

ISSN 1561-8323 (Print)
ISSN 2524-2431 (Online)

НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES

УДК 504.61:551.438.5(476.7)
<https://doi.org/10.29235/1561-8323-2023-67-5-425-432>

Поступило в редакцию 03.08.2023
Received 03.08.2023

Е. А. Кухарик^{1,2}, академик А. В. Матвеев¹

¹*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь*

²*Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА БЕЛАРУСИ**

Аннотация. Изложены результаты исследований по оценке техногенной трансформации геологической среды территории юго-западной Беларуси под воздействием разнообразной хозяйственной деятельности человека. Работы базировались на применении комплексной методики, включающей изучение опубликованных и фондовых источников, геологических, геоморфологических, топографических и кадастровых карт, планов населенных пунктов, данных дистанционных съемок и материалов полевых и маршрутных наблюдений, картометрических и картосоставительских работ. Показано, что за последние 150 лет в регионе произошла заметная перестройка облика земной поверхности, строения и состава толщ покровных отложений. Это обусловлено гидромелиоративным и селитебным освоением территории, авто- и железнодорожным строительством, разработкой месторождений полезных ископаемых, накоплением твердых отходов и другими видами деятельности. Суммарное значение объема техногенно перемещенных на этой территории грунтов составляет 780,7 млн м³, а рассчитанный показатель интенсивности проявления техногенных геологических процессов равен 182 м³/км²/год, что в 2,4 раза превышает совокупное воздействие на земную поверхность региона современных экзогенных геологических процессов.

Ключевые слова: техногенез, техногенные геологические процессы, техногенная трансформация, геологическая среда, юго-западная Беларусь

Для цитирования. Кухарик, Е. А. Интегральная оценка техногенной трансформации геологической среды юго-западного региона Беларуси / Е. А. Кухарик, А. В. Матвеев // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2023. – Т. 67, № 5. – С. 425–432. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2023-67-5-425-432>

Evgeniy A. Kukharik^{1,2}, Academician Aleksey V. Matveyev¹

¹*Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

²*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

**INTEGRATED ASSESSMENT OF TECHNOGENIC TRANSFORMATION
OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT IN THE SOUTHWESTERN REGION OF BELARUS**

Abstract. The article presents the results of assessment of technogenic transformation of the geological environment in the territory of the southwestern region of Belarus under the influence of various human economic activities. The research was based on the application of a complex methodology, including the study of published and fund sources, geological, geomorphological, topographic and cadastral maps, plans of settlements, remote survey data and materials of field and route observations, cartometric and cartographic works. It is shown that over the past 150 years, a noticeable restructuring of the earth's surface, the structure and composition of the cover deposits has taken place in the region. This is due to a hydro-reclamation and residential development of the territory, road and railway construction, mining, accumulation of solid waste and other activities. The total volume of technogenically displaced soils in this area is 780.7 million m³, and the calculated indicator of the intensity of technogenic geological processes is 182 m³/km²/year. It is 2.4 times higher than the total impact on the earth's surface of the region of modern exogenous geological processes.

Keywords: technogenesis, technogenic geological processes, technogenic transformation, geological environment, southwestern Belarus

For citation. Kukharik E. A., Matveyev A. V. Integrated assessment of technogenic transformation of the geological environment in the southwestern region of Belarus. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2023, vol. 67, no. 5, pp. 425–432 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2023-67-5-425-432>

Введение. Лик и недра Земли в настоящее время испытывают колоссальный техногенный прессинг и претерпевают существенные трансформации под его воздействием. Это явление, приобретшее глобальный характер в течение последних 200–300 лет, обусловлено разнообразной хозяйственной деятельностью человека и получило в научной литературе название «техногенез» [1; 2]. Сегодня исследования по обозначенной проблематике весьма актуальны и проводятся как отечественными, так и зарубежными научными сотрудниками и научными коллективами, о чем свидетельствует представительная опубликованная литература [3–9].

Говоря о глобальности проявления техногенеза, необходимо отметить, что геологическая среда Беларуси в целом и ее юго-западного региона в частности подвергается заметной техногенной дезинтеграции [10; 11]. Хозяйственная деятельность человека на изученной территории проявляется практически повсеместно и приводит к заметным изменениям в рельефе земной поверхности, строении и составе формирующих ее покровных отложений. Трансформация геологической среды в результате развития техногенных геологических процессов происходит вследствие строительства автомобильных и железных дорог, гидромелиоративных и гидротехнических систем и объектов, зданий и сооружений в городских и сельских населенных пунктах, при добыче полезных ископаемых, складировании твердых отходов, использовании земель в сельском хозяйстве и других видах деятельности. Количественной оценке масштаба техногенной преобразованности геологической среды территории юго-западной Беларуси посвящено настоящее сообщение.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились с использованием комплексной методики, включавшей анализ опубликованных и фондовых материалов, данных полевых работ, изучение геологических и геоморфологических карт разных годов издания и масштабов, кадастровых карт и планов населенных пунктов, результатов дистанционных съемок.

Для определения степени трансформации геологической среды изученного региона производились расчеты объемов перемещенных грунтов в результате реализации различных видов хозяйственной деятельности человека, которые базировались на определенных усредненных параметрах образующихся техноморф, опубликованных в [12]. Основные параметры техноморф (площадь, длина, ширина, глубина, высота и др.) устанавливались при выполнении полевых исследований и картометрических работ. Соответствующие математические расчеты производились в Microsoft Excel. Полученные расчетные показатели выражены в м³/км². Подсчет их значений велся по сетке масштаба 1 : 50 000, равномерно покрывающей всю площадь изученного региона, после чего они наносились на картографическую основу. Картографические работы и графическая обработка материалов выполнялись с использованием программных продуктов QGIS 3.22.1 и CorelDRAW 2018. Для установления интенсивности проявления техногенных геологических процессов на территории юго-западной Беларуси использован суммарный показатель объема техногенно перемещенных на различные расстояния отложений и определен временной промежуток в 150 лет.

Результаты и их обсуждение. Прежде чем перейти к рассмотрению особенностей техногенной трансформации геологической среды территории юго-западной Беларуси, целесообразно остановиться на некоторых терминологических аспектах. Современное состояние верхних слоев литосферы изученного региона определяется термином «техносфера», под которым понимается приповерхностная зона земной коры, в которой протекает инженерная и хозяйственная деятельность человека [13, с. 782]. Разнообразные техногенные воздействия на геологическую среду, приводящие к закономерным и морфологически выраженным изменениям в рельефе земной поверхности, строении толщи покровных отложений, а также в структуре проявляющихся природных геодинамических процессов нами определены как техногенные геологические процессы. На основе анализа особенностей развития техногенеза в регионе была разработана генетическая

классификация техногенных геологических процессов и образованных ими форм рельефа (техноморф) (таблица). Высшей единицей этой классификации является группа процессов, выделяемая по основному энергетическому источнику их генезиса. В группе различаются типы – по ведущему фактору, подтипы и виды (аккумулятивный (А) и деструктивный (Д)) – по форме и направленности проявления соответствующего процесса. Перейдем к рассмотрению особенностей проявления каждого из типов техногенных геологических процессов.

Классификация техногенных геологических процессов и создаваемых ими форм рельефа [12]

Classification of technogenic geological processes and the relief forms they create [12]

Группа Group	Тип Type	Вид Species	Морфологическое выражение геологической деятельности процесса Morphological expression of the geological activity of the process
Техногенная	Горнопромышленный	А	Отвалы, насыпи
		Д	Карьеры, копани, котлованы
	Дорожный	А	Насыпи авто- и железных дорог, разноуровневых транспортных развязок, эстакад и переездов, мостовых сооружений, взлетно-посадочных полос аэропортов и аэродромов
		Д	Выемки и выровненные поверхности, сооружаемые при дорожном строительстве, террасированные и спланированные склоны
	Селитебный	А	Одно- и многоэтажные гражданские и промышленные сооружения, городища, курганы, дамбы, валы, отвалы, насыпи автомобильных и железных дорог, укрепленные берега водоемов, искусственные механизмы и самоходные установки
		Д	Поверхности срезания и выравнивания населенных пунктов, дорожные выемки, карьерные выемки, котлованы, воронки, колодцы, чаши водохранилищ и прудов, спрямленные участки русел рек
	Гидромелиоративный	А	Кавальеры неразрванные и разрванные, дамбы, ограждающие валы, плотины, пляжи и другие намывные формы
		Д	Выемки магистральных, нагорно-ловчих каналов и осушителей, канав, смотровых колодцев, чаши водохранилищ и прудов, спрямленные участки русел рек и ручьев
	Коммунальный	А	Насыпи твердых отходов, ограждающие валы, кавальеры, постройки хозяйственной зоны
		Д	Выемки и выровненные поверхности полигонов и мини-полигонов твердых отходов, обводных каналов, канав, контрольных колодцев, чаши прудов и дезинфицирующих ванн, спланированные участки рекультивированных полигонов

Горнопромышленный тип. Развитие техногенных процессов данного типа сопровождается коренной перестройкой геологической среды. Так, деструктивными геологическими процессами горнопромышленного типа формируются выемки промышленных и внутрихозяйственных карьеров (рис. 1). В настоящее время в регионе их насчитывается 266, из них промышленных – 63, внутрихозяйственных – 203. Аккумулятивными техногенными процессами, связанными с добычей полезных ископаемых, создаются насыпи и отвалы вскрышных пород и полезного ископаемого. Эти техноморфы располагаются обычно вблизи промышленных объектов, занимающихся переработкой природного сырья, либо в районах его добычи. Общая площадь земель, нарушенных при открытой разработке месторождений глин, песков, песчано-гравийных смесей, гравия, торфа, сапропелей, мела в регионе составляет около 1500 га, а суммарный объем перемещенных грунтов оценивается в 80,0 млн м³.

Дорожный тип. Аккумулятивные процессы рассматриваемого типа образуют хорошо выраженные в рельефе грядо- и увалоподобные насыпи автомобильных и железных дорог, которые на территории юго-западной Беларуси к настоящему времени сформировали разветвленную сеть техноморф (рис. 2). Общая протяженность автодорожных техноморфообразований составляет 33260 км, железнодорожных – 950 км. Деструктивная деятельность процессов этого типа



Рис. 1. Техногенный комплекс рельефа, сформированный при разработке торфяного месторождения ОАО «Торфопредприятие Глинка», Столинский район Брестской области

Fig. 1. Technogenic relief complex formed during the development of a peat deposit by JSC «Glinka Peat Enterprise», Stolín District, Brest Region



Рис. 2. Дорожная грунтовая насыпь южнее д. Большие Дворцы, Пинский район Брестской области

Fig. 2. Road embankment to the south of the village of Bol'shie Dvortsy, Pinsk district, Brest region

проявляется в выравнивании земной поверхности в процессе дорожного строительства. В случае, если сооружение размещают на слабых грунтах (торф, сапропель и др.), производится полная или частичная их замена минеральными породами с хорошей несущей способностью. Хозяйственная деятельность, направленная на развитие дорожной сети, приводит к перемещению огромных объемов отложений на различные расстояния. Согласно проведенным нами подсчетам, в результате дорожного строительства по территории региона было перемещено не менее 57,7 млн м³ грунтов, из них 54,3 млн м³ приходится на автодорожное строительство и 3,4 млн м³ – на железнодорожное.

Селитебный тип. Техногенными геологическими процессами селитебного типа создаются различные по конфигурации и назначению здания и постройки, представляющие собой слож-

ные инженерно-технические сооружения высотой до нескольких десятков метров и площадью в десятки – первые сотни квадратных метров. Они проявляются, прежде всего, в пределах урбанизированных территорий (городских и сельских населенных пунктов), реже – за их пределами. В процессе строительства коренным образом изменяется рельеф: производится выравнивание земной поверхности и формируются насыпные или намывные основания фундаментов зданий. Существенные объемы грунтов перемещаются на различные расстояния также при прокладке коммуникаций, сооружении колодцев, прудов и др. Аккумулятивными процессами селитебного типа сформированы древние городища и курганы. Своеобразными техногенными образованиями являются также отложения культурного слоя, которые были изучены проведенными в регионе археологическими исследованиями. Например, в городах Брест, Пинск и Каменец мощность культурного слоя составляет 7,0, 4,5 и 2,5 м соответственно [14]. Общий объем перемещенных отложений в результате селитебного освоения территории юго-западной Беларуси составляет около 88,0 млн м³.

Гидромелиоративный тип. Результатом проявления техногенных геологических процессов этого типа является образование различных по параметрам открытых техноморфообразований преимущественно деструктивного вида. Нужно сказать, что территория изученного региона является классической для изучения результатов гидромелиоративного освоения земель, так как здесь начиная с 1873 г. реализовывались мероприятия по коренному улучшению площадей путем осушения, что привело к значительной трансформации облика земной поверхности. Так, деструктивными процессами гидромелиоративного типа сформированы выемки открытых осушительных каналов (рис. 3), котловины водохранилищ и прудов. Наиболее грандиозной и сложной отрицательной техноморфой является выемка судоходного Днепровско-Бугского водного пути, протянувшаяся с запада на восток на 95 км, соединив рр. Мухавец и Пина; основные параметры: гарантированная ширина канала – 40 м, глубина – 2 м. Если говорить о техноморфах, возникших при строительстве водохранилищ, то в изученном регионе их насчитывается 44. Что касается выемок, в настоящее время занятых прудами, то их количество специально не подсчитывалось из-за их скромных размеров и непродолжительного периода существования. Аккумулятивные процессы гидромелиоративного типа формируют кавальеры, дамбы, ограждающие



Рис. 3. Русло осушительного канала и прилегающие мелиорированные площади недалеко от д. Иванисовка Пинского района Брестской области

Fig. 3. The channel of the drainage canal and adjacent reclaimed areas near the village of Ivanisovka, Pinsk district, Brest region

валы, плотины, пляжи, которые представляют собой протяженные положительные формы рельефа, сооружаемые в основном из природных грунтов, а также водопропускные шлюзы и гидроузлы, строящиеся из искусственных материалов [12; 14]. Совокупный объем грунтов, перемещенных по территории юго-западного региона Беларуси на различные расстояния в результате гидромелиоративного и гидротехнического строительства, оценивается в 542,0 млн м³.

Коммунальный тип. Процессами рассматриваемого типа формируются техноморфы полигонов и мини-полигонов твердых бытовых и коммунальных отходов. Они распространены на территории юго-западной Беларуси на площади более 260 га. Всего в регионе насчитывается 18 крупных полигонов и 196 мини-полигонов для хранения твердых отходов [14]. На этапе проектирования и строительства площадки полигона для размещения твердых отходов преобладают деструктивные процессы, проявляющиеся при выполнении работ по выравниванию рельефа земной поверхности, обустройству котлована производственной зоны и выемок каналов для аккумуляции жидких стоков. В процессе эксплуатации полигонов накапливается слой твердых отходов (техногенные отложения) и формируется насыпь, которая увеличивается в размерах по мере их поступления. После накопления слоя мощностью 2–2,5 м производится его уплотнение при помощи спецтехники и изоляция слоем грунта мощностью 0,15–0,25 м. Техноморфы мини-полигонов занимают значительно меньшую площадь – обычно не более 0,1 км². В их пределах складываются твердые отходы, в большинстве случаев в 1, реже – до 3 слоев с уплотнением по технологиям, используемым на крупных полигонах. Существенный объем образующихся твердых отходов в регионе обуславливает возникновение значительных аккумулятивных техноморфообразований, в которых накоплено приблизительно 13,0 млн м³ техногенных отложений.

Оценка техногенной преобразованности геологической среды. Используя приведенные выше значения объема перемещенных отложений в результате проявления техногенных геологических процессов различных типов, были выполнены расчеты для оценки трансформации геологической среды территории юго-западной Беларуси. Это позволило построить картосхему распределения значений объема техногенно перемещенных грунтов для исследованного региона (рис. 4).

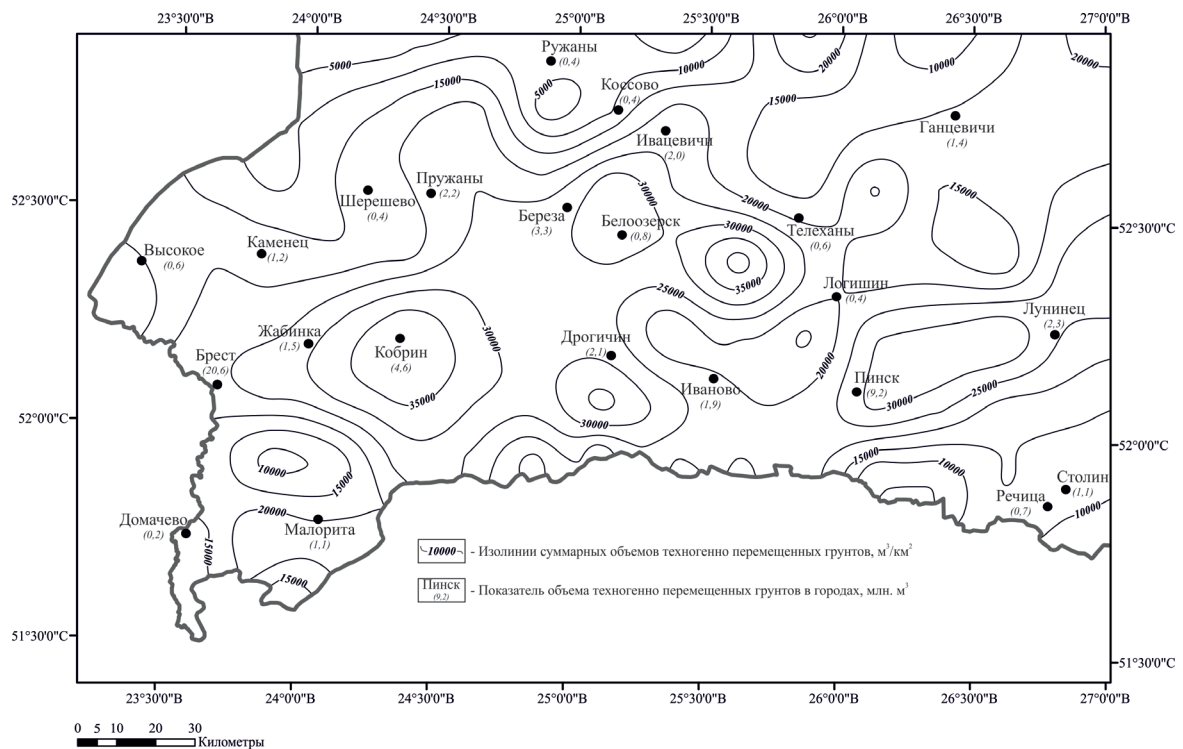


Рис. 4. Картосхема распределения суммарного показателя объема перемещенных грунтов в результате проявления техногенных геологических процессов на территории юго-западной Беларуси, м³/км²

Fig. 4. Distribution scheme of the total indicator of the displaced soils volume as a result of technogenic geological processes in the territory of southwestern Belarus, m³/km²

Как показано на рис. 4, распределение значений рассматриваемого показателя достаточно неравномерное. Наибольшие величины суммарных объемов техногенно перемещенных грунтов соответствуют площадям распространения крупных мелиоративных систем, насыпей автомобильных и железных дорог, полигонов твердых отходов (районы городов Кобрин, Белоозерск, Дрогичин, Пинск) и достигают значений 35–40 тыс. м³/км². Экстремальные значения объема перемещенных отложений характерны для городских территорий. Так, в процессе градостроительства в г. Брест было перемещено около 20,6 млн м³ грунтов.

Совокупный объем отложений, которые были перемещены в результате хозяйственной деятельности человека на различные расстояния по территории юго-западной Беларуси, оценивается в 780,7 млн м³. Принимая во внимание, что период активного проявления техногенных геологических процессов для изученного региона определен в 150 лет, рассчитанный показатель их интенсивности составляет 182 м³/км²/год, что превышает суммарное ежегодное воздействие всех природных экзогенных геологических факторов в 2,4 раза.

Заключение. По результатам выполненных исследований были сформулированы следующие выводы:

1. Геологическая среда территории юго-западного региона Беларуси в настоящее время испытывает значительный техногенный прессинг. Он обусловлен хозяйственной деятельностью человека и связан со строительством автомобильных и железных дорог, гидромелиоративных и гидротехнических систем и объектов, зданий и сооружений в городских и сельских населенных пунктах, добычей полезных ископаемых, складированием твердых отходов, использованием земель в сельском хозяйстве и др.

2. В зависимости от характера инженерной и хозяйственной деятельности и направленности ее развития была разработана классификация техногенных геологических процессов и образуемых ими техноморфообразований. Так, в составе техногенной группы выделены типы процессов и форм рельефа: горнопромышленный, дорожный, селитебный, гидромелиоративный, оборонных сооружений и коммунальный. Каждый тип объединяет процессы и техноморфы аккумулятивного и деструктивного генезиса.

3. Проявление техногенных геологических процессов каждого из рассмотренных типов сопровождается заметным воздействием на рельеф земной поверхности и толщу покровных отложений, что влечет за собой перемещение на различные расстояния огромных объемов грунтов. Установлено, что суммарное значение объема техногенно перемещенных грунтов для всей территории юго-западной Беларуси составляет 780,7 млн м³, а интенсивность проявления техногенных геологических процессов оценивается в 182 м³/км²/год, что превышает совокупное воздействие естественных современных экзогенных геологических процессов в 2,4 раза.

Список использованных источников

- Осипов, В. И. Техногенез и современные задачи наук о Земле / В. И. Осипов // Вестник Российской академии наук. – 2016. – Т. 86, № 8. – С. 675–684. <https://doi.org/10.7868/s0869587316080107>
- Недра России: в 2 т. – СПб.; М., 2002. – Т. 2: Экология геологической среды / А. А. Смыслов [и др.]; под ред. Н. В. Межеловского, А. А. Смылова. – 662 с.
- Голубов, Б. Н. Техногенное нарушение недр и фигуры Земли как глобальный фактор / Б. Н. Голубов, С. Г. Геворкян // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1999. – Т. 74, вып. 3. – С. 57–64.
- Гречаник, Н. Ф. Рельеф территории Подляско-Брестской впадины / Н. Ф. Гречаник, А. В. Матвеев, М. А. Богдасаров. – Брест, 2013. – 154 с.
- Инженерная геология Беларуси: в 3 ч. – Витебск, 2017. – Ч. 2: Инженерная геодинамика Беларуси / А. Н. Галкин [и др.]; под ред. В. А. Королева. – 452 с.
- Матвеев, А. В. Классификация природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса на территории Беларуси / А. В. Матвеев // Литасфера. – 2017. – № 1 (46). – С. 98–106.
- Геологическое пространство как экологический ресурс и его трансформация под влиянием техногенеза / В. Т. Трофимов [и др.]; под ред. В. Т. Трофимова. – М., 2014. – 566 с.
- Peloggia, A. U. G. Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action / A. U. G. Peloggia, E. C. N. Silva, J. O. R. Nunes // Quaternary and Environmental Geosciences. – 2014. – Vol. 5, N 2. – P. 67–81. <https://doi.org/10.5380/abequa.v5i2.34811>
- Anthropogenic Geomorphology / ed. by J. Szabó, L. Dávid, D. Lóczy. – Dordrecht, 2010. – 250 p. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3058-0>

10. Матвеев, А. В. История формирования рельефа Белоруссии / А. В. Матвеев; под ред. О. Ф. Якушко. – Минск, 1990. – 144 с.
11. Features of technogenic morphogenesis on the territory of south-western Belarus / E. A. Kukharik [et al.] // The 2020 International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020), Brest, 29–30 Oct. 2020. – Vol. 212. – Art. 01008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201008>
12. Кухарик, Е. А. Современные геологические процессы на территории юго-западной Беларуси: типизация, направленность и неравномерность проявления, геоэкологические последствия / Е. А. Кухарик. – Минск, 2021. – 154 с.
13. Пашкин, Е. М. Терминологический словарь-справочник по инженерной геологии / Е. М. Пашкин, А. А. Каган, Н. Ф. Кривоногова; под ред. Е. М. Пашкина. – М., 2011. – 952 с.
14. Матвеев, А. В. Современная геодинамика территории юго-западной Беларуси / А. В. Матвеев, Е. А. Кухарик // Літасфера. – 2019. – № 2 (51). – С. 36–44.

References

1. Osipov V. I. Anthropization and current tasks of earth sciences. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2016, vol. 86, no. 4, pp. 276–284. <https://doi.org/10.1134/s1019331616040109>
2. Mezhelovskii N. V., Smyslov A. A. (ed.). *Mineral Wealth of Russia: in 2 volumes. Vol. 2: Ecology of Geological Environment*. Saint-Petersburg; Moscow, 2002. 662 p. (in Russian).
3. Golubov B. N., Gevorkian S. G. Technogenic disturbance of interior and figure of Earth as global factor. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otdel geologicheskii = Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological series*, 1999, vol. 74, no. 3, pp. 57–64 (in Russian).
4. Grechanik N. F., Matveyev A. V., Bogdasarov M. A. *Relief of the territory of the Podlasie-Brest Depression*. Brest, 2013. 154 p. (in Russian).
5. Galkin A. N., Matveev A. V., Pavlovskii A. I., San'ko A. F., Korolev V. A. *Engineering geology of Belarus: in 3 volumes. Vol. 2: Engineering geodynamics of Belarus*. Vitebsk, 2017. 452 p. (in Russian).
6. Matveyev A. V. Classification of nature and nature-anthropogenic dangers of the lithospheric class on the territory of Belarus. *Litasfera = Lithosphere*, 2017, no. 1 (46), pp. 98–106 (in Russian).
7. Trofimov V. T., Khachinskaya N. D., Tsukanova L. A., Yurov H. H., Korolev V. A., Grigor'eva I. Yu., Khar'kina M. A. *Geological space as an ecological resource and its transformation under the influence of technogenesis*. Moscow, 2014. 566 p. (in Russian).
8. Peloggia A. U. G., Silva E. C. N., Nunes J. O. R. Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 2014, vol. 5, no. 2, pp. 67–81. <https://doi.org/10.5380/abequa.v5i2.34811>
9. Szabó J., Dávid L., Lóczy D. (ed.) *Anthropogenic Geomorphology*. Dordrecht, 2010. 250 p. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3058-0>
10. Matveev A. V. *History of Relief Formation in Belorussia*. Minsk, 1990. 144 p. (in Russian).
11. Kukharik E., Hrachanik M., Bogdasarov M., Matveyev A. Features of technogenic morphogenesis on the territory of south-western Belarus. *The 2020 International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2020)*, 2020, vol. 212, art. 01008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201008>
12. Kukharik E. A. *Modern geological processes on the territory of southwestern Belarus: typification, direction and unevenness of manifestation, geoecological consequences*. Minsk, 2021. 154 p. (in Russian).
13. Pashkin E. M., Kagan A. A., Krivonogova N. F. *Terminological dictionary-reference book on engineering geology*. Moscow, 2011. 952 p. (in Russian).
14. Matveyev A. V., Kukharik E. A. Modern geodynamics of the southwestern Belarus. *Litasfera = Lithosphere*, 2019, no. 2 (51), pp. 36–44 (in Russian).

Информация об авторах

Кухарик Евгений Александрович – канд. геол.-минер. наук, доцент, заведующий лабораторией. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, Минск, Республика Беларусь). E-mail: shzhk@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0468-5281.

Матвеев Алексей Васильевич – академик, д-р геол.-минер. наук, профессор, гл. науч. сотрудник. Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, Минск, Республика Беларусь). E-mail: matveyev@nature-nas.by.

Information about the authors

Kukharik Evgeniy A. – Ph. D. (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Head of the Laboratory. Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoryna Str., 220076, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: shzhk@mail.ru. ORCID: 0000-0003-0468-5281.

Matveyev Aleksey V. – Academician, D. Sc. (Geology and Mineralogy), Professor, Chief Researcher. Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoryna Str., 220076, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: matveyev@nature-nas.by.