

ГЕОЛОГИЯ. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ *GEOLOGY. MINERALS*

<https://doi.org/10.47612/2079-3928-2024-2-88-93>
УДК 551.2+551.3(476.1/1.4/1.6)

Поступила в редакцию 17.09.2024
Received 17.09.2024

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ ПО ВЕРОЯТНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. В. Матвеев, Е. А. Кухарик

Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Аннотация. На территории Центральной Беларуси довольно разнообразно и неравномерно проявляются современные геологические процессы. С использованием построенных ранее схем эндогенных, экзогенных и техногенных геологических процессов для территории региона была выполнена оценка вероятности их развития. Анализировались проявления плоскостной эрозии, овражной эрозии, гравитационных, техногенных процессов, карста, суффозии, дефляции, подтопления, заболачивания, болотообразования, геодинамических процессов в зонах активных разломов, космо- и тополинеаментов, характеристики сейсмичности, глубины залегания первого от земной поверхности горизонта подземных вод, химического загрязнения первого от поверхности горизонта подземных вод и покровных отложений. Установленная вероятность развития современной геодинамики (в баллах) варьирует в интервале от 5–7 до 30 и более. Районирование территории по этому показателю позволило выделить площади с умеренной (менее 10 баллов), средней (10,1–15,0), повышенной (15,1–20,0), высокой (20,1–25,0) и весьма высокой (более 25,0) вероятностью развития современных геологических процессов. Выявлена определенная взаимосвязь рассматриваемого показателя с тектоническими и геоморфологическими особенностями региона.

Ключевые слова: современные геологические процессы; районирование; вероятность проявления современной геодинамики; Центральная Беларусь.

Для цитирования. Матвеев А. В., Кухарик Е. А. Районирование территории Центральной Беларуси по вероятности проявления современных геологических процессов // Природопользование. – 2024. – № 2. – С. 88–93.

ZONING OF THE CENTRAL BELARUS AREA BY THE PROBABILITY OF MODERN GEOLOGICAL PROCESSES MANIFESTATION

A. V. Matveyev, E. A. Kukharik

Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

Abstract. Modern geological processes in the territory of Central Belarus are manifested quite diversely and unevenly. The probability of their development, estimated in conventional points, varies in the range from 5–7 to 30 and more. Zoning of the territory by this indicator let to identify areas with moderate (less than 10 points), average (10.1–15.0), increased (15.1–20.0), high (20.1–25.0) and very high (more than 25 points) probability of modern geological processes development. A certain relationship between the considered indicator and the tectonic and geomorphological features of the region has been established.

Keywords: modern geological processes; zoning; probability of modern geodynamics manifestation; Central Belarus.

For citation. Matveyev A. V., Kukharik E. A. Zoning of the Central Belarus area by the probability of modern geological processes manifestation. *Nature Management*, 2024, no. 2, pp. 88–93.

Введение. Геоэкологическая обстановка в любом регионе в определенной степени зависит от проявления современных геологических процессов. Поэтому весьма актуальными являются исследования особенностей развития этих процессов и разработка мероприятий по ограничению их неблагоприятных последствий. В процессе реализации подобных работ очень важна оценка вероятности развития отдельных видов современной геодинамики, что позволяет выделить территории, на которых чаще всего ожидаются подобные проявления. Это требует первоочередного выполнения в их пределах мероприятий по ограничению неблагоприятных последствий активизации геологических процессов. Исследования подобного профиля проводятся во многих странах, в том числе в России и Беларуси [1–6]. Такими разработками занимаются и авторы настоящей статьи в рамках выполнения научно-исследовательской работы «Оценка степени опасности геологической среды для жизнедеятельности населения на территории Центральной Беларуси на основании исследований направленности развития ландшафтов, геодинамических, гидрогеологических и геохимических условий» государственной программы научных исследований «Природные ресурсы и окружающая среда» (2021–2025 гг.).

Перед изложением полученных результатов следует отметить, что само понятие «вероятность проявления» не всегда трактуется однозначно. Нередко оно отождествляется с риском, иногда с опасностью, ожиданием опасности и возможностью ее реализации [7]. В связи с этим необходимо подчеркнуть, что в представленной статье под понятием «вероятность» понимается ожидание проявления различных видов современной геодинамики. Поэтому, чем большее количество современных геологических процессов регистрируется на определенной территории и чем чаще повторяемость их развития, тем выше вероятность проявления. На таких принципах и была проведена оценка развития современных геологических процессов на территории Центральной Беларуси и построена соответствующая схема.

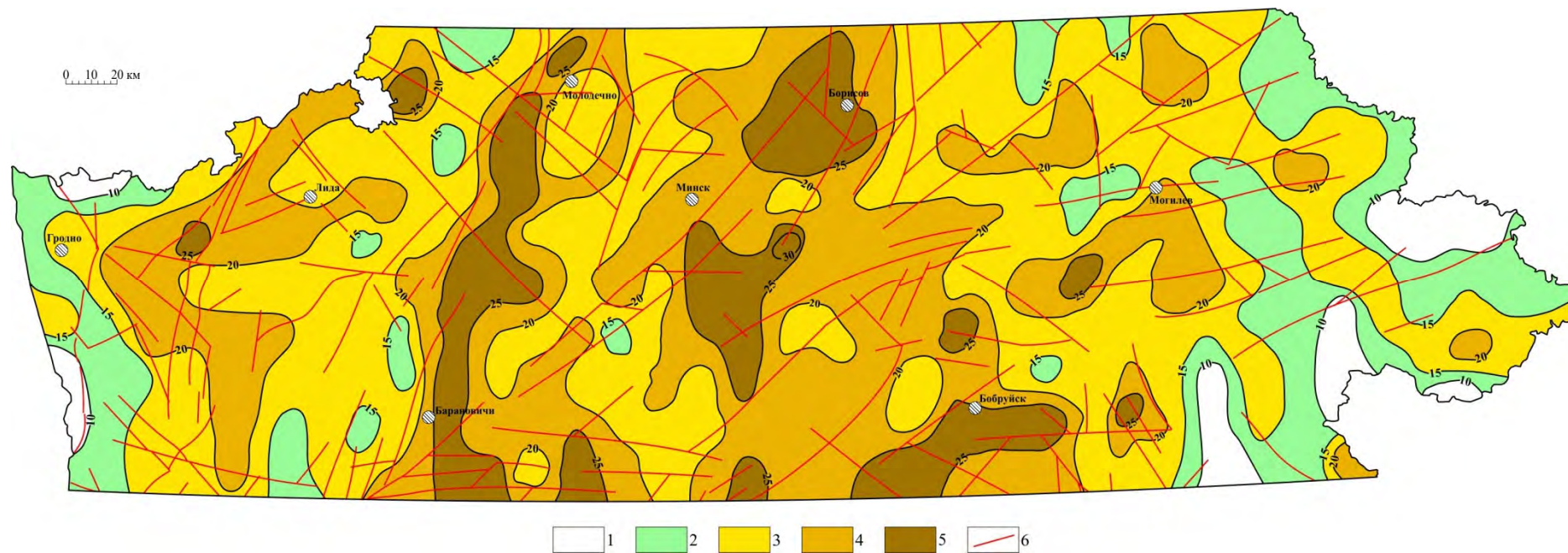
Материалы и методика исследования. Основным источником фактического материала для оценки вероятности развития современных геологических процессов на территории Центральной Беларуси послужили составленные при участии и под руководством авторов настоящей статьи схемы эндогенных, экзогенных и техногенных процессов [8–13], а также результаты некоторых ранее выполненных исследований и построений [14, 15]. Эти схемы были разбиты на 330 квадратов со средними размерами 15 км × 15 км. Затем в квадратах подсчитывали количество видов возможного проявления современных геологических процессов. После этого в условных баллах оценивали повторяемость их проявления: примерно раз в столетие и реже – 1, раз в несколько лет – 2, сезонное проявление – 3 и постоянное – 4.

Для построения схемы районирования учитывали такие современные геологические процессы и характеристики, как плоскостная водная эрозия, овражная эрозия, гравитационные и техногенные процессы, карст, суффозия, дефляция, подтопление, заболачивание, болотообразование, геодинамические процессы в зонах активных разломов, космо- и тополинеаментов, сейсмичность, глубина залегания первого от земной поверхности горизонта подземных вод, химическое загрязнение первого от поверхности горизонта подземных вод и покровных отложений.

Повторяемость современных геологических процессов оценивали, используя такие величины, как сейсмичность – 1–2 балла (в зависимости от интенсивности); плоскостная эрозия – 3; овражная эрозия, гравитационные процессы, суффозия, дефляция, карст, подтопление – 2–3 (в зависимости от интенсивности); заболачивание, болотообразование, техногенные, геодинамические процессы в зонах активных разломов, космо- и тополинеаментов, глубина залегания подземных вод, геохимические аномалии – 4 балла.

Приведенные величины повторяемости как раз и соответствуют вероятности проявления каждого геологического процесса в пределах квадратов, а их сумма в каждом квадрате является оценкой вероятности развития современной геодинамики в целом. Эту величину относили к центру квадрата, а затем проводили изолинии по территории всего региона. По особенностям распределения изолиний выделили площади с умеренной (менее 10 баллов), средней (10,1–15,0), повышенной (15,1–20,0), высокой (20,1–25,0) и весьма высокой (более 25 баллов) вероятностью развития рассматриваемых процессов, в том числе в зонах активных линейных разрывных структур.

Обсуждение полученных результатов. Судя по построенной схеме (см. рисунок), вероятность проявления современных геологических процессов на территории Центральной Беларуси варьирует от 5–7 до 30 баллов и более. Характер распределения этих значений по территории изученного региона свидетельствует о том, что максимальные их величины в основном тяготеют к его центральной части: примерно между субмеридиональными линиями, проходящими через населенные пункты г. п. Радунь – г. п. Вороново – г. Мосты – г. п. Зельва и г. Шклов – г. Могилёв – г. Жлобин. На территориях между этими линиями преобладают значения вероятности 20–25 баллов, хотя на отдельных площадях они могут возрастать до 30 баллов или снижаться до 15–20 баллов.



Районирование территории Центральной Беларуси по вероятности проявления современных геологических процессов.

Степень вероятности (преобладающая оценка в баллах):

- 1 – умеренная (менее 10); 2 – средняя (10,1–15,0); 3 – повышенная (15,1–20,0); 4 – высокая (20,1–25,0);
5 – весьма высокая (более 25); 6 – весьма высокая в зонах активных разломов (более 25)

Zoning of the Central Belarus area by the probability of modern geological processes manifestation.

Probability level (predominant assessment in points):

- 1 – moderate (less than 10); 2 – average (10.1–15.0); 3 – increased (15.1–20.0); 4 – high (20.1–25.0);
5 – very high (more than 25); 6 – very high in zones of active faults (more than 25)

Наиболее низкие значения рассматриваемого показателя составляют 10–15 баллов и ниже. Они приурочены к крайним западной и восточной частям Центральной Беларуси. В распределении анализируемых значений вероятности выявлена определенная субмеридиональная зональность двух типов: первая выражена в западной части региона полосами шириной 25–50 км (местами до 80 км), пересекающими весь регион с преобладанием значений 20–25 баллов и более и 15–20 баллов, вторая проявляется не столь широкой полосчатостью, соответствует речным долинам или направлениям стока талых ледниковых вод.

Максимальные значения вероятности развития современных геологических процессов, тяготеющие к центральной части Центральной Беларуси, в самом общем виде совпадают с территорией Белорусской антеклизы, а минимальные значения в западной части региона тяготеют к Ивацевичскому и Мазурскому погребенным выступам и склонам Подляско-Брестской впадины, в восточной – к склонам Оршанской впадины. Однако, скорее всего, эта приуроченность обусловлена не столько тектоническими особенностями региона, сколько строением рельефа земной поверхности, которое в определенной степени коррелируется с тектоническими структурами [16].

Корреляция же показателей вероятности развития процессов со строением земной поверхности является более однозначной и генетически связанной. Так, максимальные значения показателя вероятности тяготеют к наиболее пересеченным комплексам краевого ледникового рельефа Центрально-Белорусских возвышенностей и гряд, а пониженные величины – к выположенным водно-ледниковым равнинам. Наибольшие значения вероятности (25–30 баллов и более) чаще всего связаны с участками, на которых сочетаются (обычно небольшие по площади) разнообразные и контрастные формы и типы рельефа (краевые ледниковые гряды и холмы, фрагменты низин и равнин флювиогляциального, озерно-аллювиального, моренного генезиса, долины водотоков, различные техногенные формы и др.). Причем эти участки встречаются почти по всей территории региона (восточнее и юго-восточнее г. Рогачёва, в районе г. Чечерска, западнее г. Червеня, юго-западнее г. Старые Дороги, северо-западнее г. Молодечно и т. д.). Следует также отметить, что примерно такие же небольшие по площади участки пониженных до 15 баллов и ниже величин вероятности проявления современной геодинамики встречаются в центральной части региона. Обычно им соответствует однородный выположенный рельеф флювиогляциальных или моренных равнин, иногда – выположенные склоны краевых ледниковых образований.

Выводы.

1. На территории Центральной Беларуси довольно разнообразно и с неодинаковой повторяемостью проявляются современные геологические процессы. Выполнено районирование по вероятности их развития, которая в условных единицах варьирует от 5–7 до 30 баллов и более. Выделены таксоны с умеренной (менее 10 баллов), средней (10,1–15,0), повышенной (15,1–20,0), высокой (20,1–25,0), весьма высокой (более 25,0) и весьма высокой в зонах активных разломов (более 25,0 баллов) степенью вероятности проявления современной геодинамики.

2. Выявлена в самом общем виде корреляция распределения значений вероятности развития современной геодинамики и особенностей рельефа земной поверхности.

3. Выполненное районирование территории Центральной Беларуси может быть использовано для организации мониторинга проявлений современных геологических процессов и ранжирования территории по очередности проведения мероприятий по ограничению неблагоприятных последствий их развития.

Список использованных источников

1. Commission staff working paper «Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management»: Brussels, 21.12.2010, SEC(2010) 1626 final [Electronic resource]. – Mode of access: https://ec.europa.eu/echo/files/about/COMM_PDF_SEC_2010_1626_F_staff_working_document_en.pdf. – Date of access: 17.09.2024.
2. Вишняков, Я. Д. Общая теория рисков : учеб. пособие / Я. Д. Вишняков, Н. Н. Радаев. – М. : Академия, 2008. – 368 с.
3. Проблемы снижения природных опасностей и рисков : материалы Междунар. науч.-практ. конф. «ГЕОРИСК – 2012» : в 2 т. / отв. ред. Н. Г. Мавлянова. – М. : РУДН, 2012. – Т. 2. – 311 с.
4. Геоэкологические исследования природных комплексов и геосистем : учеб.-метод. пособие / М. Г. Ясовеев [и др.]. – Минск : БГПУ, 2008. – 247 с.
5. Инженерная геология Беларуси : в 3 ч. / А. Н. Галкин [и др.] ; под ред. В. А. Королева. – Витебск : ВГУ, 2016–2018. – Ч. 2 : Инженерная геодинамика Беларуси. – 2017. – 452 с.
6. Осипов, В. И. Природные катастрофы в центре внимания ученых / В. И. Осипов // Вестник Российской академии наук. – 1995. – Т. 65, № 6. – С. 483–495.

7. Палиенко, В. П. К проблеме неогеодинимического риска / В. П. Палиенко // Новые географические знания и направления исследований. – Киев : Академперіодика, 2006. – С. 232–241.
8. Кухарик, Е. А. Особенности проявления современных водно-эрозионных процессов на территории Центральной Беларуси / Е. А. Кухарик, А. В. Матвеев // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2022. – Т. 66, № 6. – С. 613–621. doi:10.29235/1561-8323-2022-66-6-613-621
9. Кухарик, Е. А. Развитие процессов биогенного седименто- и морфогенеза на территории Центральной Беларуси / Е. А. Кухарик // Природопользование. – 2022. – № 2. – С. 185–194. doi:10.47612/2079-3928-2022-2-185-194
10. Кухарик, Е. А. Особенности проявления современных карстовых и суффозионных процессов на территории Центральной Беларуси / Е. А. Кухарик // Літасфера. – 2022. – № 2 (57). – С. 94–100.
11. Матвеев, А. В. Современные эндогенные геологические процессы на территории Центральной Беларуси / А. В. Матвеев, Е. А. Кухарик // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2024. – Т. 68, № 2. – С. 156–163. doi:10.29235/1561-8323-2024-68-2-156-163
12. Кухарик, Е. А. Оценка трансформации земной поверхности территории Центральной Беларуси в результате железнодорожного строительства / Е. А. Кухарик, А. С. Глаз // Молодежь в науке – 2023 : тез. докл. XX Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 20–22 сент. 2023 г. / редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2023. – С. 744–746.
13. Кухарик, Е. А. Оценка трансформации земной поверхности территории Центральной Беларуси в результате автодорожного строительства / Е. А. Кухарик, А. С. Глаз // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 26–28 окт. 2023 г. : в 2 ч. / редкол.: С. А. Лысенко (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – Ч. 1. – С. 136–139.
14. Матвеев, А. В. Геохимия четвертичных отложений Беларуси / А. В. Матвеев, В. Е. Бордон. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 191 с.
15. Матвеев, А. В. Районирование территории Беларуси по возможным последствиям проявления природных и природно-антропогенных опасностей литосферного класса / А. В. Матвеев // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2018. – Т. 62, № 3. – С. 329–334. doi:10.29235/1561-8323-2018-62-3-329-334
16. Матвеев, А. В. Рельеф Белоруссии / А. В. Матвеев, Б. Н. Гурский, Р. И. Левицкая. – Минск : Университетское, 1988. – 320 с.

References

1. Commission staff working paper «Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management»: Brussels, 21.12.2010, SEC(2010) 1626 final. Available at: https://ec.europa.eu/echo/files/about/COMM_PDF_SEC_2010_1626_F_staff_working_document_en.pdf (accessed 17 September 2024).
2. Vishnyakov Ya. D., Radaev N. N. *Obshchaya teoriya riskov* [General theory of risks]. Moscow, Akademiya, 2008. 368 p. (in Russian)
3. Mavlyanova N. G. (ed.) [et al.]. *Problemy snizheniya prirodnykh opasnostei i riskov* [Problems of decrease in natural hazards and risks]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "GEORISK – 2012": v 2 t.* [Proc. Int. Sci.-Pract. Conf. "GEORISK – 2012": in 2 vol.]. Moscow, 2012, vol. 2, 311 p. (in Russian)
4. Yasoveev M. G. [et al.] *Geoekologicheskie issledovaniya prirodnykh kompleksov i geosistem* [Geoecological research of natural complexes and geosystems]. Minsk, 2008. 247 p. (in Russian)
5. Galkin A. N., Matveyev A. V., Pavlovskii A. I., San'ko A. F. *Inzhenernaya geologiya Belarusi: v 3 ch.* [Engineering geology of Belarus: in 3 part]. Vitebsk, Vitebsk State University, 2016–2018. *Chast' 2: Inzhenernaya geodinamika Belarusi* [Part 2: Engineering geodynamics of Belarus]. 2017, 452 p. (in Russian)
6. Osipov V. I. *Prirodnye katastrofy v tsentre vnimaniya uchennykh* [Natural disasters in the spotlight of scientists]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Sciences*, 1995, vol. 65, no. 6, pp. 483–495. (in Russian)
7. Palienko V. P. *K probleme neogeodinamicheskogo riska* [On the problem of neo-geodynamic risk]. *Novye geograficheskie znaniya i napravleniya issledovaniy* [New geographical knowledge and research directions]. Kiev, Academperiodika Publ, 2006, pp. 232–241. (in Russian)
8. Kukharik E. A., Matveyev A. V. *Osobennosti proyavleniya sovremennykh vodno-erozionnykh protsessov na territorii Tsentral'noi Belarusi* [Features of manifestation of modern water-erosion processes in the Central Belarus territory]. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2022, vol. 66, no. 6, pp. 622–630. doi:10.29235/1561-8323-2022-66-6-622-630 (in Russian)
9. Kukharik E. A. *Razvitie protsessov biogennogo sedimento- i morfogeneza na territorii Tsentral'noi Belarusi* [The development of the processes of biogenic sediment- and morphogenesis on the territory of Central Belarus]. *Prirodopol'zovanie = Nature Management*, 2022, no. 2, pp. 185–194. doi:10.47612/2079-3928-2022-2-185-194 (in Russian)
10. Kukharik E. A. *Osobennosti proyavleniya sovremennykh karstovykh i suffozionnykh protsessov na territorii Tsentral'noi Belarusi* [Manifestation of modern karst and suffusion processes on the territory of Central Belarus]. *Litasfera = Lithosphere*, 2022, no. 2 (57), pp. 94–100 (in Russian)
11. Matveyev A. V., Kukharik E. A. *Sovremennyye endogennyye geologicheskie protsessy na territorii Tsentral'noi Belarusi* [Modern endogenous geological processes in the territory of Central Belarus]. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2024, vol. 68, no. 2, pp. 156–163. doi:10.29235/1561-8323-2024-68-2-156-163 (in Russian)

12. Kukharik E. A., Glaz A. S. *Otsenka transformatsii zemnoi poverkhnosti territorii Tsentral'noi Belarusi v rezul'tate zheleznodorozhnogo stroitel'stva* [Assessment of the transformation of the earth's surface of the territory of Central Belarus as a result of railway construction]. *Molodezh' v nauke – 2023 : tezisy dokladov XX Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh* [Proc. XX Int. Sci. Conf. of Young Sci. "Youth in Science – 2023"]. Minsk, Belaruskaya Navuka Publ., 2023, pp. 744–746. (in Russian)
13. Kukharik E. A., Glaz A. S. *Otsenka transformatsii zemnoi poverkhnosti territorii Tsentral'noi Belarusi v rezul'tate avtodorozhnogo stroitel'stva* [Assessment of the transformation of the earth's surface of the territory of Central Belarus as a result of road construction]. *Aktual'nye problemy nauk o Zemle: issledovaniya transgranichnykh regionov : sb. materialov VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Proc. VI Int. sci.-pract. conf. 'Current problems of Earth sciences: studies of transboundary regions']. Brest, 2023, in 2 parts, part 1, pp. 136–139. (in Russian)
14. Matveyev A. V., Bordon V. E. *Geokhimiya chetvertichnykh otlozhenii Belarusi* [Geochemistry of Quaternary deposits of Belarus]. Minsk, Belaruskaya Navuka Publ., 2013, 191 p. (in Russian)
15. Matveyev A. V. *Raionirovanie territorii Belarusi po vozmozhnym posledstviyam proyavleniya prirodnykh i prirodno-antropogennykh opasnostei litosfernogo klassa* [Zoning of the territory of Belarus through possible consequences of manifestation of nature and nature-anthropogenous hazards of lithosphere class]. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2018, vol. 62, no. 3, pp. 329–334. doi:10.29235/1561-8323-2018-62-3-329-334 (in Russian)
16. Matveyev A. V., Gurskii B. N., Levitskaya R. I. *Rel'ef Belorussii* [Relief of Belarus]. Minsk, Universitetskoe Publ., 1988, 320 p. (in Russian)

Информация об авторах

Матвеев Алексей Васильевич – академик, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: matveyev@nature-nas.by

Кухарик Евгений Александрович – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий лабораторией современной геодинамики и палеогеографии, Институт природопользования НАН Беларуси (ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск, Беларусь). E-mail: shzhk@mail.ru

Information about the authors

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

Evgeniy A. Kukharik – Ph. D. (Geology and Mineralogy), Associate Professor, Head of the Lab of Modern Geodynamics and Paleogeography, Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus (10, F. Skoriny Str., 220076, Minsk, Belarus). E-mail: shzhk@mail.ru