

УДК: 912.43

DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-189-200

Н.А. Бондаренко¹, Т.В. Любимова², В.В. Стогний³

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

АННОТАЦИЯ

Разнообразие природных условий территория Краснодарского края способствует развитию хозяйственного комплекса. Вместе с тем на территории Краснодарского края могут развиваться опасные экзогенные и сейсмогенные процессы, поэтому проблема оценки потенциальных рисков как основы устойчивого развития региона актуальна. Основные задачи исследования сводились к оценке наличия и степени активности тех или иных геологических процессов, определяющих безопасность объектов строительства, составлению комплекта карт, имеющих теоретическое и прикладное значение, а также применение методики интегральной оценки риска, алгоритм которой адаптирован для использования современных геоинформационных систем.

Итоговая карта интегральной оценки потенциального геологического риска показала, что изучаемая территория из-за различий в природных (экономических, социальных) показателях отражает неодинаковый потенциал опасностей. Всего было выделено 4 района, отличающихся друг от друга по степени потенциального геологического риска и возможным или обязательным мероприятиям по управлению рисками.

Рассматриваемые в работе потенциальные риски приурочены к зонам развития опасных геологических процессов и не привязаны к уровню техногенной освоенности того или иного района. Тем не менее установленный потенциальный риск может быть учтён как для расчёта индивидуальных рисков, так и для любых объектов воздействия. При этом уязвимость объекта воздействия будет зависеть от условной вероятности поражения опасными геологическими процессами.

Полученные результаты могут быть востребованы на этапах территориального планирования, принятии планировочных решений, проведении инженерных изысканий и ведении регионального мониторинга опасных геологических процессов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: опасные геологические процессы, интегральная оценка, потенциальные риски, картирование

¹ Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская, д. 149, 350040, Краснодар, Россия;
e-mail: nik_bond@mail.ru

² Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская, д. 149, 350040, Краснодар, Россия;
e-mail: TV-Luy@yandex.ru

³ Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская, д. 149, 350040, Краснодар, Россия;
e-mail: stogny@mail.ru

Nikolay A. Bondarenko¹, Tatyana V. Lyubimova², Valery V. Stogny³

INTEGRATED ASSESSMENT OF POTENTIAL GEOLOGICAL RISKS IN THE KRASNODAR REGION

ABSTRACT

A variety of an environment the territory of Krasnodar Krai contributes to the development of an economic complex. At the same time, in the territory of Krasnodar Krai dangerous exogenous and seismogenic processes therefore the problem of assessment of potential risks as bases of sustainable development of the region are relevant can develop. The main objectives of a research came down to assessment of existence and degree of activity of these or those geological processes defining safety of construction objects, to drawing up a set of the cards having theoretical and applied value and also application of a technique of integrated assessment of risk which algorithm is adapted for use of modern geographic information systems.

The final map of the integrated assessment of potential geological risk showed that the studied area reflects different potential hazards due to differences in natural (economic, social) indicators. A total of 4 areas were identified that differ from each other in terms of potential geological risk and possible or mandatory risk management measures.

The potential risks considered in this paper are confined to zones of development of dangerous geological processes and are not linked to the level of technogenic development of a particular area. However, the identified potential risk can be taken into account both for the calculation of individual risks and for any impact objects. In this case, the vulnerability of the affected object will depend on the conditional probability of damage by dangerous geological processes.

The results obtained can be used at the stages of territorial planning, making planning decisions, selecting locations for engineering surveys and conducting regional monitoring of dangerous geological processes.

KEYWORDS: hazardous geological processes, integrated assessment, potential risks, mapping

ВВЕДЕНИЕ

Краснодарский край — один из наиболее развитых в социально-экономическом отношении регионов юга России. В значительной мере этому способствует географическое положение, высокий ресурсный потенциал. Край занимает 3-е место среди регионов России по числу жителей. В его административно-территориальном делении функционирует 38 районов, 26 городов, в т.ч. 15 — краевого подчинения⁴. Наличие Азовского и Чёрного морей, объектов транспортной инфраструктуры способствует развитию промышленности, сельского хозяйства, туризма. Вместе с тем актуальным остается проблема оценки потенциальных рисков как основы устойчивого развития региона на территории Краснодарского края, где имеют место быть различные опасные геологические процессы. Значительную угрозу для экономики и безопасности населения края представляют экзогенные геологические процессы, связанные со склоновыми процессами, подземными водами и др. Территории 1 250 населённых пунктов края подвержены различным видам экзогенных геологических процессов. Так поражённость оползневыми процессами может составлять 10–20 % от площади

¹ Kuban State University, Stavropolskaya str., 149, 350040, Krasnodar, Russia; *e-mail*: nik_bond@mail.ru

² Kuban State University, Stavropolskaya str., 149, 350040, Krasnodar, Russia; *e-mail*: TV-Luy@yandex.ru

³ Kuban State University, Stavropolskaya str., 149, 350040, Krasnodar, Russia; *e-mail*: stogny@mail.ru

⁴ Краснодарский край в цифрах. Электронный ресурс: <https://economy.krasnodar.ru/macroeconomics/analiz/krasnodar-region-in-figures/> (дата обращения 10.01.2020)

территории. Под воздействием хозяйственной деятельности этот показатель возрастает до 50 %. Так, только в 2018 г. количество населённых пунктов и хозяйственных объектов, испытавших воздействия экзогенных геологических процессов, составило 11¹.

Для подготовки документов территориального планирования (документации по планировке территории и выбора площадки (трассы) строительства) предусматривается по результатам инженерных изысканий составление карты инженерно-геологического районирования территорий и карт территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера².

Но, несмотря на это, на сегодняшний день остаются неразработанными вопросы классификации опасных природных процессов, терминологии в отношении понимания «риск», «оценка риска». Имеется единичный опыт разработки методологических основ оценки риска [Грохольский, 2015] при рассмотрении региональных особенностей рисков экзогенных геологических процессов.

Цель работы — оценка потенциальных геологических рисков для территории Краснодарского края. Основные задачи исследования сводились к оценке наличия и степени активности тех или иных геологических процессов, определяющих безопасность объектов строительства, составлению комплекта карт, имеющих теоретическое и прикладное значение, а также применение методики интегральной оценки риска, алгоритм которой адаптирован для использования современных геоинформационных систем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Различные районы изучаемой территории характеризуются своими комплексами опасных природных процессов и явлений. Для степных сельскохозяйственных районов Краснодарского края актуальны вопросы подтопления. На Черноморском побережье при прохождении длительных ливневых дождей на притоках крупных рек Аше, Псеуапсе, Шахе, Мзымта периодически активизируются селевые процессы [Измайлов и др., 1982]. Территория, относящаяся к Крымско-Кавказскому сейсмическому поясу, характеризуется различной степенью вероятности сейсмособытий интенсивностью 8–9 баллов [Стогний, 2017].

Одним из важных факторов, оказывающих существенное значение на развитие тех или иных опасных экзогенных процессов, является рельеф, на формирование которого оказали влияние тектоническое и геологическое строение, формационная принадлежность пород верхней части разреза, климатические особенности. По сути, современный рельеф отражает суммарное влияние эндогенных и экзогенных процессов на рассматриваемой территории.

Расчленённость рельефа, в т.ч. показатели, характеризующие степень его изменчивости, в их числе — энтропия абсолютных отметок и крутизна склонов, имеют наибольшее значение для целей регионального картирования. На рис. 1 приведена схема районирования изучаемой территории по характеру изменчивости рельефа, выполненная по карте уклонов земной поверхности. В результате были выделены области по характеру изменчивости рельефа: от очень низких (I) до очень высоких (V). Ниже приводится их физико-геологическая характеристика [Гужин и др., 1996].

Область I. Это область очень низких значений изменчивости рельефа. Она расположена в западной Приазовской части Краснодарского края и включает восточную часть Таманского полуострова. 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

¹ Информационный сайт о состоянии недр РФ. Электронный ресурс: http://www.geomonitoring.ru/map_ufo.html#item3 (дата обращения 10.01.2020)

² СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

полуострова — Таманского периклинального прогиба. В геоморфологическом отношении она примерно совпадает с границами Приазовской низменной долиной дельтовых аллювиальных отложений. В её пределах широко развиты лиманы и плавневые зоны. Данная область не подвержена водной эрозии и потенциально расположена к очень слабой ветровой эрозии. Верхняя часть разреза сложена верхнечетвертичными отложениями, представленными песками, галечниками, супесями.

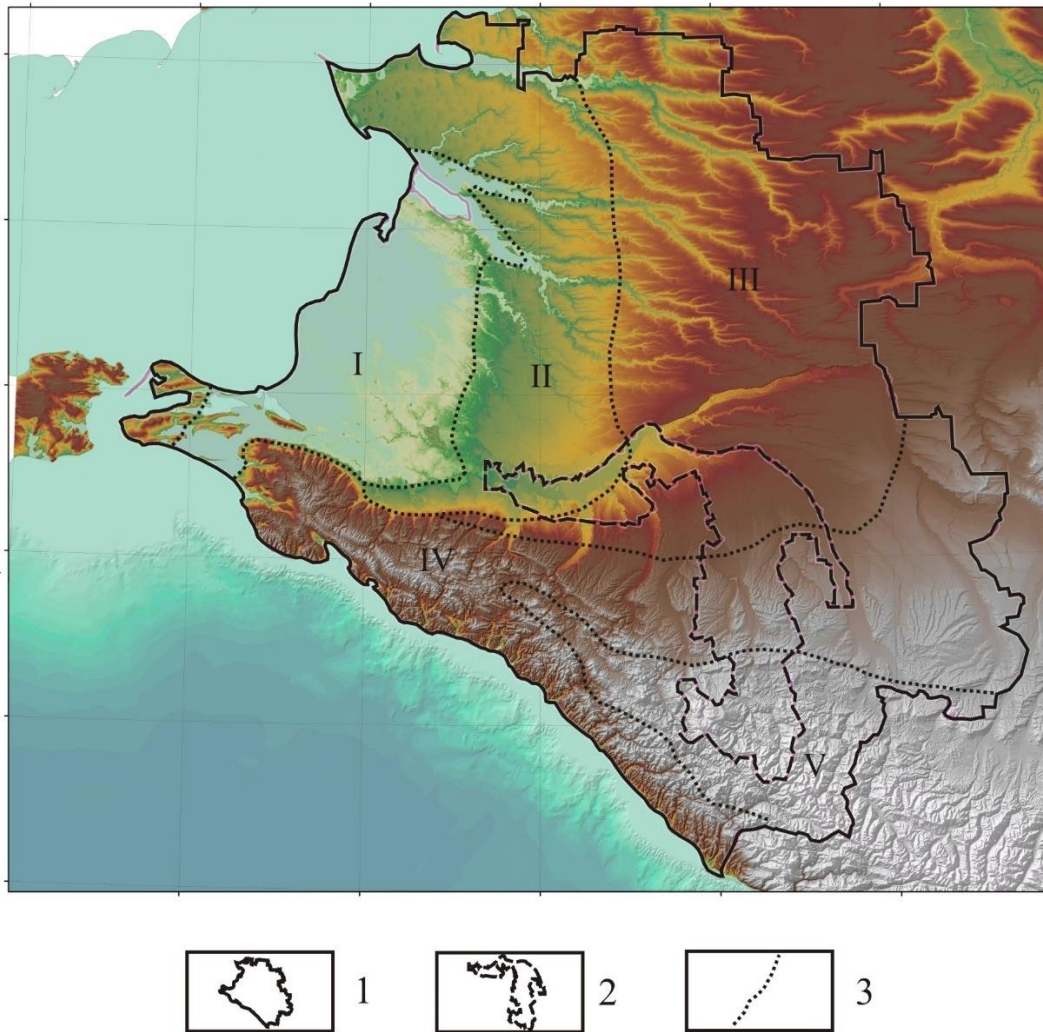


Рис. 1. Схема районирования территории Краснодарского края по характеру изменчивости рельефа.

*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*

Fig. 1. The scheme of zoning of the territory of the Krasnodar territory by the nature of the relief variability.

*1–2 — administrative borders: 1 – Krasnodar territory, 2 – Republic of Adygea;
3 — borders of regions by the nature of terrain variability.*

*I–V — areas by the nature of terrain variability: I – very low, II – low,
III – medium, IV – high, V – very high*

Область II. Это область низких значений изменчивости рельефа. Она включает зоны аккумулятивно-эрозионной лёссовой плиоцен-четвертичной равнины на субстрате скифских глин и нижнечетвертичной дельты, а также прибрежных террас р. Кубани. Северная её часть находится в пределах платформенного крыла Азово-Кубанской впадины Скифской эпигерцинской платформы, южная часть — Западно-Кубанского позднеальпийского прогиба. Область подвержена слабой (на юге) и средней (на севере) ветровой эрозии, сток рек зарегулирован. Верхняя часть разреза сложена разновозрастными четвертичными отложениями песков, галечников, конгломератов, супесей.

Область III. Здесь преобладают средние значения изменчивости рельефа. В геоморфологическом отношении в своей северной части включает зоны аккумулятивно-эрозионной лёссовой плиоцен-четвертичной равнины на субстрате скифских глин и нижнечетвертичной дельты и прибрежных террас р. Кубани, а в южной части — северные предгорные полого-наклонные и межгорные синклинальные террасированные равнины и террасы. Северная её часть находится в пределах платформенного крыла Азово-Кубанской впадины Скифской эпигерцинской платформы, южная часть — Восточно-Кубанского и Западно-Кубанского прогиба. Она подвержена слабой (на юге) и средней и сильной (на севере) ветровой эрозии, сток рек зарегулирован. В строении верхней части разреза развиты разновозрастные четвертичные отложения песков, галечников, конгломератов, супесей.

Область IV. Это область высоких значений изменчивости рельефа. Она 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. В тектоническом отношении северная часть области расположена в пределах Восточно-Кубанского прогиба, а южная — эпиплатформенной орогенной области Большого Кавказа. Водная эрозия развита от слабой в северной части до сильной и очень сильной в южной части. В южной части области широко развиты породы палеоген-неогеновой и меловой системы, в т.ч. флишевые комплексы. В целом для области характерна большая латеральная и вертикальная изменчивость по составу пород основания и перекрывающих комплексов осадочных пород верхней части разреза.

Область V включает наиболее высокогорные районы Краснодарского края и южную часть территории Республики Адыгея. Это область очень высоких значений изменчивости рельефа. В геоморфологическом отношении она содержит высокогорный ледниково-эрозионно-тектонический рельеф и др. геоморфологические формы высокогорья; водная эрозия очень сильная. В тектоническом отношении она расположена в пределах эпиплатформенной орогенной области Бол. Кавказа, где развиты комплексы пород от протерозоя до юрского возраста включительно.

Большое разнообразие климата на изучаемой территории обусловлено сложными физико-географическими условиями. Здесь можно выделить переходы от континентального сухого климата на северо-востоке края до умеренно-континентального в Прикубанской низменности и тёплого влажного климата предгорий, от холодного климата высокогорий до субтропического на Черноморском побережье. Всего по гидрометеорологическим особенностям выделяют 4 района: Черноморское побережье и южные склоны Северо-Западного (СЗ) Кавказа, Азовское побережье, предгорья и северные склоны СЗ Кавказа, степная часть. Осадки являются основным климатическим фактором, определяющим величину поверхностного и подземного стока. По территории Краснодарского края они распределены крайне неравномерно. Так, количество осадков за год увеличивается на территории в направлении с севера на юг и в среднем составляет на

большей части равнинных районов 500–600 мм, в предгорьях и в прилегающих к ним равнинных территориях оно увеличивается до 700–800 мм, а в горах — до 800–3000 мм. На лето приходится максимум осадков на равнинной территории, а на побережье — на холодную часть года. Всего в Краснодарском крае по особенностям режима увлажнённости выделено 17 районов разного порядка (от 2-го до 4-го). Коэффициенты увлажнённости изменяются от 0,25 до 0,6 и более [Нагалеvский, Чистяков, 2003].

Приведённая характеристика геоморфологических и климатических параметров позволяет провести анализ региональных пространственно-временных закономерностей формирования опасных геологических процессов и осуществить оценку и районирование территории.

Для оценки опасности того или иного фактора риска в работе использован метод оценки отдельных факторов по баллам. Итоговая оценка формируется в результате простого суммирования оценок баллов всех составляющих их компонентов. Фактически метод балльной оценки заключается в экспертном определении наиболее значимых факторов-критериев, которым присваиваются веса в зависимости от их важности. Количественная оценка выражается в присвоении каждому критерию определённого балла. Итоговая оценка рассчитывается как среднее арифметическое всех баллов по выбранным факторам влияния. Метод балльной оценки удобен тем, что позволяет преодолеть сложность оценивания неоднородных между собой показателей.

Для ряда наиболее значимых факторов в работе были построены частные карты-схемы:

- сейсмичности;
- интенсивности развития форм эрозии временных водотоков;
- густоты овражно-балочной сети;
- распространения специфических грунтов (лессовидных пород);
- поражённости территории просадочными формами рельефа.

Сейсмичность была принята по карте А (10 %) ОСР-97*¹, а также с учётом анализа геолого-геофизических материалов по территории Краснодарского края². Коэффициенты К для отражения степени поражённости территории тем или иным природным процессом или явлением рассчитывались, исходя из суммарной площади территорий, поражённых процессом, выраженной в % (табл. 1).

Для комплексной оценки потенциальных рисков от опасных геологических процессов изучаемой территории и построения итоговой карты потребовалось послойно наложить друг на друга все частные карты и вычислить среднее арифметическое значение баллов для каждого ограниченного участка. Для этого были проведены оверлейные операции, в результате которых выполнено объединение пространственных характеристик покрытий ARC/INFO в новый слой и реляционное соединение их атрибутивных данных.

Итогом стала интегральная карта оценки потенциальных рисков природных процессов. Наиболее благоприятными условиями характеризуются территории, которые имеют минимальный балл, а территории с неблагоприятными условиями — максимальный.

В описанной методике риски описываются как предпосылки для их возникновения и поэтому рассматриваются как потенциальные. Таким образом, значение фактора природного риска, присвоенного конкретной территории, характеризует предпосылки,

¹ СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах

² Stogny V.V., Stogny G.A. Seismotectonics and seismic hazard of the North-Western Caucasus (Southwest of Russia). ID 10913. Thessaloniki: 16th European conference on Earthquake Engineering, 18–21 June 2018. Programme. P. 78.

способствующие возникновению того или иного типа опасности на ней, однако не может рассматриваться как оценка вероятности возникновения опасного события. С другой стороны, для определения социального и экономического ущерба при возникновении опасного явления необходимы специальные исследования.

Табл. 1. Количественные характеристики показателей
Table 1. Quantitative characteristics of indicators

Критерий оценки	Характеристика	Вес критерия, баллы
Сейсмичность по карте ОСР-97А*, балл	6	0
	7	1
	8 и более	2
Распространение просадочных грунтов	Не распространены	0
	I тип просадочности	1
	II тип просадочности	2
Поражённость просадочными формами рельефа	K=0	0
	0<K<10	1
	10<K<25	2
	25<K<35	3
Поражённость водно-эрозионными процессами, %	Менее 3%	0
	3–25%	1
	Более 25%	2
Расчленённость земной поверхности, км/км ²	0,0–0,10	1
	0,10–0,50	2
	0,50–1,00	3

Для оценки факторов потенциального риска, с учётом интегральной карты и факторов возможного ущерба (уязвимость строений и социальный), необходимо построение вероятностных математических моделей их реализации. Полная вероятность $P(B_i)$ опасного природного или природно-техногенного процесса с i -ым исходом на рассматриваемой территории на региональном и локальном уровнях может вычисляться по формуле полной вероятности [Минаев, Фадеев, 2009]:

$$P(B_i) = \sum_{j=1}^m P(A_j)P(B_i / A_j),$$

где $A_j (j = 1, \dots, m)$ — возможные опасные природные процессы;

$P(A_j / B_i)$ — условные вероятности наступления стихийного бедствия при условии реализации j -го опасного природного процесса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 2 показана карта, которая позволяет представить информацию по интенсивности форм эрозии и густоте овражно-балочной сети в интегральном виде. Исходные 12 областей с разной степенью поражённости формами эрозии временных потоков и 6 областей, отличающихся друг от друга показателем расчленённости, были объединены по пространственно-площадным показателям.

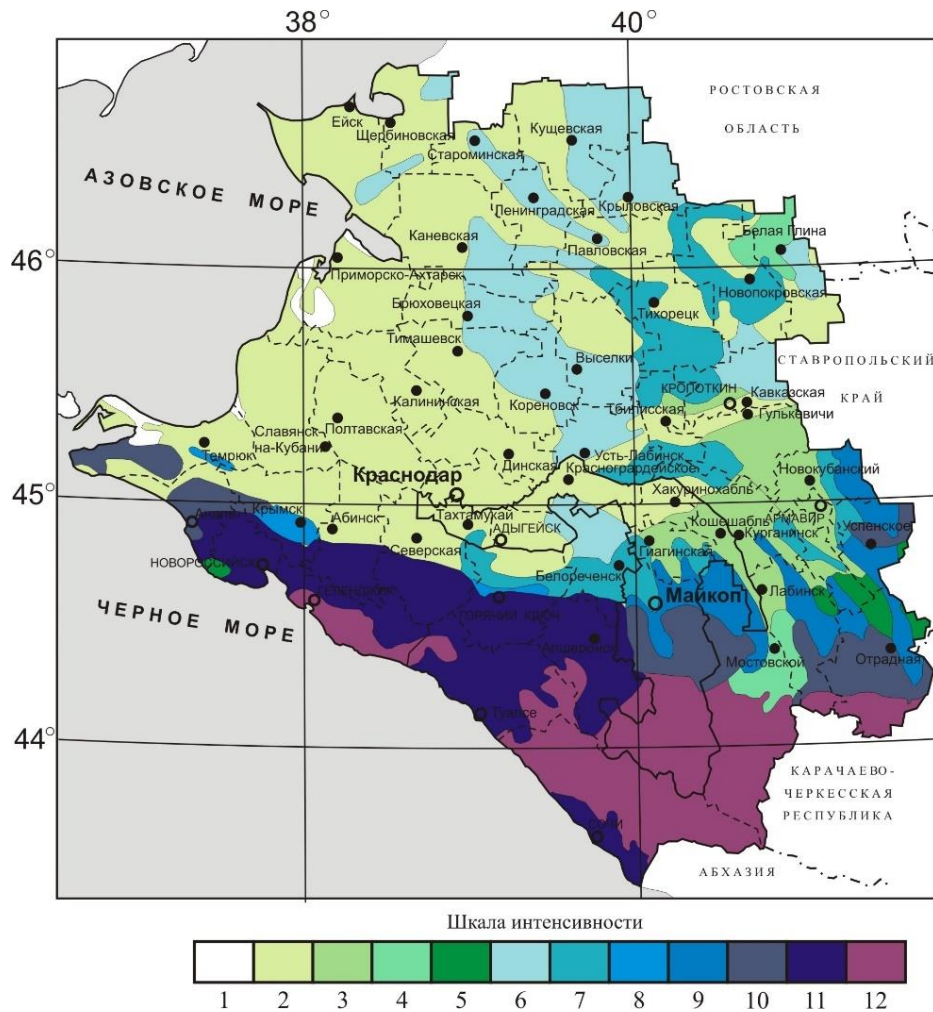


Рис. 2. Интегральная карта-схема интенсивности форм эрозии и густоты овражно-балочной сети.

1 — высота 0–50 м, расчленённость до 0,1 км/км²; 2 — высота 100–350 м, расчленённость до 0,1 км/км², эрозия 0–5; 3 — высота 0–50 м, расчленённость до 0,1 км/км², эрозия 10–30; 4 — высота 200–500 м, расчленённость до 0,1 км/км², эрозия 10–30; 5 — высота 300–1000 м, расчленённость до 0,1 км/км², эрозия 0–5; 6 — высота 0–200 м, расчленённость 0,1–0,25 км/км², эрозия 0–10; 7 — высота 0–200 м, расчленённость 0,2–0,5 км/км², эрозия 0–5; 8 — высота 20–1000 м, расчленённость 0,1–0,5 км/км², эрозия 0–10; 9 — высота 0–350 м, расчленённость 0,5–0,77 км/км², эрозия 0–25; 10 — высота 200–1000 м, расчленённость 0,75–1,0 км/км², эрозия 1–25; 11 — высота 50–350 м, расчленённость более 0,1 км/км², эрозия 1–35; 12 — высота 350–2000 м, расчленённость более 0,1 км/км², эрозия 1–35

Fig. 2. Integrated map-diagram of the intensity of forms of erosion and density of gully-beam network

1 — height 0–50 m, dismemberment up to 0.1 km/km²; 2 — height 100–350 m, dismemberment up to 0.1 km/km², erosion 0–5; 3 — height 0–50 m, dismemberment up to 0.1 km/km², erosion 10–30; 4 — height 200–500 m, dismemberment up to 0.1 km/km², erosion 10–30; 5 — height 300–1000 m, dismemberment up to 0.1 km/km², erosion 0–5; 6 — height 0–200 m, dissection 0.1–0.25 km/km², erosion 0–10; 7 — height 0–200 m, dissection 0.2–0.5 km/km², erosion 0–5; 8 — height 20–1000 m, dissection 0.1–0.5 km/km², erosion 0–10; 9 — height 0–350 m, dissection 0.5–0.77 km/km², erosion 0–25; 10 — height 200–1000 m, dissection 0.75–1.0 km/km², erosion 1–25; 11 — height 50–350 m, dissection more than 0.1 km/km², erosion 1–35; 12 — height 350–2000 m, dissection more than 0.1 km/km², erosion 1–35

Аналогично была создана интегральная карта распространения лессовидных пород и размещения просадочных форм рельефа (рис. 3). По площади просадочных форм рельефа (K), выраженной в % к площади единичного квадрата, изначально было выделено 9 областей. Зональность распространения лёссовых грунтов исходила из мощности лёссов (H), мощности просадочной толщи ($H_{пр}$), величины просадочных деформаций ($S_{пр}$) и имела более сложный характер.

Суммации рисков каждого из рассмотренных параметров позволили провести ранжирование территории по степени интегрального риска проявления данных показателей.

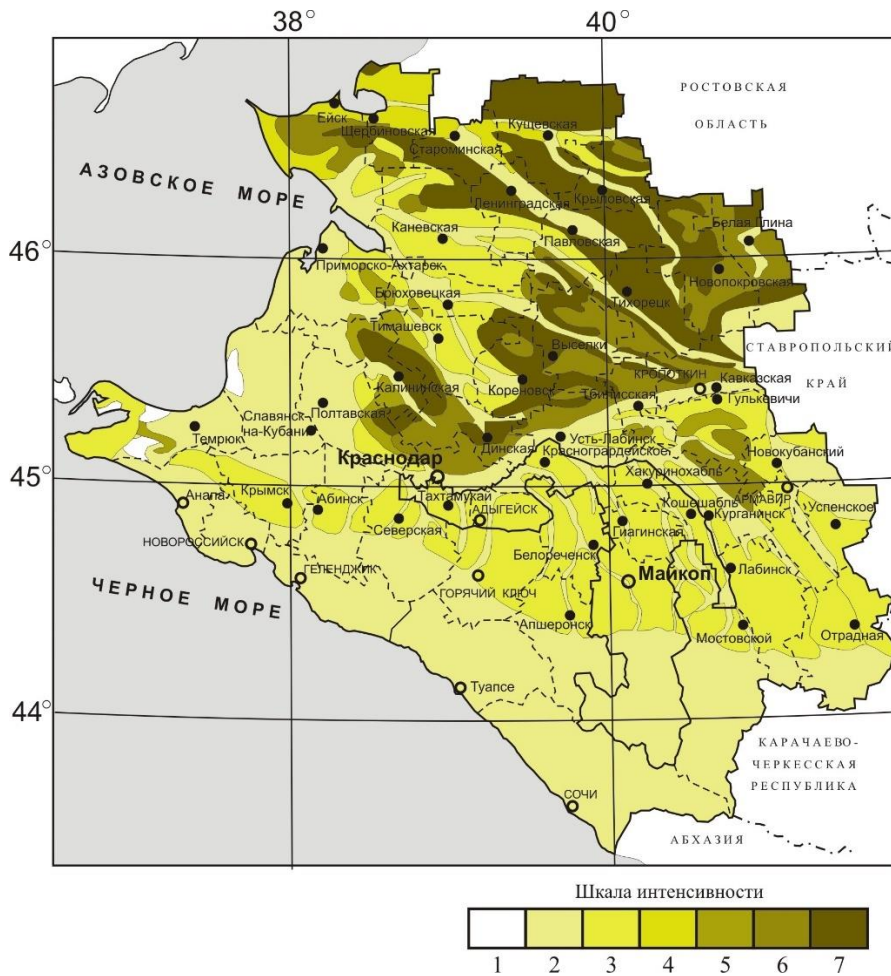


Рис. 3. Интегральная карта-схема распространения лессовидных пород и размещения просадочных форм рельефа

1 — зона прерывистого распространения и отсутствия лёссов, $K=0-5$; 2 — мощность $H=5-10$, $K=0-5$; 3 — мощность $H=5-10$, $K=10-15$; 4 — мощность $H=10-20$, $K=0-10$; 5 — мощность $H=10-15$, $K=0-5$; 6 — мощность $H=20$, $K=5-20$; 7 — мощность $H=20$, $K=0-20$

Fig. 3. Integrated map-scheme of distribution of loess-like rocks and placement of subsidence relief forms

1 — zone of intermittent propagation and absence of loess, $K=0-5$; 2 — power $H=5-10$, $K=0-5$; 3 — power $H=5-10$, $K=10-15$; 4 — power $H=10-20$, $K=0-10$; 5 — power $H=10-15$, $K=0-5$; 6 — power $H=20$, $K=5-20$; 7 — power $H=20$, $K=0-20$

В результате совмещения указанных интегральных карт с картой сейсмичности Краснодарского края была построена сводная карта, отражающая потенциальные

геологические риски. Для достижения генерализации суммативной карты-схемы выполнено разбиение критериев на классы. Участки со схожей степенью оценки благоприятности или неблагоприятности условий были объединены в 4 района и представлены на рис. 4.

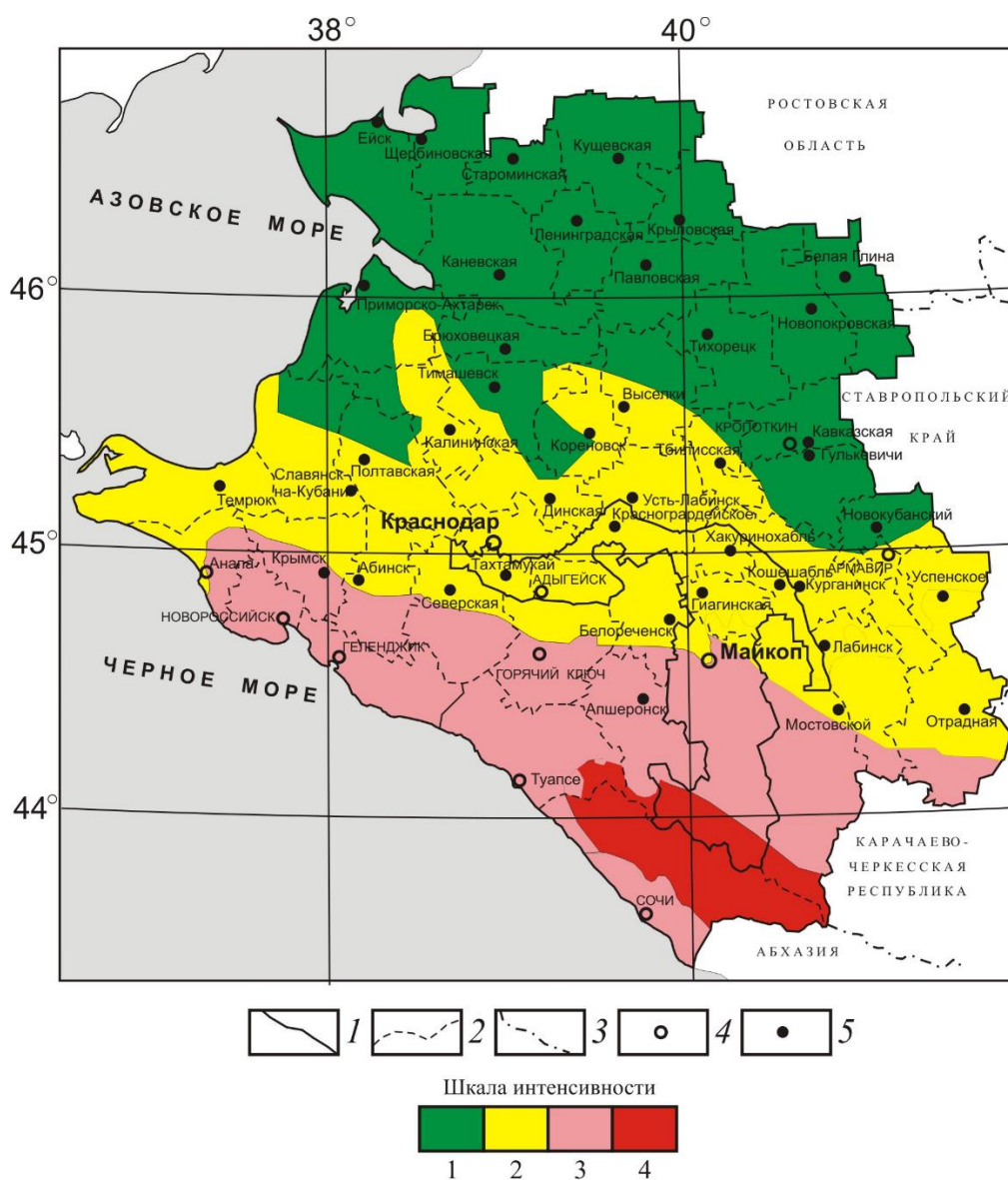


Рис. 4. Карта интегральной оценки потенциального риска.

1–3 — границы: 1 — Краснодарского края и Республики Адыгея, 2 — районов и территорий Краснодарского края, 3 — областей и республик Российской Федерации; 4 — города краевого и республиканского подчинения; 5 — районные центры.

Шкала интенсивности уровней потенциального риска опасных геологических процессов:

1 — низкий, 2 — средний, 3 — высокий, 4 — очень высокий

Fig. 4. Map of integrated assessment of the potential risk.

1–3 — borders: 1 — Krasnodar territory and the Republic of Adygea, 2 — districts and territories of Krasnodar territory, 3 — regions and republics of the Russian Federation; 4 — cities of regional and Republican subordination; 5 — district centers.

Scale of intensity of levels of potential risk of dangerous geological processes:

1 — low, 2 — medium, 3 — high, 4 — very high

Различия территории Краснодарского края в природных, экономических и социальных показателях создают неодинаковый потенциал опасностей. При таком подходе можно получить более подробную характеристику каждого района (табл. 2). Наименьшими рисками характеризуется северо-западная часть Краснодарского края. Высокими рисками характеризуются территории, приуроченные к низкогорной части Краснодарского края. В этот район попадает большая часть побережья (Новороссийск, Геленджик, Туапсе) и такие города, как Крымск, Майкоп, Лабинск и др. Меньшая часть территории характеризуется очень высокими потенциальными рисками. Такие районы приурочены к горной области.

Табл. 2. Уровни потенциальных рисков
Table 2. The levels of potential risks

Уровень риска	Потенциал риска	Потенциальные последствия	Управление рисками
1	Потенциально низкий риск, необходимости в системе учёта факторов риска нет	Очень низкая вероятность возникновения опасного события, потенциальные последствия которого незначительны	Меры по управлению рисками не требуются
2	Потенциально умеренный риск, рекомендуется система учёта факторов	Возможность возникновения опасного события, потенциальные последствия которого потребуют некоторых усилий для восстановления прежнего состояния	Рекомендуются мероприятия по управлению рисками
3	Потенциально высокий риск, необходима система учёта факторов риска	Возможность возникновения опасного события, масштаб потенциальных последствий которого потребует значительных усилий для восстановления прежнего состояния	Требуются мероприятия по управлению рисками
4	Потенциально очень высокий риск, система учёта факторов риска обязательно	Высокая вероятность возникновения опасного события, масштаб потенциальных последствий которого потребует значительных усилий для восстановления прежнего состояния	Меры по управлению рисками обязательны

С учётом отсутствия универсального метода, удовлетворяющего условиям оценки сложности геологических условий любой территории, данный подход обладает новизной.

ВЫВОДЫ

Рассматриваемые в работе потенциальные риски не привязаны к степени техногенной освоенности территории, местонахождению источника опасности. Вместе с тем через оценку потенциального риска можно учитывать степень опасности для любых объектов воздействия, материальных или природных ресурсов, в т.ч. индивидуальный риск. При этом условная вероятность поражения будет зависеть от уязвимости объекта воздействия в результате проявления того или иного фактора или опасного природного процесса.

Полученные результаты могут быть востребованы производственными изыскательскими организациями, госслужбами и бизнесом при реализации целей территориального планирования, определении рентабельности строительства и его безопасной эксплуатации. Кроме этого, результаты исследования могут служить обоснованием для выбора оптимальных объемов инженерно-геологических исследований и организации сети регионального мониторинга опасных геологических процессов. На стадиях эксплуатации сооружений уточнение оценки интегрального риска может производиться по оперативным данным, полученным в ходе производственного (приватного) мониторинга. Логичность и системность построения используемого подхода,

детализированность всех этапов анализа, возможность получения рекомендаций, пригодных для принятия управленческих решений, определяют его как надёжный инструмент, направленный на снижение негативных воздействий неблагоприятных природных факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Грохольский Н.С.* Научно-методические основы оценки интегрального риска экзогенных геологических процессов. Автореф. дис.... канд. геол.-минерал. наук. М.: Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ–РГГРУ), 2015. 22 с.
2. *Гужин Г.С., Нагалеvский Ю.Я., Тюрин В.Н.* Атлас Краснодарского края и Республики Адыгея. Минск: Белгеодезия, 1996. 48 с.
3. *Измайлов Я.А., Полещук А.Т., Абрамов С.Е.* Отчёт о результатах регионального обследования экзогенных геологических процессов на территории Краснодарского края. Краснодар, Лазаревское: ПГО «СевКавгеология», Краснодарская ГРЭ, 1982. 211 с.
4. *Минаев В.А., Фадеев А.О.* Оценка геоэкологических рисков: моделирование безопасности туристско-рекреационных территорий. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. 336 с.
5. *Нагалеvский Ю.Я., Чистяков В.И.* Физическая география Краснодарского края. Краснодар: Северный Кавказ, 2003. 152 с.
6. *Стогний Г.А., Стогний В.В.* Сейсмичность Большого Кавказа с позиции блоковой делимости земной коры. Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества, 2017. № 2. С. 86–95.

REFERENCES

1. *Grokholsky N.S.* Scientific and methodical bases of assessment of integrated risk of exogenous geological processes. Abstract diss.... PhD of geol.-mineral. sciences. Moscow: Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI-RGGRU), 2015. 22 p.
 2. *Guzhin G.S., Nagalevsky Yu.Ya., Tyurin V.N.* Atlas of Krasnodar Krai and Republic of Adygea. Minsk: Belgeodesy, 1996. 48 p.
 3. *Izmaylov Ya.A., Poleshchuk A.T., Abramov S.E.* The report on results of regional inspection of exogenous geological processes in the territory of Krasnodar Krai. Krasnodar, Lazarevskoe: PGA “SevKavgeologiya”, EE Krasnodarskaya, 1982. 211 p.
 4. *Minayev V.A., Fadeyev A.O.* Assessment of geoenvironmental risks: modeling of safety of tourist and recreational territories. Moscow: Finances and Statistics; INFRA-M, 2009. 336 p.
 5. *Nagalevsky Yu.Ya., Chistyakov V.I.* Physical geography of Krasnodar Krai. Krasnodar: North Caucasus, 2003. 152 p.
 6. *Stogny G.A., Stogny V.V.* Seismicity of Greater Caucasus from a position of block divisibility of crust. Ecological Bulletin of Research Centers of the Black Sea Economic Cooperation. 2017. No 2. P. 86–95.
-