

Эколого-геологические проблемы в зоне влияния объектов добычи и переработки нерудного минерального сырья (Республика Беларусь)

О. В. Шершнёв¹, А. И. Павловский¹, А. Н. Галкин², И. И. Косинова^{3✉}

¹Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины,
ул. Советская, 104, 246019, Гомель, Республика Беларусь

²Витебский государственный университет им. П. М. Машерова,
Московский просп., 33, 210038, Витебск, Республика Беларусь

³Воронежский государственный университет,
Университетская пл., 1, 394018, Воронеж, Российская Федерация

Аннотация

Введение: В статье приведен сравнительный анализ эколого-геологического состояния компонентов природной среды в районе добычи строительного камня «Микашевичи» и Гомельского химического завода. Данные горнодобывающие районы относятся к наиболее крупным на территории Беларуси. Горнодобывающий комплекс «Микашевичи» эксплуатирует один из самых крупных в Европе карьеров. Полезным ископаемым является гранит, который используется в строительстве. Гомельский химический завод является перерабатывающим предприятием, производящим минеральные удобрения.

Методика: Для анализа преобразования экологических функций литосферы в районах предприятий использовались методы полевых наблюдений, геоинформационного моделирования территорий, систематизации данных химического анализа подземных вод.

Результаты и обсуждение: Установлены факторы формирования техногенного рельефа, его преобладающие элементы и морфометрические характеристики. Выявлено, что глубина карьерной выемки существенно превышает естественную глубину расчленения рельефа и составляет около 120–130 м от поверхности. Радиус депрессионной воронки достигает 3 км. Эколого-геохимическая функция литосферы наиболее преобразована в районе перерабатывающего предприятия. Подчеркивается, что процесс постоянного водоотлива, нередко достигающий 60 тыс. м³/сут, существенным образом изменил гидродинамические параметры водоносных горизонтов. Источниками воздействия являются производственные цеха и отвалы фосфогипса.

Заключение: Сравнительный анализ исследуемых объектов выявил типичные эколого-геологические ситуации, связанные с техногенным влиянием на природный рельеф и подземные воды. Техногенная трансформация рельефа выражается в возникновении крупных положительных и отрицательных вторичных форм. Техногенное воздействие на подземные воды приводит к существенному колебанию их уровней, нарушению природного химического состава и формированию эколого-гидрогеохимических аномалий. В результате исследований выявлено, что общая площадь загрязнения оценивается сформировавшейся эколого-гидрогеохимической аномалией длиной 4 км и шириной до 1.5 км

Ключевые слова: горнопромышленные и перерабатывающие объекты, экологическая функция литосферы, преобразование, загрязнение, депрессия, преобразование рельефа.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Косинова Ирина Ивановна, e-mail: kosinova777@yandex.ru

Источник финансирования: Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Договор №_20-55-00010 от 30.04.2020 г. и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, Договор №X20P—284 от 04.05.2020 г.

Для цитирования: Шершнёв О. В., Павловский А. И., Галкин А. Н., Косинова И. И. Эколого-геологические проблемы в зоне влияния объектов добычи и переработки нерудного минерального сырья (Республика Беларусь) // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология.* 2020. №3. С. 64–72. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology.2020.3/3010>

Введение

В Республике Беларусь выявлено более 30 видов минерального сырья, добыча и переработка которого обеспечивается 50 предприятиями горнодобывающей и химической промышленности. Отдельные производства также осуществляют переработку импортируемого минерального сырья.

Предприятия по добыче и переработке минерального сырья относятся к потенциальным объектам возникновения эколого-геологических проблем, которые могут проявляться на различных этапах производственной деятельности, включая извлечение полезного ископаемого и его первичную обработку, процесс получения готовой продукции, образование и размещение отходов производства.

На территории Беларуси в пределах горнопромышленных и промышленных объектов многолетними исследованиями установлены наиболее типичные эколого-геологические проблемы, связанные с воздействием на компоненты геологической среды. Они выражаются в изъятии и перемещении горных пород из условий их естественного залегания, формировании техногенных форм рельефа, нарушении гидродинамического и химического режимов поверхностных и подземных вод, загрязнении грунтов, проявлении экзогенных геологических и геодинамических процессов [1–7].

Целью работы является анализ эколого-геологических особенностей районов горнопромышленного и промышленного производства Республики Беларусь.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются: месторождение по разработке строительного камня «Микашевичи» и промышленный комплекс по переработке горнохимического сырья ОАО «Гомельский химический завод» (ГХЗ).

Месторождение строительного камня «Микашевичи» расположено в восточной части Лунинецкого района Брестской области, в 500 м западнее г. Микашевичи.

Полезным ископаемым на месторождении являются интрузивные кристаллические породы (диориты, гранодиориты, граниты), промышленные запасы которых оцениваются в объеме 365 млн м³.

Разработка полезного ископаемого осуществляется открытым способом и предусматривает ведение вскрышных, буровзрывных и добычных работ. Карьер является крупнейшей в Центральной Европе открытой горной выработкой и простирается с запада на восток примерно на 2990 м, а с севера на юг около 1770 м.

Ежегодная добыча полезного ископаемого составляет до 8 млн м³. Одновременно извлекается до 2 млн м³ вскрышных пород, которые складированы во внешних отвалах и размещаются вдоль южной и северной границ месторождения.

Переработка сырья и производство щебня осуществляются непосредственно на дробильно-сортировочном заводе.

Гомельский химический завод размещен в Гомельском районе на северо-западной окраине г. Гомеля. Предприятие является одним из крупнейших в нефтехимической отрасли Республики Беларусь производителей фосфорсодержащих минеральных удобрений, тукосмесей, серной и фосфорной кислот и др.

Производственный процесс получения готовой продукции приводит к ежегодному образованию до 650–800 тыс. т твердых отходов, большая часть из которых представлена фосфогипсом складированным в отвалах, накопленная масса которого к настоящему времени составляет более 21.3 млн т. [8].

Протяженность производственной территории завода с учетом земель отводимых под складирование отходов, водоотводных канав и карьерных водоемов составляет около 3.5 км с запада на восток и до 1.7 км с севера на юг.

В работе использованы следующие методы исследований: эмпирические, сравнительный анализ, статистический, компьютерное моделирование (на основе ГИС) и графический.

Исходными материалами для проведения исследований послужили: 1) космические снимки исследуемых объектов и данные глобальной цифровой модели рельефа SRTM в виде растровых файлов с пространственным разрешением 90 м/пикс и высотным разрешением 1 м; 2) данные химических анализов подземных вод сети мониторинга ГХЗ.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследуемые природно-технические объекты характеризуются комплексом однотипных эколого-геологических проблем [9]. Они проявляются в нарушении естественного залегания и свойств горных пород, изменении рельефа, воздействии на гидродинамический и гидрохимический режимы поверхностных и подземных вод, загрязнении воздуха (химического, шумового, пылевого) и почв. Источниками таких воздействий являются особенности технологического цикла проводимых работ, газообразные и пылевые выбросы, жидкие и твердые отходы производства. Методология оценки устойчивого развития территории, используемая в настоящем анализе, представлена в [10].

Для исследуемых объектов рассмотрим наиболее выраженные эколого-геологические проблемы, связанные с трансформацией природного рельефа и воздействием на подземные воды. Несмотря на схожесть эколого-геологических ситуаций масштаб и характер их проявления различен.

Трансформация природного рельефа. Анализ данных на основе ГИС моделирования дает представление о площади и величине преобразования природного рельефа (рис. 1). При этом необходимо отметить, что цифровая модель рельефа опирается на данные радиометрической съемки 2000 г., что обуславливает некоторые погрешности при выполнении измерений. Кроме того, погрешности в определении абсолютных отметок могут быть вызваны наличием воды (отводи-

мой при водоотливе, либо дождевой) в понижениях поверхности.

Из рисунка 1 видно, что абсолютные отметки местности вне зоны разработки в среднем составляют 125–127 м. Техногенный рельеф образован отрицательными и положительными формами. Отрицательные формы представлены карьерной выемкой, имеющей форму близкую к прямоугольной, площадь которой составляет 4.18 км² или 418 га, что позволяет отнести этот объект к макрокарьерам.

Глубина карьерной выемки существенно превышает естественную глубину расчленения и составляет около 120–130 м (150 м по литературным данным) от поверхности или 8 м (-20 м по литературным данным) в абсолютных высотах (рис. 1).

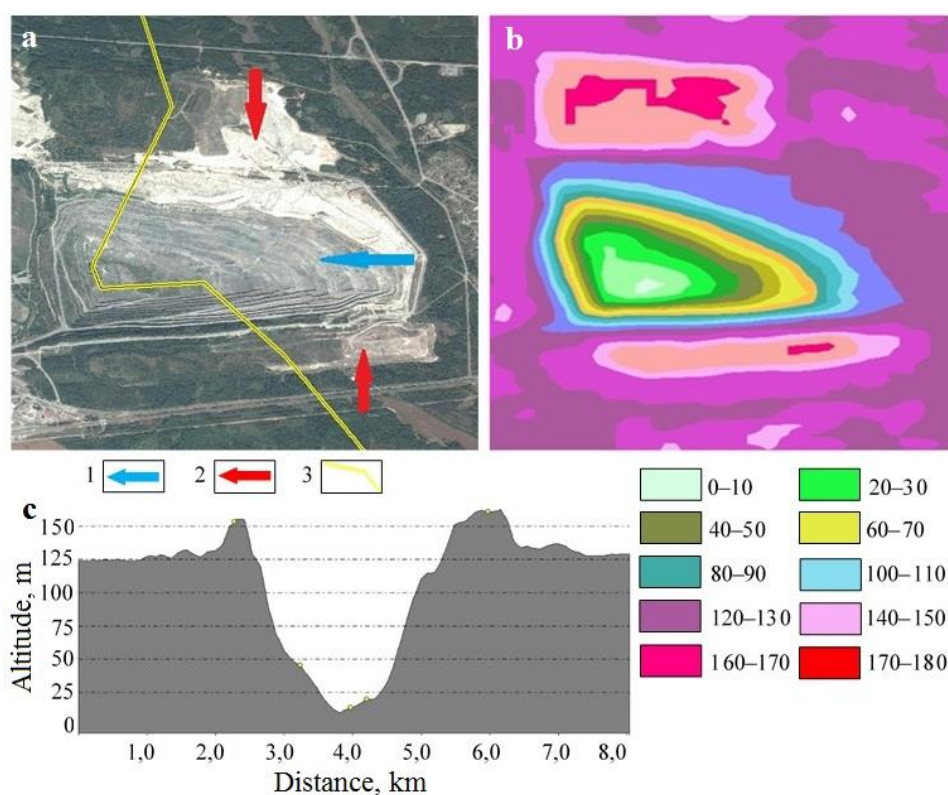


Рис. 1. Карьер «Микашевичи»: *a* – расположение основных объектов горнодобывающего комплекса: 1 – территория карьера; 2 – площади отвалов; 3 – линия гипсометрического профиля; *b* – карта высот горнодобывающего комплекса; *c* – гипсометрический профиль участка.

[**Fig. 1.** Quarry «Mikashevichi»: *a* – location of the main facilities of the mining complex: 1 – quarry territory; 2 – dump areas; 3 – hypsometric profile line; *b* – altitude map of the mining complex; *c* – hypsometric profile of the site.]

Положительные техногенные формы рельефа образованы отвалами вскрышных пород, которые не подвергались дополнительной переработке, а только извлечены из недр земли и уложены в отвал. Состав вскрышных пород представлен преимущественно песчано-глинистыми отложениями, а также скальной вскрышей.

Территории размещения отвалов выделены на основании анализа ГИС-моделей карты высот и гипсометрического профиля. Абсолютные отметки в пределах их размещения составляют 135–163 м, возвышаясь, таким образом, над прилегающими территориями на 20–30 м. Отвалы расположены вдоль

южной и северной границ карьерной выемки, занимая общую площадь в 3.26 км² (326 га) в виде валовидных и грядовидных форм аккумулятивного рельефа. Разнообразие форм техногенного аккумулятивного рельефа зависит от способов складирования отвалов и их возраста (рис. 1, табл.).

Техногенное преобразование рельефа в пределах территории производственной деятельности ГХЗ распространено на площади около 3.7 км². Техногенный рельеф представлен положительными и отрицательными формами, которые в совокупности распространены на площади 1.6 км².

Табл. Характеристика техногенного рельефа природно-технических систем горнопромышленных районов Беларуси
[Table. Characteristics of technogenic relief of natural and technical systems of the mining regions of Belarus]

Природно-техническая система [Natural and technical system]	Происхождение техногенного рельефа [Origin of technogenic relief]	Вид нарушения рельефа [Type of technogenic changes of relief]	Класс отвалов [Dump class]	Характеристика формы созданного техногенного рельефа [Forms of technogenic relief]	Фактор, обуславливающий формирование рельефа [The factor determining the formation of the relief]	Преобладающий элемент рельефа [The dominant element of the relief]	Морфометрическая характеристика рельефа [Morphometric characteristics of the relief]		
							Глубина/высота относительно естественной поверхности, м [Depth/altitude relative to natural surface, m]	Глубина/высота абсолютная, м [Depth/absolute altitude, m]	Угол наклона борта, уступа/угол откоса, град [The inclination of the side, ledge/slope angle, deg]
Горно-промышленная «Микашевичи»	Карьерно-отвальное	Выемка карьерная		Террасированная	Разработка залежей полезного ископаемого глубинного типа с перевозкой вскрыши во внешние отвалы	Уступы по бортам	150	-20	45, 80–90
		Отвалы внешние	Породный	Валовидная, грядовидная	Формирование многоярусных отвалов при транспортной системе разработки полезного ископаемого	Система валов, гряд	20–30	135–163	30–40
Промышленная ГХЗ	Отвалы перерабатывающей промышленности (химического производства)	Отвалы	Шлам фосфогипсовый (продукт переработки апатитового и фосфоритового концентрата)	Платообразная	Формирование одноярусных отвалов с использованием землеройно-транспортных средств	Плато, откосы	10–15	135–145	15–30
				Платообразная террасированная	Формирование многоярусных отвалов с использованием землеройно-транспортных средств	Террасы по откосам, плато	10–35	140–155	20–30
				Гребневидная	Отсыпка отвалов с применением подвесной канатной дороги	Системы гребней	35–45	140–170	40–50

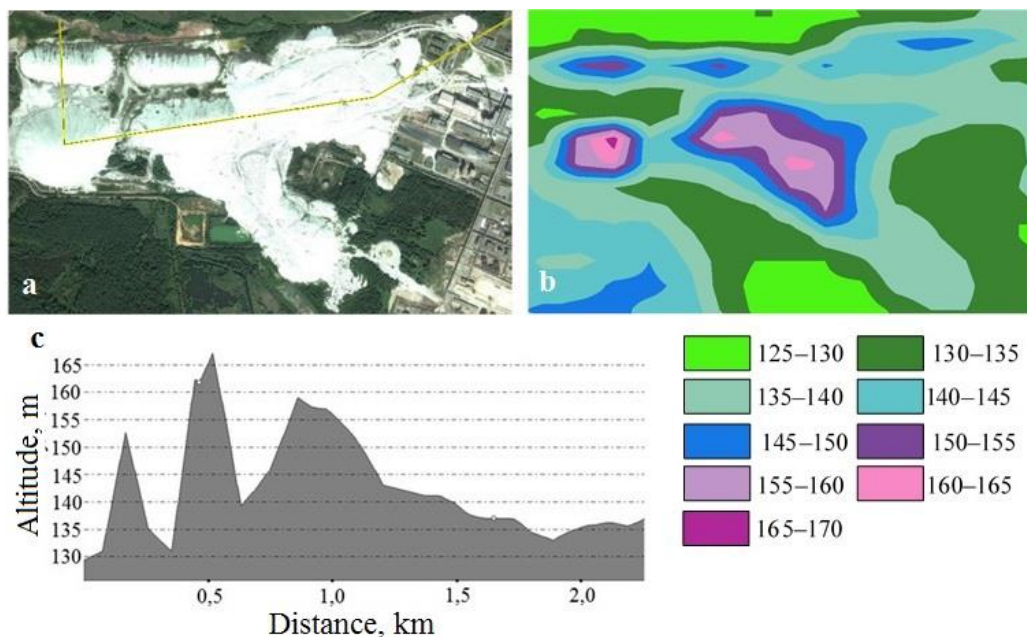


Рис. 2. Техногенный рельеф, образованный отвалами фосфогипса Гомельского химического завода: *a* – космический снимок; *b* – карта высот; *c* – гипсометрический профиль в пределах отвалов фосфогипса.
[Fig. 2. Technogenic relief made by phosphogypsum dumps of the Gomel chemical plant: *a* – space image; *b* – altitude map; *c* – hypsometric profile.]

Среди положительных форм доминирующими являются отвалы фосфогипса, которые занимают площадь около 0.90 км². Они образованы системой гребневидных и платообразных отвалов (рис. 2). Отвальный комплекс существенным образом видоизменяет рельеф поверхности, преобразуя его естественный облик и морфометрию (рис. 2, табл.)

Другие положительные формы представлены единично расположенными линейными объектами – дамбой обвалования (протяженность до 170 м, высота до 1 м), насыпями в пределах технических водоемов, отвалами прудов-шламонакопителей, насыпями авто- и железных дорог, предназначенных для движения технического транспорта.

Отрицательные техногенные формы включают выемки, на месте которых образованы: озерно-болотная система (площадь 0.09 км², глубина до 1–1.5 м), карьерные водоемы (площадь 0.4 км², глубина до 2 м), пруд-усреднитель, пруд-шламонакопитель и резервные пруды (глубина 1–2 м), а также систему канав, которые расположены по периферии отвалов. Канавы не сообщаются между собой, их общая протяженность составляет около 3 км, ширина от 6 до 20 м, а глубина от 1 до 2 м.

Воздействие на подземные воды. Технологический процесс разработки карьера «Микашевичи» предполагает проведение мероприятий по водопонижению с использованием дренажных траншей и скважин, а также применения открытого принудительного водоотлива.

Подземные воды приурочены к верхней выветрелой и трещиноватой зоне кристаллических пород нижнепротерозойского возраста и песчаным отложениям

осадочного чехла четвертичной, неогеновой и палеогеновой систем. Водоносные горизонты осадочного чехла, мощность которого изменяется от 10–15 до 35–60 м, гидравлически взаимосвязаны между собой и водами трещиноватой зоны фундамента.

Процесс постоянного водоотлива, нередко достигающий 60 тыс. м³/сут, существенным образом изменил гидродинамические параметры водоносных горизонтов и привел к преобразованию химического состава подземных и карьерных вод, повлиял на водный режим прилегающих территорий.

В результате водоотлива образовалась воронка депрессии охватившая подземные воды на расстоянии до 3 км от карьера. Это привело к снижению уровней грунтовых вод на 2–8 м и пересыханию двух малых рек в окрестностях месторождения [11].

Депрессионная воронка вызвала нарушение естественной гидродинамической обстановки, активизацию процессов фильтрации подземных вод зоны замедленного водообмена и увеличение притока минерализованных подземных вод в карьер. Данное обстоятельство значительно ухудшает степень комфортности жизнедеятельности в пределах горнопромышленного района [12].

В подземных водах территории горнопромышленного комплекса в разные годы отмечалось повышенное содержание сухого остатка 3.1–3.5 ПДК, азота аммонийного – 7.8 ПДК, кадмия – 10.0 ПДК, превышение фоновых концентраций хлоридов в 12–695 раз (100.6–1365.2 мг/дм³), сульфатов – в 16–94 раза [8, 13–15].

В пределах промышленного комплекса ГХЗ наибольший интерес с геоэкологической точки зрения представляют подземные воды зоны активного водо-

обмена, поскольку они являются основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Гомеля и прилегающих сельских населенных пунктов.

Зона активного водообмена распространяется на глубину 260–280 м и к ней приурочено пять водоносных горизонтов в отложениях четвертичной, палеогеновой, меловой и юрской систем. В естественных условиях воды зоны пресные с минерализацией до 1 г/дм³, преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава.

Негативное влияние промышленного комплекса на подземные воды выражается в подъеме уровня грунтовых вод и загрязнении водоносных горизонтов. Источниками воздействия являются производственные цеха и отвалы фосфогипса. Общая площадь загрязнения оценивается длиной 4 км и шириной до хозяйственно-питьевого назначения проявляется для минерализации, SO₄²⁻, PO₄³⁻, NH₄⁺.

Анализ загрязнения подземных вод в пределах площади размещения отвалов фосфогипса позволяет выделить ряд закономерностей его распространения:

– глубина проникновения загрязнения составляет 30–35 м, достигая палеогенового водоносного горизонта. Однако максимальному загрязнению подвержены грунтовые воды, залегающие на глубине 1.5–подземных вод проявляется в пределах всей площади размещения отвалов и их ближайшей периферии (рис. 3).

– увеличение глубины залегания водоносных горизонтов в значительной мере снижает степень превышения ПДК компонентов загрязнителей, что наблюдается в ниже-среднеплейстоценовом и особенно палеогеновом водоносном горизонте.

– удаление от источника загрязнения к границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) в северо-западном и юго-восточном направлениях по движению потоков подземных вод также обнаруживает тенденцию существенного сокращения загрязнения. Сохраняется влияние на химический состав вод лишь PO₄³⁻-иона, концентрация которого составляет немногим более 1 ПДК.

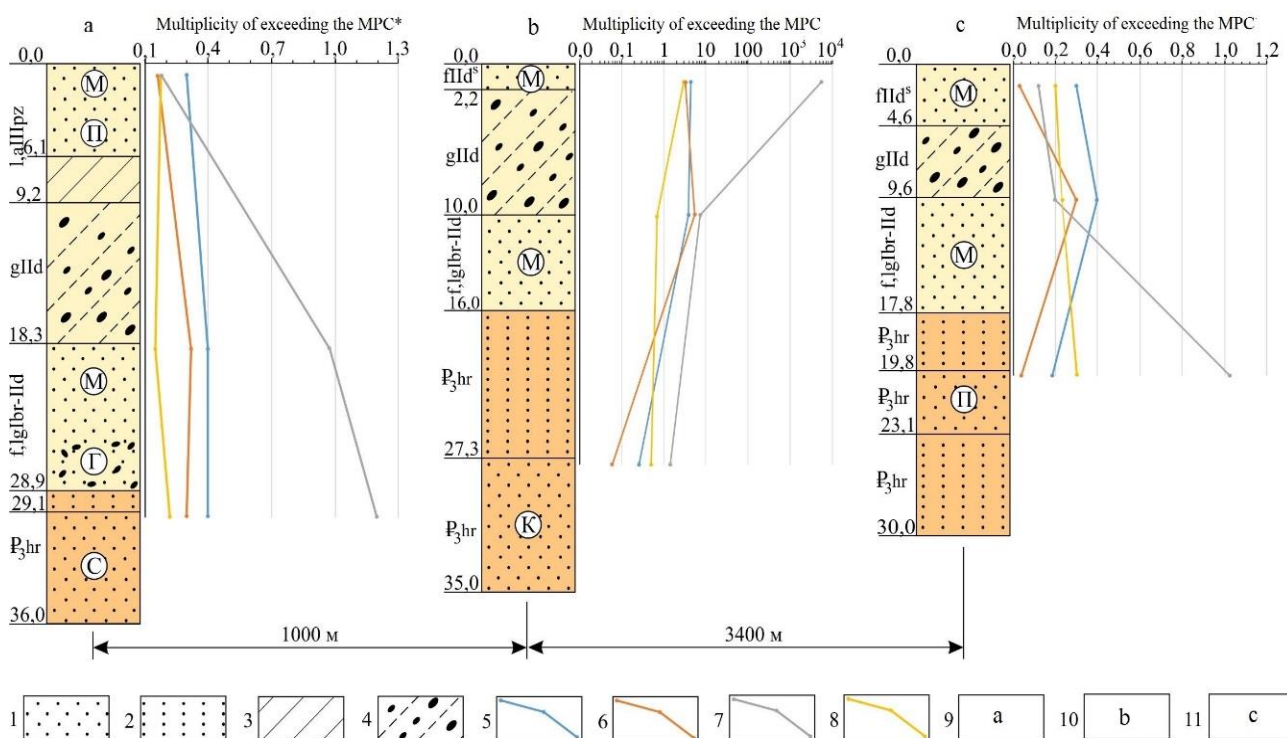


Рис. 3. Типичные гидрохимические профили контролируемых показателей качества подземных вод Гомельского химического завода (по данным локального мониторинга 2019 г.): 1 – песок: Г – гравелистый; К – крупнозернистый; С – среднезернистый; М – мелкозернистый; П – пылеватый; 2 – алеврит; 3 – суглинок; 4 – супесь моренная; 5 – минерализация; 6 – SO₄²⁻; 7 – PO₄³⁻; 8 – NH₄⁺; 9 – северо-западная граница СЗЗ; 10 – отвалы фосфогипса; 11 – юго-восточная граница СЗЗ.

[Fig. 3. Typical hydrochemical profiles of controlled groundwater quality indicators of the Gomel chemical plant (according to local monitoring data, 2019): 1 – sand: Г – gravelly; К – coarse; С – medium; М – fine; П – silty; 2 – silt; 3 – clay loam; 4 – sandy loam; 5 – mineralization; 6 – SO₄²⁻; 7 – PO₄³⁻; 8 – NH₄⁺; 9 – North-Western border of the sanitary protection zone; 10 – phosphogypsum dumps; 11 – South-Eastern border of the sanitary protection zone; *MPC – maximum permissible concentration.]

Заключение

Проведенное исследование позволило установить ряд эколого-геологических особенностей крупных горнодобывающих районов Республики Беларусь.

Техногенная трансформация рельефа выражается в возникновении крупных положительных и отрицательных вторичных форм, амплитуда которых составляет от первых метров до 150 м.

Техногенное воздействие на подземные воды приводит к существенному колебанию их уровней и нарушению природного химического состава. Получают развитие процессы подтопления и заболачивания, образуются воронки депрессии с радиусом влияния до нескольких километров. В пределах очагов загрязнения формируются гидрохимические аномалии хлоридов, сульфатов, фосфатов, аммония в концентрациях, превышающих допустимые, установленные для вод хозяйственно-питьевого назначения.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галкин А. Н. Литотехнические системы Белоруссии: закономерности функционирования, мониторинг и инженерно-геологическое обоснование управления: автореф. дис. ... доктора геол.-мин. наук: 25.00.08. М. 2014. 37 с.
2. Галкин А. Н. Особенности формирования природно-технических систем на территории Беларуси и их типизация // *Литасфера*. 2008. № 1. С. 126–140.
3. Гледко Ю. А. Геоэкологическая оценка влияния горнодобывающей промышленности на геосистемы центральной части Белорусского Полесья: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36. Минск. 2002. 22 с.
4. Жумарь П. В. Геохимическая оценка техногенных ландшафтов Солигорского горнопромышленного района: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.33. Минск. 2009. 22 с.
5. Коцур В. В. Геохимия подземных вод зоны активного водообмена на территории влияния Гомельского химического завода: дис. ... канд. геол.-минер. наук: 25.00.09. Минск. 2004. 256 с.
6. Лысухо Н. А., Ерошина Д. М. Отходы производства и потребления, их влияние на природную среду. Минск, МГЭУ им. А.Д. Сахарова. 2011. 210 с.
7. Шершнёв О. В. Оценка воздействия отходов фосфогипса

на компоненты окружающей среды // *Экологический вестник*. 2016. № 2 (36). С. 97–103.

8. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2019 год. Минск. 2020. 452 с.
9. Косинова И. И., Ильяш В. В., Разиньков Н. Д. Прогноз характера экологических рисков в районе разработки Новохоперского месторождения сульфидных руд (Воронежская область) // *Разведка и охрана недр*. 2018. № 1. С. 12–17.
10. Овчинникова Т. В., Косинова И. И. Методология оценки устойчивого развития территории Центрально-Черноземного региона // В сборнике: VI Международная научно-практическая конференция «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы». 2019. С. 126–130.
11. Ясовеев М. Г., Гледко Ю. А. Геоэкологические проблемы разработки Микашевичского месторождения строительного камня // *Вестник Белорусского государственного университета*. Сер. 2. Химия. Биология. География. 2001. № 2. С. 71–76.
12. Хованская М. А., Косинова И. И., Воробьева М. Г. Результаты апробирования методики оценки комфортности жизнедеятельности на примере Айхальского горнодобывающего комплекса района Криозоны (Якутия) // *Вестник Воронежского государственного университета*. Сер. Геология. 2018. № 1. С. 132–138.
13. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2014. Минск. 2015. 343 с.
14. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2015. Минск. 2016. 357 с.
15. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2017 год. Минск. 2018. 450 с.
16. Жогло В. Г., Галкин А. Н., Ковалева А. В. Особенности создания системы инженерной защиты геологической среды от негативных техногенных процессов в районе Гомельского химического завода // *Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология*. 2009. № 4. С. 298–310.

Шершнёв Олег Владимирович – к. г. н., доцент кафедры социально-гуманитарных дисциплин института повышения квалификации и переподготовки, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Республика Беларусь; E-mail: gomelgeo@yandex.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4531-8402>

Павловский Александр Илларионович – к. г. н., доцент, заведующий кафедрой геологии и географии, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Республика Беларусь; E-mail: aipavlovsky@mail.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2211-2559>

Галкин Александр Николаевич – д.г.-м. н., профессор кафедры географии, Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Витебск, Республика Беларусь; E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1667-2026>

Косинова Ирина Ивановна – д.г.-м. н., профессор, заведующая кафедрой экологической геологии, Воронежский государственный университет, г. Воронеж; E-mail: kosinova777@yandex.ru; ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5439-5197>

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Oleg V. Shershnyov – PhD in geography, associate professor at the department of social and humanitarian disciplines, Institute of skills development and retraining, Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus; E-mail: gomelgeo@yandex.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4531-8402>

Aleksandr I. Pavlovskii – PhD in geography, docent; Head of Geology and Geography Department, Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus; E-mail: aipavlovsky@mail.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2211-2559>

Aleksandr N. Galkin – PhD, Dr. habil. in Geol.-Min., Professor, Department of Geography, Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Republic of Belarus; E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1667-2026>

Irina I. Kosinova – PhD, Dr. habil. in Geol.-Min., Professor, Head of Environmental Geology Department, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; E-mail: kosinova777@yandex.ru; ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5439-5197>

All authors have read and approved the final manuscript.

Ecological and geological issues of the territories affected by facilities for the mining and processing of non-metallic mineral raw materials (Belarus)

O. V. Shershnyov¹, A. I. Pavlovskii¹, A. N. Galkin², I. I. Kosinova³✉

¹*Francisk Skorina Gomel State University, 104 Sovetskaya st., Gomel 246019, Belarus*

²*Vitebsk State University named after P. M. Masherov, 33 Moskovskii pr., Vitebsk 210038, Belarus*

³*Voronezh State University, 1 Universitetskaya pl., Voronezh 394018, Russian Federation*

Abstract

Introduction: The article provides a comparative analysis of the ecological and geological state of the environment components in the area of the Mikashevichi building stone mining and the Gomel Chemical Plant. These mining areas are among the largest in Belarus. The Mikashevichi mining complex exploits one of the biggest quarries in Europe. The mined mineral is granite, which is used in construction. The Gomel Chemical Plant is a processing enterprise that produces mineral fertilisers.

Methodology: To analyse the transformation of the environmental functions of the lithosphere in the areas of the enterprises, the methods of field observation, geoinformation modelling of the territories, systematisation of the data of chemical analysis of groundwater were used.

Results and discussion: The factors of the technogenic relief formation, its prevailing elements and morphometric characteristics have been determined. It was found that the depth of the quarry is significantly greater than the natural depth of the relief dissection and the pit is about 120–130 m deep. The radius of the depression cone reaches 3 km. The ecological and geochemical function of the lithosphere is most transformed in the area of the processing plant. It is emphasized that the process of constant drainage, often reaching 60 thousand m³/day, has significantly changed the hydrodynamic parameters of aquifers. The impact sources are production workshops and phosphogypsum dumps.

Conclusions: The comparative analysis of the studied areas revealed typical ecological and geological issues associated with the technogenic impact on the natural relief and groundwater. Technogenic transformation of the relief results in the formation of large positive and negative secondary landforms. Technogenic impact on groundwater leads to significant fluctuations in groundwater levels, disruption of the natural chemical composition, and the formation of ecological and hydrogeochemical anomalies. As a result of the research, it was determined that the total area of pollution could be estimated by a 4 km long and up to 1.5 km wide ecological-hydrogeochemical anomaly that was formed.

Keywords: mining and processing facilities, environmental function of the lithosphere, transformation, pollution, depression, relief transformation.

Funding: The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research, Agreement No. 20-55-00010 dated 30.04.2020 and the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research, Agreement No. X20P-284 dated 04.05.2020.

For citation: Shershnyov O. V., Pavlovskii A. I., Galkin A. N., Kosinova I. I. Ecological and geological issues of the territories affected by facilities for the mining and processing of non-metallic mineral raw materials (Belarus). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya = Proceedings of Voronezh State University*. 2020, No. 3, pp. 64–72. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology.2020.3/3010>



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Irina I. Kosinova, e-mail: kosinova777@yandex.ru

Conflict of interests: The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article

REFERENCES

1. Galkin A. N. *Litotekhnicheskie sistemy Belorussii: zakonomernosti funkcionirovaniya, monitoring i inzhenerno-geologicheskoe obosnovanie upravleniya*: avtoref. dis. ... doktora geol.-min. nauk: 25.00.08. [Lithotechnical systems of Belarus: regularities of functioning, monitoring and engineering and geological justification of management]. M. 2014. 37 p. (in Russ.)
2. Galkin A. N. Osobennosti formirovaniya prirodno-tekhnicheskikh sistem na territorii Belarusi i ih tipizatsiya. [Peculiarities of formation of natural and technical systems in the territory of Belarus and their typification]. *Litasfera = Lithosphere*. 2008, no 1, pp. 126–140. (in Russ.)
3. Gledko Yu. A. *Geoekologicheskaya ocenka vliyaniya gornodobyvayushchej promyshlennosti na geosistemy central'noj chasti Belorusskogo Poles'ya*: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk: 25.00.36. [Geoecological evaluation influence of mining industry on geosystems of the central part of Belarusian Polesse]. Minsk. 2002. 22 p. (in Russ.)
4. Zhumar' P. V. *Geohimicheskaya ocenka tekhnogennykh landshaftov Soligorskogo gornopromyshlennogo rajona*: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk: 25.00.33. [Geochemical assessment of technogenic landscapes of the Soligorsk mining region]. Minsk. 2009. 22 p. (in Russ.)
5. Kocur V. V. *Geohimiya podzemnykh vod zony aktivnogo vodobmena na territorii vliyaniya Gomel'skogo himicheskogo zavoda*: dis. ... kand. geol.-miner. nauk: 25.00.09. [Geochemistry of underground waters in the zone of active water exchange on the territory influenced by Gomel chemical plant]. Minsk. 2004. 256 p. (in Russ.)
6. Lysuho N. A., Eroshina D.M. *Othody proizvodstva i potrebleniya, ih vliyaniye na prirodnyuyu sredu* [Production and consumption waste, its impact on the natural environment]. Minsk. MGEU im. A.D. Saharova. 2011. 210 p. (in Russ.)
7. Shershnyov O. V. Ocenka vozdeystviya othodov fosfogipsa na komponenty okruzhayushchej sredy. [Study of influence of industrial chemicals dumps on components of the environment]. *Ekologicheskij vestnik = Journal of the Belorussian state university «Ecology»*. 2016, no. 2 (36), pp. 97–103. (in Russ.)
8. Nacional'naya sistema monitoringa okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus': rezul'taty nablyudenij, 2019 god. [National environmental monitoring system of the Republic of Belarus: results of observations, 2019 year]. Minsk. 2020. 452 p. (in Russ.)
9. Kosinova I. I., Ilyash V. V., Razinkov N. D. Prognoz haraktera ekologicheskikh riskov v rajone razrabotki Novohoperskogo mestorozhdeniya sul'fidnykh rud (Voronezhskaya oblast'). [Forecast of the nature of environmental risks in the development area of the Novokhopera deposit of sulphide ores (Voronezh region)]. *Razvedka i okhrana neдр = Exploration and protection of the subsoil*. 2018, no. 1, pp. 12–17. (in Russ.)
10. Ovchinnikova T. V., Kosinova I. I. Metodologiya ocenki ustojchivogo razvitiya territorii Central'no-Chernozemnogo regiona. [Methodology for assessing the sustainable development of the Central-Black Earth region]. *VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Ekologicheskaya geologiya: teoriya, praktika i regional'nye problemy»*. [In the collection: VI International Scientific and Practical Conference «Environmental Geology: Theory, Practice and Regional Problems»]. 2019, pp. 126–130. (in Russ.)
11. Yasoveev M. G., Gledko Yu. A. Geoekologicheskije problemy razrabotki Mikashevich-skogo mestorozhdeniya stroitel'nogo kamnya. [Geoecological problems of the development of the Mikashevichi's occurrence of building materials]. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 2. Himiya. Biologiya. Geografiya. = Proceedings of Belorussian state university. Ser. 2. Chemistry. Biology. Geography*. 2001, no. 2, pp. 71–76. (in Russ.)
12. Khovanskaya M. A., Kosinova I. I., Vorobyev M. G. Results of testing the method of assessing the comfort of life on the example of the Aykhal mining complex of the district of Kryozona (Yakutia). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya = Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*. 2018, no.1, pp. 132–138.
13. Nacional'naya sistema monitoringa okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus': rezul'taty nablyudenij, 2014. [National environmental monitoring system of the Republic of Belarus: results of observations, 2014]. Minsk. 2015. 343 p. (in Russ.)
14. Nacional'naya sistema monitoringa okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus': rezul'taty nablyudenij, 2015. [National environmental monitoring system of the Republic of Belarus: results of observations, 2015]. Minsk. 2016. 357 p. (in Russ.)
15. Nacional'naya sistema monitoringa okruzhayushchej sredy Respubliki Belarus': rezul'taty nablyudenij, 2017 god. [National environmental monitoring system of the Republic of Belarus: results of observations, 2017 year]. Minsk. 2018. 450 p. (in Russ.)
16. Zhoglo V. G., Galkin A. N., Kovaleva A. V. Osobennosti sozdaniya sistemy inzhenernoj zashchity geologicheskoy sredy ot negativnykh tekhnogennykh processov v rajone Gomel'skogo himicheskogo zavoda. [Features of the creation of a system of engineering protection of the geological environment from negative technogenic processes in the area of the Gomel chemical plant]. *Geoekologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya = Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology*. 2009, no. 4, pp. 298–310. (in Russ.)