

13. Duzgoren-Aydin N. S., et al. Heavy Metal Contamination and Distribution in the Urban Environment of Guangzhou, SE China. *Environ. Geochem. Health*, 2006, vol. 28, no. 4, pp. 375–391.
14. Ho H. H., Swennen R., Van Damme A. Distribution and contamination status of heavy metals in estuarine sediments near cua ong harbor, Ha Long Bay Vietnam. *Geol. Belgica*, 2010, vol. 13, no. 1–2, pp. 37–47.
15. Jaradat Q. M., Momani K. A. Contamination of roadside soil, plants, and air with heavy metals in Jordan, a comparative study. *Turkish J. Chem.*, 1999, vol. 23, no. 2, pp. 209–220.
16. Kostyla C., et al. Seasonal variation of fecal contamination in drinking water sources in developing countries: A systematic review. *Science of the Total Environment*, 2015, vol. 514, pp. 333–343.
17. MapInfo. *MapInfo Corp.*, 2007. Available at: <http://mapinfo.com/location/integration/>.
18. Mazzeo N. A., Rojas P. P., Venegas L. E. Carbon monoxide emitted from the city of Buenos Aires and transported to neighbouring districts. *Lat. Am. Appl. Res.*, 2010, vol. 40, no. 3, pp. 267–273.
19. Curley Robert (ed.) *New thinking about pollution*, Britannica Educational Publishing, Rosen Educational Services, 2010. 267 p. ISBN 978-1-61530-171-3
20. Oren O., et al. Contamination of groundwater under cultivated fields in an arid environment, central Arava Valley, Israel. *J. Hydrol.*, 2004, vol. 290, no. 3–4, pp. 312–328.
21. Perles Rosell M. J., Vas Martinez J. M., Andreo Navarro B. Vulnerability of human environment to risk: Case of groundwater contamination risk. *Environ. Int.*, 2009, vol. 35, no. 2, pp. 325–335.
22. Shi P., et al. Assessment of ecological and human health risks of heavy metal contamination in agriculture soils disturbed by pipeline construction. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2014, vol. 11, no. 3, pp. 2504–2520.
23. Singh R., et al. Arsenic contamination, consequences and remediation techniques. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2015, vol. 112, pp. 247–270.
24. Snakin V. V., Prisyazhnaya A. A. Lead contamination of the environment in Russia. *Sci. Total Environ.*, 2000, vol. 256, no. 2–3, pp. 95–101.
25. Su C., Jiang L., Zhang W. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques. *Environ. Skept. Critics*, 2014, vol. 3, no. 2, pp. 24–38.
26. Yang K., et al. Characteristics of heavy metal contamination by anthropogenic sources in artificial lakes of urban environ. *KSCE J. Civ. Eng.*, 2015, pp. 1–8.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАК ФАКТОРЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Любимова Татьяна Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Кубанский государственный университет, 350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail: TV-Luy@yandex.ru

Стогний Валерий Васильевич, доктор геолого-минералогических наук, доцент, Кубанский государственный университет, 350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, e-mail: stogny_vv@mail.ru

Рассмотрены критерии расчленённости рельефа и возможности их учёта при оценке региональных инженерно-геологических условий Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. Выполненные исследования показывают, что различные параметры рельефа, характеризующие его изменчивость и определяемые на основе применения современных геоинформационных технологий, обладают высокой информативностью. В качестве информационных параметров использовались абсолютные высоты рельефа, среднеквадратическое отклонение высот в скользящем окне, крутизна склонов, энтропия абсолютных отметок и другие. На основе проведенных исследований осуществлено районирование территории Краснодарского края и Республики Адыгея по характеру изменчивости рельефа, которое может служить основой для разработки схемы изменчивости инженерно-геологических условий, в том числе оценки изменения степени локальной сейсмической опасности в зависимости от инженерно-геологических условий и обоснования критериев выбора методики микросейсмического районирования и инженерно-геофизических исследований.

Ключевые слова: критерии расчленённости рельефа, инженерно-геологические условия, микросейсмическое районирование, энтропия абсолютных отметок, крутизна склонов, Краснодарский край, Республика Адыгея

GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS AS FACTORS ENGINEERING-GEOLOGICAL ZONING

Lyubimova Tatyana V., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Kuban State University, e-mail: TV-Luy@yandex.ru

Stogniy Valeriy V., D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor, Kuban State University, e-mail: stogny_vv@mail.ru

The criteria for the dismemberment of the relief and the possibility of taking them into account when assessing the regional engineering and geological conditions of the North-Western Caucasus and Ciscaucasia are considered. The performed studies show that the various parameters of the relief, characterizing its variability and determined on the basis of the application of modern geo-information technologies, are highly informative. As information parameters, absolute elevation heights, standard deviation of heights in a sliding window, steepness of slopes, entropy of absolute marks and others were used. On the basis of the conducted researches, the regionalization of the territory of the Krasnoyarsky Krai and the Republic of Adygea was carried out according to the nature of the variability of the relief, which can serve as the basis for the development of a scheme for the variability of engineering and geological conditions, including estimating the degree of local seismic hazard, geological conditions and justification of the criteria for choosing the methodology of micro-seismic zoning and engineering-geophysical studies.

Keywords: criteria for the breakdown of the relief, engineering-geological conditions, microseismic zoning, entropy of absolute marks, steepness of slopes, Krasnodarskiy Region, Republic of Adygea

Территория Краснодарского края очень разнообразна по инженерно-геологическим условиям [3, 7], в связи с этим возникает проблема разработки методики её районирования. Одним из критериев районирования могут служить морфометрические характеристики рельефа [4, 5, 11, 12], на формирование которого существенное значение оказывали тектоническое строение и разновременные геодинамические процессы в совокупности с эрозионными процессами, геологическое строение и формационный состав пород верхней части разрезов (ВЧР), гидрографическая сеть, климатические (в т.ч. палеоклиматические) особенности и многие другие факторы. По своей сути, современный рельеф отражает суммарное (интегральное) влияние эндогенных и экзогенных процессов на рассматриваемой территории. Согласно В.В. Пендину [10], среди множества количественных показателей, характеризующих рельеф, с точки зрения региональных инженерно-геологических условий и их районирования наибольший интерес представляют такие, которые отражают существо морфометрических процессов и имеют не только чисто морфометрическое, но и морфогенетическое значение. Важно при этом, чтобы они давали точную и объективную характеристику рельефа, которая исключает возможность произвольных и субъективных толкований.

Наиболее часто для оценки показателя расчленённости рельефа используют энтропию абсолютных отметок и крутизну склонов. Энтропия абсолютных отметок рассчитывается по формуле:

$$P = - \sum_{i=1}^n P_i \cdot \lg P_i, \quad (1)$$

где P_i – вероятность встречи i -й абсолютной отметки; n – количество точек.

В локальном плане эффективным является показатель $\text{tg}\alpha$, характеризующий крутизну склонов земной поверхности, вычисляемый по формуле:

$$\text{tg}\alpha = \frac{h \sum l}{S}, \quad (2)$$

где $\text{tg}\alpha$ – средний уклон земной поверхности в пределах i -го квадрата; h – высота сечения рельефа горизонталями; $\sum l$ – сумма длин горизонталей по площади квадрата; S – площадь квадрата.

В региональном плане, на наш взгляд, для целей районирования территории Краснодарского края по условиям проведения инженерно-геофизических работ и инженерно-геологическим условиям, в том числе характеризующим скорость современных геодинамических процессов, эффективным показателем является радиус автокорреляции функции рельефа, определяемый по формуле:

$$R(\tau) = \frac{1}{n - \tau} \sum_{i=1}^{n-|\tau|} (h_i - \bar{h})(h_{i+\tau} - \bar{h}), \quad (3)$$

где h_i – высота в i -ой точке; $\bar{h}$ – математическое ожидание (среднее значение высоты); τ – разность аргументов ($\tau = r_2 - r_1$), принимающая последовательные значения $0, \pm\Delta, \pm2\Delta, \pm\ldots$, выраженные в дискретных значениях расстояний Δ между h_i и $h_{i+\tau}$.

С позиций статистического подхода в качестве показателей расчленённости рельефа могут рассчитываться среднеквадратическое отклонение (СКО), асимметрия, эксцесс и другие параметры в скользящем окне.

Для изучения морфометрических характеристик рельефа может быть реализован также подход, который можно назвать функциональным [14]. В этом случае высоты рельефа могут рассматриваться как некоторая потенциальная функция, с которой можно проводить различные операции, в их числе – вычисление вертикальной и горизонтальных производных, вторых производных, вычисление спектральных характеристик и разделение на разночастотные составляющие и т.п. В качестве одного из показателей, характеризующих расчленённость рельефа, в пределах функционального подхода может вычисляться радиус кривизны рельефа R :

$$R = \sqrt{h_{\Delta}^2 + (2h_{xy}^2)}, \quad (4)$$

где: $h_{\Delta} = h_{yy} - h_{xx} = \partial^2 h / \partial y^2 - \partial^2 h / \partial x^2$; $h_{xy} = \partial^2 h / \partial x \partial y$; $h_{xy} = \partial^2 h / \partial x \partial y$.

Для разработки методики районирования территории Краснодарского края и Республики Адыгея необходим выбор информационных критериев обоснования границ инженерно-геологических районов, областей и т.д., в том числе по морфометрическим характеристикам рельефа. Для отработки методики выбора информационных параметров рельефа и геоморфологического строения местности на одном из участков Краснодарского края (рис. 1), расположенного в его центральной части ($44^{\circ}40' - 45^{\circ}40'$ с.ш., $38^{\circ}00' - 39^{\circ}00'$ в.д.) и охватываю-

щего зону перехода от равнинной к горной области, выполнены расчёты асимметрии, СКО и энтропии в скользящем окне и других параметров.



Рис. 1. Схема района исследований. Квадратом указан участок опытных работ по отработке методики исследования информационных параметров рельефа и геоморфологического строения местности

Выполненные исследования показывают, что различные параметры рельефа, определяемые на основе применения современных геоинформационных технологий, обладают высокой информативностью. На рисунке 2 показан характер изменения некоторых информационных параметров рельефа на участке центральной части района исследований.

Для целей регионального картирования, важных с точки зрения отражения инженерно-геологических условий, на наш взгляд [1, 8], наибольшее значение имеют показатели расчленённости рельефа, характеризующие степень его изменчивости, в их числе – энтропия абсолютных отметок и крутизна склонов. При крупномасштабных (1:50000–1:25000) и детальных (1:10000 и крупнее) инженерно-геологических исследованиях в зависимости от задач могут применяться те или иные информационные параметры рельефа.

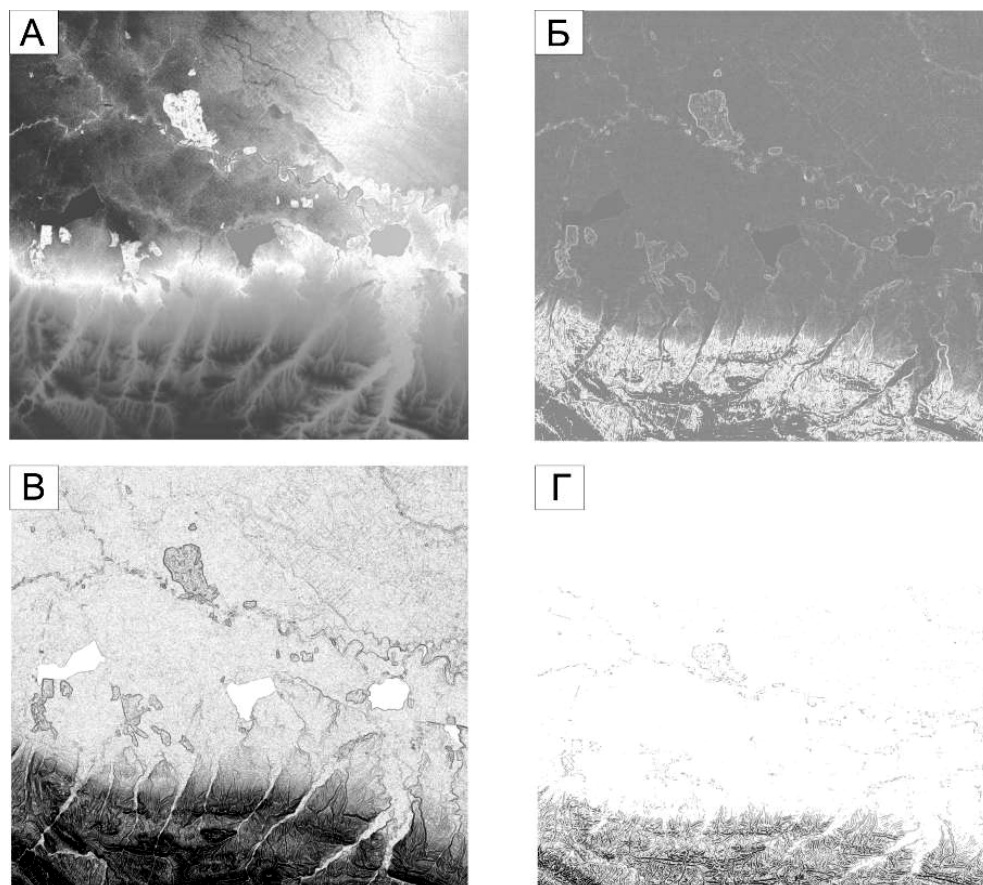


Рис. 2. Схемы информационных параметров рельефа центральной части (рис. 1) района исследований: А – абсолютных высот рельефа; Б – среднеквадратического отклонения высот в скользящем окне; В – крутизны склонов; Г – энтропии абсолютных отметок

На рисунке 3 приведена схема районирования территории Краснодарского края и Республики Адыгея по характеру изменчивости рельефа, выполненная по карте уклонов земной поверхности. Области, выделенные по характеру изменчивости рельефа, охватывают весь диапазон от очень низких (I) до очень высоких (V) его значений, их физико-геологическая характеристика выполнена согласно [2].

Область I очень низких значений изменчивости рельефа расположена в западной Приазовской части Краснодарского края и включает восточную часть Таманского полуострова. В её пределах широко развиты лиманы и плавневые зоны. В геоморфологическом отношении она примерно совпадает в границах с Приазовской низменной долиной дельтовых аллювиальных отложений. Данная область не подвержена водной эрозии и потенциально расположена к очень слабой ветровой эрозии. Северная её часть находится в пределах платформенного крыла Азово-Кубанской впадины Скифской эпигерцинской платформы, южная часть – Западно-Кубанского позднеальпийского прогиба, а в восточной части Таманского полуострова – Таманского периклинального прогиба. Верхняя часть разреза (ВЧР) сложена верхнечетвертичными отложениями, представленными песками, галечниками, супесями.

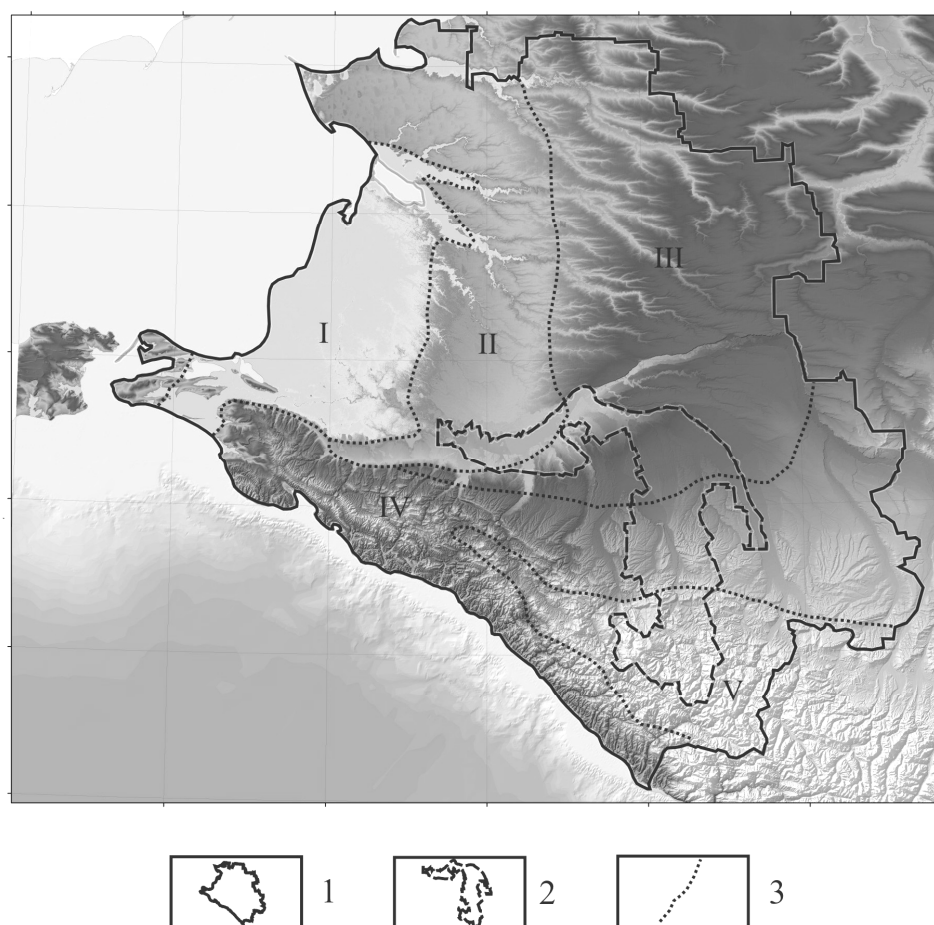


Рис. 3. Схема районирования территории Краснодарского края и Республики Адыгея по характеру изменчивости рельефа на карте уклонов земной поверхности: 1–2 – административные границы: 1 – Краснодарского края, 2 – Республики Адыгея; 3 – границы областей по характеру изменчивости рельефа. I–V – области по характеру изменчивости рельефа: I – очень низкая, II – низкая, III – средняя, IV – высокая, V – очень высокая

Область II низких значений изменчивости рельефа примыкает с востока к области I и охватывает её с севера. В геоморфологическом отношении она включает зоны аккумулятивно-эрозионной лёссовой плиоцен-четвертичной равнины на субстрате скифских глин и нижнечетвертичной дельты, а также прибрежных террас р. Кубань. Она подвержена слабой (в своей южной части) и средней (в своей северной части) ветровой эрозии, сток рек зарегулирован. Северная её часть находится в пределах платформенного крыла Азово-Кубанской впадины Скифской эпигерцинской платформы, южная часть – Западно-Кубанского позднеальпийского прогиба. ВЧР сложена разновозрастными четвертичными отложениями песков, галечников, конгломератов, супесей.

Область III средних значений изменчивости рельефа примыкает с востока к области II. В геоморфологическом отношении в своей северной части она включает зоны аккумулятивно-эрозионной лёссовой плиоцен-четвертичной равнины на субстрате скифских глин и нижнечетвертичной дельты и прибреж-

ных террас р. Кубань, а в южной части – северные предгорные полого-наклонные и межгорные синклинальные террасированные равнины и террасы. Она подвержена слабой (в своей южной части) и средней и сильной (в своей северной части) ветровой эрозии, сток рек зарегулирован. Северная её часть находится в пределах платформенного крыла Азово-Кубанской впадины Скифской эпигерцинской платформы, южная часть – Восточно-Кубанского и Западно-Кубанского прогиба. В строении ВЧР развиты разновозрастные четвертичные отложения песков, галечников, конгломератов, супесей.

Область IV высоких значений изменчивости рельефа охватывает южную часть территории Краснодарского края и северную часть территории Республики Адыгея. В геоморфологическом отношении она включает в своей северной части предгорные полого-наклонные и межгорные синклинальные террасированные равнины и террасы, а в южной части – среднегорный эрозионно-тектонический рельеф в области развития неогеновых антиклинальных и брахиантиклинальных структур и другие формы. Водная эрозия – от слабой в северной части до сильной и очень сильной в южной части. В тектоническом отношении северная часть области расположена в пределах Восточно-Кубанского прогиба, а южная – эпиплатформенной орогенной области Большого Кавказа. В южной части области широко развиты породы палеоген-неогеновой и меловой системы, в том числе флишевые комплексы. В целом для области характерна большая латеральная и вертикальная изменчивость по составу пород основания и перекрывающих комплексов осадочных пород ВЧР.

Область V очень высоких значений изменчивости рельефа расположена в центральной части области IV, включающая наиболее высокогорные районы Краснодарского края и южную часть территории Республики Адыгея. В геоморфологическом отношении она содержит высокогорный ледниково-эрозионно-тектонический рельеф и другие геоморфологические формы высокогорья, водная эрозия очень сильная. В тектоническом отношении она расположена в пределах эпиплатформенной орогенной области Большого Кавказа, где развиты комплексы пород от юры до протерозоя включительно.

Таким образом, выполненное районирование территории Краснодарского края и Республики Адыгея по характеру изменчивости рельефа, на наш взгляд, может служить основой для разработки схемы изменчивости инженерно-геологических условий, в том числе оценки изменения степени локальной сейсмической опасности в зависимости от инженерно-геологических условий [3, 6, 15] и обоснования критериев выбора методики микросейсмического районирования и инженерно-геофизических исследований [9, 13].

Работа выполнена при финансовой поддержке администрации Краснодарского края и РФФИ по проектам РФФИ № 16-45-230909 и № 16-45-230343.

Список литературы

1. Гросс С. С. Количественные характеристики геоморфологических условий при инженерно-геологическом районировании территории Краснодарского края / С. С. Гросс, Т. В. Любимова, В. В. Стогний // Инженерная геология Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи : сб. науч. трудов. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2014. – С. 118–121.
2. Гужин Г. С. Атлас Краснодарского края и Республики Адыгея / Г. С. Гужин, Ю. Я. Нагалецкий, В. Н. Тюрин. – Минск : Комитет Госзнак, 1996. – 48 с.
3. Кириченко М. А. Инженерно-геологические условия как факторы изменения степени локальной сейсмической опасности / М. А. Кириченко, В. В. Пендин // Инженерная геология

Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи : сб. науч. трудов. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2016. – С. 140–144.

4. Киселев Е. Н. Изображение рельефа на карте Краснодарского края / Е. Н. Киселев, А. В. Погорелов // Инженерная геология Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи : сб. науч. трудов. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2016. – С. 145–148.

5. Ласточкин А. Н. Картографирование и описание рельефа на системной основе / А. Н. Ласточкин // Геоморфология. – 1984. – № 4. – С. 33–41.

6. Любимова Т. В. Оценка приповерхностных разрывных структур и выявление наиболее общих критериев сейсмичности / Т. В. Любимова, Н. А. Бондаренко, М. А. Кириченко // Геология, география и глобальная энергия. – 2008. – № 4. – С. 43–46.

7. Любимова Т. В. Инженерно-геологические условия Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа / Т. В. Любимова, Н. А. Бондаренко, Т. Н. Куропаткина, М. А. Кириченко. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2009. – 101 с.

8. Любимова Т. В. Рельеф как фактор инженерно-геологического районирования территории Краснодарского края и Республики Адыгея / Т. В. Любимова, В. В. Стогний, О. А. Гришко // Инженерная геология Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи : сб. науч. трудов. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2016. – С. 168–172.

9. Огильви А. А. Основы инженерной геофизики : учебник / под ред. В. А. Богословского. – Москва : Недра, 1990. – 501 с.

10. Пендин В. В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии : учебное пособие / В. В. Пендин. – Москва : КДУ, 2009. – 350 с.

11. Погорелов А. В. Рельеф бассейна р. Кубани: Морфологический анализ / А. В. Погорелов, Ж. А. Думит. – Москва : Геос, 2009. – 208 с.

12. Спиридонов А. И. Геоморфологическое картирование / А. И. Спиридонов. – Москва : Недра, 1975. – 356 с.

13. Стогний В. В. Особенности аппроксимационных физико-геометрических моделей электроразведки в инженерно-геологических исследованиях Краснодарского края / В. В. Стогний, Т. В. Любимова // Вестник ВГУ. Серия: Геология. – 2014. – № 2. – С. 110–116.

14. Стогний Г. А. Условия формирования горных систем Верхояно-Колымской орогенной области / Г. А. Стогний, В. В. Стогний, С. П. Васильев, В. В. Черников // Вестник Госкомгеологии РС(Я). – 2003. – № 1 (4). – С. 23–26.

15. Стогний Г. А. Сейсмичность Большого Кавказа с позиции блоковой делимости земной коры / Г. А. Стогний, В. В. Стогний // Экологический вестник научных центров ЧЭС. – 2017. – № 2. – С. 86–95.

References

1. Gross S. S., Lyubimova T. V., Stogniy V. V. Kolichestvennyye kharakteristiki geomorfologicheskikh usloviy pri inzhenerno-geologicheskoy rayonirovaniy territorii Krasnodarskogo kraya [Quantitative characteristics of geomorphological conditions in engineering-geological classification of the Krasnodarskiy region area]. *Inzhenernaya geologiya Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkazya: sovremennoe sostoyanie i osnovnye zadachi* [Engineering Geology of the North-Western Caucasus and Ciscaucasia: Current State and Main tasks], Krasnodar, Prosveshcheniye-Yug Publ., 2014, pp. 118–121.

2. Guzhin G. S., Nagalevskiy Yu. Ya., Tyurin V. N. *Atlas Krasnodarskogo kraya i Respubliki Adygeya* [Atlas of the Krasnodarskiy Region and the Republic of Adygea], Minsk, Komitet Gosznak Publ., 1996. 48 p.

3. Kirichenko M. A., Pendin V. V. Inzhenerno-geologicheskie usloviya kak faktory izmeneniya stepeni lokalnoy seismicheskoy opasnosti [Engineering-geological conditions as factors of the degree of local seismic hazard]. *Inzhenernaya geologiya Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkazya: sovremennoe sostoyanie i osnovnye zadachi* [Engineering Geology of the North-Western Caucasus and Ciscaucasia: Current State and Main tasks], Krasnodar, Prosveshcheniye-Yug Publ., 2016, pp. 140–144.

4. Kiselev Ye. N., Pogorelov A. V. Izobrazhenie relefa na karte Krasnodarskogo kraya [The image of the relief on the map of the Krasnodarskiy Region]. *Inzhenernaya geologiya Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkazya: sovremennoe sostoyanie i osnovnye zadachi* [Engineering Geology of the North-Western Caucasus and Ciscaucasia: Current State and Main tasks], Krasnodar, Prosveshcheniye-Yug Publ., 2016, pp. 145–148.

5. Lastochkin A. N. Kartografirovaniye i opisaniye relefa na sistemnoy osnove [Mapping and description of the relief on the system base]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 1984, no. 4, pp. 33–41.

6. Lyubimova T. V., Bondarenko N. A., Kirichenko M. A. Otsenka pripoverkhnostnykh razryvnykh struktur i vyyavleniye naibolee obshchikh kriteriev seysmichnosti [Evaluation of near-surface discontinuous structures and identification of the most common seismicity criteria].

Geologiya, geografiya i globalnaya energiya [Geology, Geography and Global Energy], 2008, no. 4, pp. 43–46.

7. Lyubimova T. V., Bondarenko N. A., Kuropatkina T. N., Kirichenko M. A. *Inzhenerno-geologicheskie usloviya Chernomorskogo poberezhya Severo-Zapadnogo Kavkaza* [Engineering and geological conditions of the Black Sea coast of the North-Western Caucasus], Krasnodar, Prosveshcheniye-Yug Publ., 2009. 101 p.

8. Lyubimova T. V., Stogniy V. V., Grishko O. A. Relief kak faktor inzhenerno-geologicheskogo rayonirovaniya territorii Krasnodarskogo kraya i Respubliki Adygeya [Relief as a factor of engineering-geological zoning of the territory of the Krasnodarskiy region and the Republic of Adygea]. *Inzhenernaya geologiya Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkazya: sovremennoe sostoyanie i osnovnye zadachi* [Engineering Geology of the North-Western Caucasus and Ciscaucasia: Current State and Main tasks], Krasnodar, Prosveshcheniye-Yug Publ., 2016, pp. 168–172.

9. Ogilvi A. A. *Osnovy inzhenernoy geofiziki* [Fundamentals of Engineering Geophysics], Moscow, Nedra Publ., 1990. 501 p.

10. Pendin V. V. *Kompleksnyy kolichestvennyy analiz informatsii v inzhenernoy geologii* [Complex quantitative analysis of information in engineering geology], Moscow, KDU Publ., 2009. 350 p.

11. Pogorelov A. V., Dumit Zh. A. Relief basseyna r. Kubani: Morfologicheskii analiz [Relief of the basin of the river Kuban: Morphological analysis], Moscow, Geos Publ., 2009. 208 p.

12. Spiridonov A. I. *Geomorfologicheskoe kartirovanie* [Geomorphological mapping], Moscow, Nedra Publ., 1975. 356 p.

13. Stogniy V. V., Lyubimova T. V. Osobennosti approksimatsionnykh fiziko-geometricheskikh modeley elektrorazvedki v inzhenerno-geologicheskikh issledovaniyakh Krasnodarskogo kraya [Peculiarities of approximation physical-geometric models of electrical exploration in engineering-geological studies of the Krasnodar region]. *Vestnik VGU. Seriya: Geologiya* [Bulletin of the VSU. Series: Geology], 2014, no. 2, pp. 110–116.

14. Stogniy G. A., Stogniy V. V., Vasilev S. P., Chernikov V. V. Usloviya formirovaniya gornyykh sistem Verkhoyano-Kolymskoy orogennoy oblasti [Conditions for the formation of mountain systems in the Verkhoyansk-Kolyma orogenic region]. *Vestnik Goskomgeologii RS(Ya)* [Bulletin of the State Committee on Geology of the RS (Y)], 2003, no. 1 (4), pp. 23–26.

15. Stogniy G. A., Stogniy V. V. Seysmichnost Bolshogo Kavkaza s pozitsii blokovoy delimosti zemnoy kory [Seismicity of the Greater Caucasus from the point of block divisibility of the Earth's crust]. *Ekologicheskii vestnik nauchnykh tsentrov CHES* [Ecological Bulletin of BSEC Scientific Centers], 2017, no. 2, pp. 86–95.