЩ

и локализуются в бассейнах рек Уж, Желони и Словечны [1; 7; 8, с. 32–41]. В 1986 г. сформировалась обширная субширотная зона радиоактивного загрязнения после катастрофы на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС, затрагивающая северную и северо-восточную части водосборов правых притоков р. Припяти. Суммарная площадь загрязненных ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am почв водосборов правых притоков р. Припяти составляет более 45 000 км² [1; 7; 8, с. 32–41].

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. В них отмечаются процессы ожелезнения и карбонатизации, а также снижение плодородия на 20–50 % [1; 6–8, с. 32–41; 11].

В изучаемом регионе наблюдается субмеридиональная зональность распределения токсичных отходов в пределах водосборов правых притоков р. Припяти. Наименее загрязнена территория (0,000–0,009 т/км²) в бассейнах рек Уборти, Словечны, Желони и Уж. Следующими по возрастанию накопления промышленных отходов (0,010–0,900 т/км²) являются бассейны рек Стоход, Турьи и верхнего течения р. Припяти. Наибольшим поступлением загрязняющих веществ на водосборы правых притоков р. Припяти характеризуются реки Случь, Горынь и нижнее течение рек Стыри, Уж, Припяти (1,000–9,900 т/км²) [1; 6; 7; 12].

На водосборах правых притоков р. Припяти минерализация поверхностных вод изменяется в основном от 0 до 300 мг/дм³ [13; 14]. В верхнем течении р. Припяти, нижнем течении рек Турьи и Стоход существуют участки с минерализацией 300–600 мг/дм³. Общим для геохимии рек Уборти, Ствиги и Словечны является значительное содержание в водах растворенного Ni (до 0,8 мкг/дм³), поступающего из коры выветривания УКЩ в северной части их водосбора [15].

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 объема выбросов [16].

Характерная черта размещения населенных пунктов в водосборах правых притоков р. Припяти – близкое расположение поселений к берегам рек и системам мелиоративных каналов, наличие небольших водоемов в пределах частной жилой застройки. 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 упомянутой территории 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 [17]. Действующие коммунальные очистные сооружения представлены простейшими отстойниками, реже – сооружениями физической и биологической очистки в окрестностях городов и поселков городского типа. Сброс условно чистых сточных вод осуществляется в речную сеть и прилегающую систему каналов преимущественно ниже населенных пунктов [17]. Для водосбора р. Стоход характерно преобладание фаций пойменного аллювия над русловым и старичным. Водосбор р. Ствиги характеризуется стабильной конфигурацией русла, что препятствует значительному накоплению старичного и пойменного аллювия. В нижнем течении водосбора р. Уборти (в пределах границ Беларуси) процессы меандрирования выражены в меньшей степени, чем на украинской территории. Водосборы рек Словечны и Желони заболочены и сильно канализированы. Хозяйственная деятельность здесь проводится крупными предприятиями агропромышленного комплекса, преимущественно на территории Беларуси. На водосборе р. Уж, затронутом радиоактивным загрязнением от аварии на Чернобыльской АЭС, развита горнодобывающая промышленность [17]. Следует отметить, что в бассейне р. Стыри, помимо крупного промышленного центра (г. Луцк), пристального внимания требует Ровенская АЭС, расположенная в г. Вараш (до 2016 г. – Кузнецовск) [17]. В водосборе р. Горыни находится г. Ровно – крупнейший населенный пункт водосбора (население – более 240 тыс. человек), вторым потенциально напряженным в экологическом плане объектом является г. Нетешин с функционирующей Хмельницкой АЭС.

В водосборах правых притоков р. Припяти можно выделить субмеридиональную зональность, которая близка к особенностям тектонического строения территории и проявляется в поступлении растворенного Ni в воды рек, дренирующих кору выветривания северной части УКЩ. 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 упомянутой территории установлено повторение 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. Припяти.

На украинской части территории водосборов правых притоков р. 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 вос-

тока на запад наблюдается рост присутствия крупных землепользователей. На данной территории происходит переход от индустриальной модели развития народного хозяйства к аграрной с элементами постиндустриальной культуры, наблюдаемой повсеместно. 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. Припяти со времен СССР без выраженных изменений действует система обработки крупных площадей.

Имеет место традиционное размещение населенных пунктов и отдельных хозяйств у водотоков разной величины. Чаще всего поселения вытягиваются вдоль рек. Размещение хозяйств вблизи малых и средних рек (по причинам простоты земледелия средствами малой механизации, транспортной доступности и др.) увеличивает техногенное воздействие на них. Особенности административного разделения земель сельскохозяйственного назначения между членами сельхозкооперативов определяют вытянутую и узкополосчатую конфигурацию наделов пайщиков на украинском сегменте водосбора р. Припяти.

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

Крупные центры промышленного производства, такие как Луцк, Славута, Ровно, Новоград-Волынский, расположены в большинстве случаев в пределах глубокого залегания фундамента, преимущественно ближе к центральной части ВПП (450–1000 м и глубже, в водосборах рек Стири и Горыни). Населенные 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), это повышает риски их ремобилизации из покровных отложений и вовлечение в трансграничный перенос.

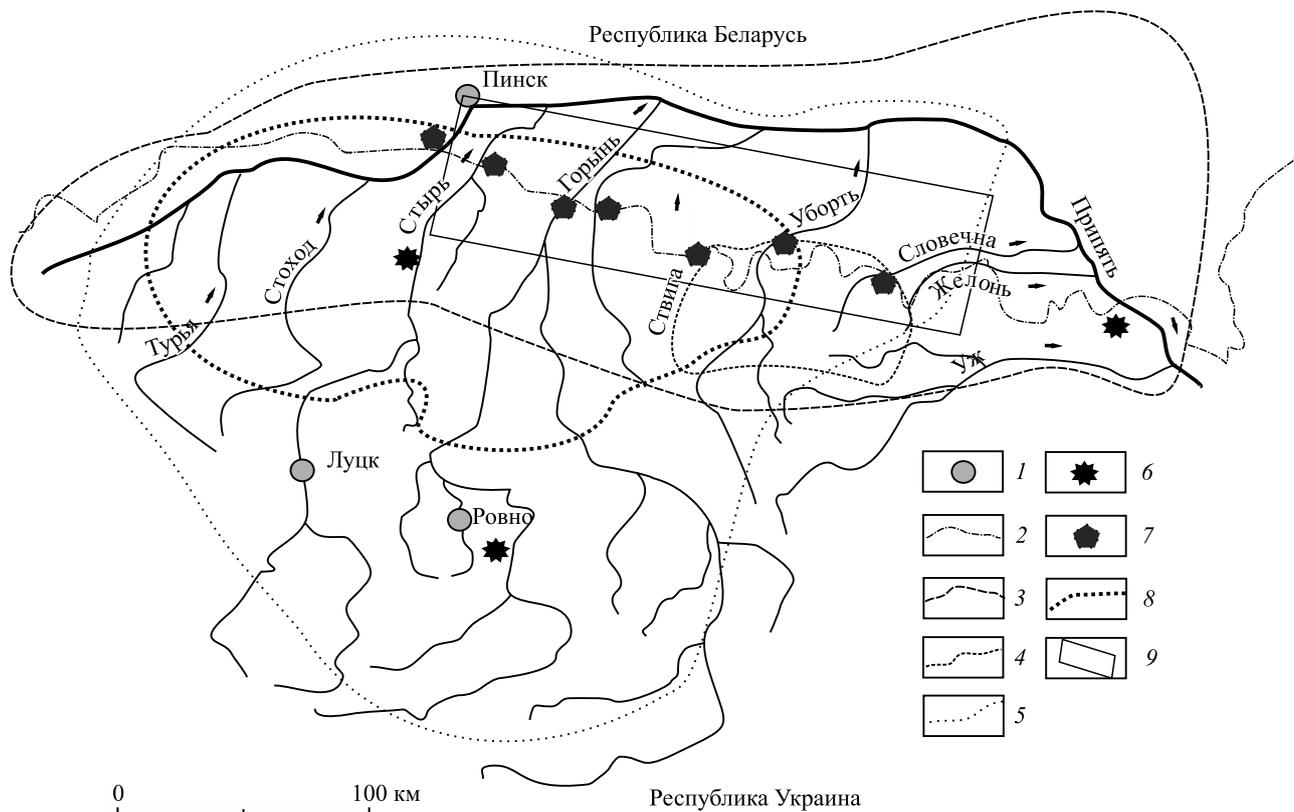
В пределах водосборов правых притоков р. Припяти можно выделить проблемы локального характера, не захватывающие трансграничный перенос, и проблемы, непосредственно или опосредованно его затрагивающие. Пример локальных проблем – проявление радона в водосборах в центральной части УКЩ, связанное с геохимическими 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 Чернобыльской АЭС.

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 с особенностями ведения хозяйственной деятельности на изучаемой территории, в том числе радиоактивными инцидентами и др. (на водосборе р. Припяти находятся две действующие и одна остановленная АЭС, планируется постройка долговременного хранилища ядерных отходов большой вместимости). Риск неконтролируемого распространения радионуклидов путем перетока между водосборами в субширотном направлении существует на всей рассматриваемой территории ввиду наличия развитой системы мелиоративных каналов (см. рисунок).

Потенциальные проблемы регионального характера могут возникать при развитии промышленного производства, в частности при сооружении химических и горно-обогатительных предприятий на водосборах. В данном случае потенциальные риски охватывают территории с различными глубинами залегания кристаллического фундамента и разной мощностью осадочного чехла. В пределах белорусской части бассейна р. Припяти в перспективе можно ожидать появления ореолов рассеяния химических элементов из галоидной формации при разработке Петриковского месторождения калийных солей. При выработке продуктивных пластов сильвинита в пределах шахтных полей возможны образования обширных просадок на дневной поверхности и сопутствующая им трещиноватость, что приведет к увеличению водопроницаемости и росту водообмена между горизонтами. Во избежание экологических рисков для водосбора необходимо обеспечение устойчивой и продолжительной эксплуатации рудника. На современном этапе целесообразны изучение гидрогеологических особенностей горнопромышленного района и прилегающих к нему территорий с точки зрения геохимии современного аллювиального литогенеза, поиск естественных областей разгрузки минерализованных подземных вод и зон проницаемости водоупоров.

Заключение

В настоящей работе были рассмотрены геологические, геохимические и географические особенности строения водосбора правых притоков р. Припяти от фундамента до покровных отложений. На ос-



Области развития потенциально неблагоприятных экологических ситуаций и рекомендуемого размещения пунктов геохимического контроля. Условные обозначения:

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

Areas of development of potentially unfavorable ecological situations and recommended location of geochemical control points.

Symbols: 1 – large industrial centers; 2 – state border; 3 – areas affected by the Chernobyl accident; 4 – area of control of weathering of rocks of the Ukrainian crystal shield; 5 – area of potential radionuclide separation;

6 – objects of atomic energy; 7 – recommended items of geochemical monitoring; 8 – area of possible spread of radionuclides between watersheds; 9 – area of potential environmental stress in transboundary transport

новании проведенного исследования можно выделить следующие направления мониторинга водосбора правых притоков р. Припяти применительно к трансграничному переносу химических элементов:

- мониторинг состояния системы очистных сооружений вследствие преобладания технологий водоотведения с конца 1980-х гг.;
- изучение эколого-геохимических изменений в современном аллювии при переходе от промышленной модели развития народного хозяйства к аграрной с элементами постиндустриальной культуры;
- исследование путей поступления и миграции в аллювии правых притоков р. 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;
- выборочный контроль геохимического состояния современного аллювия в населенных пунктах с минимальным развитием промышленного производства, расположенных преимущественно в местах неглубокого залегания фундамента, на склонах в северной периферии УКЩ;
- изучение особенностей поступления радионуклидов естественного происхождения в аллювий из урановых провинций водосбора правых притоков р. Припяти;
- контроль геохимического состояния современного аллювия рек Стыри и Горыни (оценка потенциального воздействия Хмельницкой и Ровенской АЭС);
- выявление особенностей перетока вещества между водосборами по существующей сети мелиоративных каналов и иных гидротехнических сооружений в геохимических, гидрогеологических и радиогеохимических аспектах; прогнозирование изменения ореолов рассеяния радионуклидов при потенциальных радиоактивных инцидентах;

- 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 р. Припяти, в том числе создание сети наблюдательных скважин, исследование гидрохимической трансформации поверхностных вод в процессе эксплуатации рудника.

Указанные исследования можно осуществить путем проведения постоянных комплексных наблюдений на стационарных пунктах геохимического мониторинга.

Библиографические ссылки

1. Національний атлас України [Электронный ресурс]. URL: wdc.org.ua (дата обращения: 01.03.2017).
2. Национальный атлас Беларуси. Минск : РУП «Белкартаграфія», 2002.
3. Киркор А. Г. Литовское и Белорусское Полесье // Живописная Россия. М. : Изд-во Маврикия Осиповича Вольфа, 1882 [Электронный ресурс]. URL: https://drive.google.com/file/d/0B_T3PThCY39DeVgtSkxLYml5Yzg/view (дата обращения: 01.03.2017).
4. Казлоў Л., Цітоў А. Беларусь на сямі рубяжах. Мінск : Беларусь, 1993.
5. Die Schedelsche Weltchronick [Electronic resource]. URL: [https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_\(deutsch\):278](https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_(deutsch):278) (date of access: 01.03.2017).
6. Національний атлас України / под ред. Л. Г. Руденко. Киев : ГНПП «Картографія», 2008.
7. National atlas of Ukraine (Prototype) [Electronic resource]. URL: <http://wdc.org.ua/atlas/en/4070100.html> (date of access: 01.03.2017).
8. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. М. : Изд-во ГУГК, 1978.
9. Карта деградации почв Украины [Электронный ресурс]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0005_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).
10. Карта загрязненности почв остатками пестицидов и тяжелых металлов [Электронный ресурс]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0006_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).
11. Карта состояния поверхностных вод Украины [Электронный ресурс]. URL: http://www.rav.com.ua/images/File/6002_map.swf (дата обращения: 01.03.2017).
12. Карта кислотности атмосферных осадков Украины [Электронный ресурс]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0003map.swf (дата обращения: 01.03.2017).
13. Тваронович-Сеурук Д. Л. Динамика изменения концентраций Ni в водах рек Беларуси в период 1991–2009 гг. // Проблемы региональной геологии Беларуси : чтения, посвящ. 15-летию кафедры динамической геологии (Минск, 2–3 апр. 2010 г.). Минск, 2010. С. 74–76.
14. Державна служба статистики України [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата обращения: 01.03.2017).
15. Google Earth [Electronic resource]. URL: <https://www.google.com/earth/> (date of access: 01.03.2017).

References

1. Atlas of Ukraine. URL: wdc.org.ua (date of access: 01.03.2017) (in Ukrainian).
2. Natsional'nyi atlas Belarusi [National Atlas of Belarus]. Minsk : RUP «Belkartagrafiya», 2002 (in Russ.).
3. Kirkor A. G. Litovskoe i Belorusskoe Poles'e. *Zhivopisnaya Rossiya*. Moscow : Izdatel'stvo Mavrikiya Osipovicha Vol'fa, 1882. URL: https://drive.google.com/file/d/0B_T3PThCY39DeVgtSkxLYml5Yzg/view (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
4. Kazlow L., Titow A. Balarus' na sjami rubjzjah [Belarus borders on seven]. Minsk : Belarus, 1993 (in Belarus.).
5. Die Schedelsche Weltchronick. URL: [https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_\(deutsch\):278](https://de.wikisource.org/wiki/Die_Schedelsche_Weltchronik_(deutsch):278) (date of access: 01.03.2017) (in Ger.).
6. Rudenko L. G. (ed.). Atlas of Ukraine. Kiev : GNPP «Kartografiya», 2008 (in Ukrainian).
7. National atlas of Ukraine (Prototype). URL: <http://wdc.org.ua/atlas/en/4070100.html> (date of access: 01.03.2017).
8. Atlas prirodnykh uslovii i estestvennykh resursov Ukrainskoi SSR [Atlas of natural conditions and natural resources of Ukrainian SSR]. Moscow : Main. control. cartographer. and geodesy, 1978 (in Russ.).
9. Karta degradatsii pochv Ukrainy [Soil degradation map of Ukraine]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0005_map.swf (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
10. Karta zagryaznyonosti pochv ostatkami pestitsidov i tyazhyolykh metallov [Map of soil contamination with residues of pesticides and heavy metals]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0006_map.swf (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
11. Karta sostoyaniya poverkhnostnykh vod Ukrainy [Map of the state of surface waters of Ukraine]. URL: http://www.rav.com.ua/images/File/6002_map.swf (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
12. Karta kislotnosti atmosferynykh osadkov Ukrainy [Map of the acidity of atmospheric precipitation in Ukraine]. URL: http://environments.land-ecology.com.ua/images/stories/main_page/maps/0003map.swf (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
13. Tvaranovich-Seuruk D. L. The dynamics of concentration changes Ni in the waters rivers of Belarus in during 1991–2009. *Problems Regional geology of Belarus* : sci. conf., ded. 15th ann. of department of dynamic geology (Minsk, 2–3 April, 2010). Minsk, 2010. P. 74–76 (in Russ.).
14. State Statistics Service of Ukraine. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (date of access: 01.03.2017) (in Russ.).
15. Google Earth. URL: <https://www.google.com/earth/> (date of access: 01.03.2017).