ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 550.348.338.483:330.131.7 (470.621)

DOI: [10.46698/VNC.2021.40.95.010](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.40.95.010)

Оригинальная статья

Геоэкологические риски территории Краснодарского края: проблема интегральной оценки степени геологических опасностей

В. В. Стогний^{id}, Г. А. Стогний^{id}, Т. В. Любимова^{id}

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

Статья поступила: 04.02.2021, после рецензирования: 22.02.2021, принята к публикации: 04.03.2021

Резюме: Актуальность работы. Краснодарский край – один из основных центров рекреации и туризма в России, а Черноморское побережье является главной курортной зоной. Южная часть Краснодарского края в полосе шириной до 200 км относится к Крымско-Кавказскому сейсмическому поясу и является сейсмоопасной территорией, здесь с различной степенью вероятности возможны сейсмические сотрясения интенсивностью 8-9 баллов. Угрозу для безопасности региона представляют эндогенные геологические процессы, прежде всего связанные с сейсмичностью региона, и экзогенные природные геологические процессы. В связи с этим остро стоит проблема оценки интегральных геоэкологических рисков в зонах расположения курортов и рекреационной деятельности. Одним из путей управления геоэкологическими рисками является комплексный анализ причин и факторов их возникновения как основы разработки природоохранных мероприятий. К первоочередным вопросам данной проблемы для территории Краснодарского края следует отнести оценку факторов опасности интегрального сейсмического риска и экзогенных природных процессов на региональном и локальном уровнях. **Цель работы** – интегральная оценка на региональном уровне степени эндогенных и экзогенных геологических опасностей Краснодарского края. **Методы исследования.** Методы исследования включали анализ и синтез геолого-геофизических материалов и инженерно-геологических данных с выделением наиболее значимых факторов геоэкологического риска Краснодарского края. Методика оценки степени опасности интегрального геоэкологического риска должна учитывать факторы, обусловленные как непосредственно сейсмическими воздействиями, так и вызванными ими последующими угрозами экзогенных геологических процессов. В связи с этим рассматриваются вопросы картирования отдельных факторов и интегральной оценки потенциальных геоэкологических рисков. **Результаты работы.** В работе приведены разработанные карта оценки интегрального риска проявления опасных экзогенных геологических процессов и карта интегральной оценки потенциального риска эндогенных и экзогенных процессов территории Краснодарского края. Приведена таблица критериев для балльной оценки геоэкологических эндогенных и экзогенных рисков. Наименьшим потенциальным риском природных опасностей характеризуются северные районы. Зоны высокого и очень высокого потенциального риска локализованы в пределах Северо-Западного Кавказа и Черноморского побережья Краснодарского края. Для этих территорий требуется первоочередная разработка мероприятий по управлению рисками.

Ключевые слова: геоэкология, эндогенные и экзогенные геологические процессы, сейсмогенный риск, Краснодарский край.

Для цитирования: Стогний В.В., Стогний Г.А., Любимова Т.В. Геоэкологические риски территории Краснодарского края: проблема интегральной оценки степени геологических опасностей. *Геология и геофизика Юга России*. 2021. 11 (1): 121 – 133. DOI: 10.46698/VNC.2021.40.95.010.

DOI: [10.46698/VNC.2021.40.95.010](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.40.95.010)

Original paper

Geoecological risks of the Krasnodar region: the problem of integrated assessment of the geological hazards degree

V. V. Stogny^{id}, G. A. Stogny^{id}, T. V. Lyubimova^{id}

Kuban State University, 149 Stavropolskaya Str., Krasnodar 350040, Russian Federation,
e-mail: stogny_vv@mail.ru; TV-Luy@yandex.ru

Received: 04.02.2021, revised: 22.02.2021, accepted: 04.03.2021

Abstract: Relevance. Krasnodar Region is one of the main centers of recreation and tourism in Russia, and the Black Sea coast is the main resort area. The southern part of the Krasnodar Region, in a strip up to 200 km wide, belongs to the Crimean-Caucasian seismic belt and is an earthquake-prone area, here seismic shocks with an intensity of 8-9 are possible with varying degrees of probability. Endogenous geological processes, primarily associated with the seismicity of the region, and exogenous natural geological processes pose a threat to the security of the region. In this regard, there is an acute problem of assessing the integral geoecological risks in the zones of the resorts location and recreational activities. One of the ways to manage geoecological risks is a comprehensive analysis of the causes and factors of their occurrence as the basis for the development of environmental protection measures. The priority issues of this problem for the territory of Krasnodar Region include the assessment of the hazard factors of integral seismic risk and exogenous natural processes at the regional and local levels. **The aim of the work** is an integral assessment at the regional level of the endogenous degree and exogenous geological hazards in the Krasnodar Region. **Methods.** The research methods included the analysis and synthesis of geological and geophysical materials and geology-engineering data with the identification of the most significant factors of the Krasnodar Region geoecological risk. The methodology for assessing the degree of the integral geoecological risk danger should take into account the factors caused both directly by seismic influences and the subsequent threats of exogenous geological processes caused by them. In this regard, the issues of mapping individual factors and an integral assessment of potential geoecological risks are considered. **Results.** The paper presents the developed map for assessing the integral risk of manifestation of hazardous exogenous geological processes and the map for the integrated assessment of the potential risk of endogenous and exogenous processes in the territory of Krasnodar Region. A table of criteria for the scoring of geoecological endogenous and exogenous risks is presented. The northern regions are characterized by the lowest potential risk of natural hazards. Areas of high and very high potential risk are localized within the Northwestern Caucasus and the Black Sea coast of the Krasnodar Region. For these territories, priority development of risk management measures is required.

Keywords: geoecology, endogenous and exogenous geological processes, seismogenic risk, Krasnodar Region.

For citation: Stogny V. V., Stogny G. A., Lyubimova T. V. Geoecological risks of the Krasnodar region: the problem of integrated assessment of the geological hazards degree. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2021. 11 (1): 121 – 133. DOI: 10.46698/VNC.2021.40.95.010.

Введение

Систематические исследования по анализу риска, направленные на оценку опасности природных явлений и процессов начались в конце 1960-х годов. Обзор современных взглядов на проблему оценки экологических рисков, как в зарубеж-

ной, так и отечественной литературе [Косинова, Кустова, 2008; Осипов и др., 2017] показывает, что до настоящего времени отсутствует единая методология оценки риска геоэкологических процессов, а из-за сложного и многоаспектного понятия, определение «риска» всё ещё остается неоднозначным. Отечественный опыт оценки сейсмического риска и экзогенных опасностей на урбанизированных территориях представлен в работах [Бурова, 2019; Заиканов и др., 2019; Ларионов и др., 2017; Осипов и др., 2015]. Предложены различные подходы и методики оценки суммарного действия природных и техногенных факторов.

Краснодарский край – один из основных центров рекреации и туризма в России. Рекреационный комплекс играет в регионе огромную роль. Черноморское побережье Краснодарского края является главной курортной зоной России. В связи с этим решение вопросов геоэкологической безопасности в зонах расположения курортов, оценка влияния природных процессов на состояние зданий и сооружений выходят на первое место, наряду с решением вопросов реализации рекреационной деятельности.

Геоэкологические условия Краснодарского края на региональном уровне связаны с его тектоническим положением в пределах мегаантиклинория Большого Кавказа и Скифской плиты, которые определили характер проявления эндогенных и экзогенных опасных природных процессов. Эндогенные геоэкологические процессы, вызванные высокой сейсмичностью, активными тектоническими нарушениями, неотектоническими деформациями складчатых структур и движением блоков верхней части земной коры в условиях напряженного состояния земной коры характерны для Северо-Западного Кавказа. Большую угрозу для безопасности региона представляют экзогенные природные геологические процессы (оползни, боковая и донная эрозия, абразия и др.). Наиболее значимыми из них по распространённости и негативному влиянию на природную среду являются оползневые процессы, широко распространённые во многих регионах мира, в том числе в пределах Большого Кавказа [Свалова и др., 2019]. На отдельных участках Черноморского побережья поражённость оползневыми процессами составляет 10-20%, а при техногенном воздействии может возрастать до 50%. Антропогенное воздействие на геологическую среду привело к массовому развитию оползневых процессов. Наибольшее число таких проявлений наблюдается вдоль горных дорог. Для степных сельскохозяйственных районов Краснодарского края актуальны вопросы подтопления.

Одним из путей управления геоэкологическими рисками является комплексный анализ причин и факторов их возникновения как основы разработки природоохранных мероприятий. К наиболее важным вопросам данной проблемы для территории Краснодарского края следует отнести оценку факторов опасности интегрального сейсмического риска и экзогенных природных процессов на региональном и локальном уровнях.

Оценка интегрального сейсмогенного риска

Южная часть (Северо-Западный Кавказ и Черноморское побережье) Краснодарского края в полосе шириной до 200 км относится к Крымско-Кавказскому сейсмическому поясу и является сейсмоопасной территорией, здесь с различной степенью вероятности возможны сейсмические сотрясения интенсивностью 8-9 баллов [Уломов и др., 2007]. Общий характер сейсмичности территории Краснодарского края в историческом аспекте охарактеризован в [Стогний, 2020].

Для данной территории имеются карты эпицентров землетрясений с $M > 4,5$, нормативные карты общего сейсмического районирования ОСР-97 и ОСР-2015, схемы потенциальных сейсмических очагов с оценкой максимально возможной магнитуды землетрясений. При оценке сейсмической опасности территории Краснодарского края реализованы различные подходы и методики: на основе разработки сейсмо-тектонической схемы; по историческим и археосейсмическим материалам; по реконструкции макросейсмических полей землетрясений; морфоструктурного районирования и моделирования динамики блоковой структуры и сейсмичности; метод сейсмической энтропии; подход на основе интеллектуальной системы кластеризации; на основе сейсмогеодинамической модели, учитывающей зависимость предельной магнитуды возможных землетрясений от площади сейсмогенерирующего блока земной коры.

Оценку сейсмического риска определяют факторы потенциальной опасности и факторы возможного ущерба (экономический, уязвимость строений и социальный). К практически не разработанному направлению для территории Краснодарского края следует отнести оценку интегрального сейсмогенного риска, включающего факторы опасности, обусловленные как непосредственно сейсмическими воздействиями, так и вызванными последующими угрозами экзогенных геологических процессов эпицентральной области землетрясения. К угрозам этого плана следует отнести сформировавшиеся активные разломы, обвалы, провалы земной поверхности, изменение русел водотоков. Для сейсмически активных регионов наиболее актуальна проблема оценки сейсмогенных оползневых и склоновых процессов [Кропоткин, 2020; Чернов, 2019; Sharma, 2006; Vranken et al., 2015]. В работе [Минаев, Фадеев, 2009] такие явления и процессы туристско-рекреационных территорий названы «медленной» катастрофой.

Глобальный уровень формирования сейсмогенерирующих напряжений южной части Краснодарского края определяется его положением в пределах Средиземноморского подвижного пояса. Региональный уровень характеризуют процессы возникновения очагов землетрясений в пределах геоблоков земной коры, а локальный уровень определяют блоки I и II порядка, которые во многом создают как условия накопления энергии очага, так и ее рассеивания [Стогний, Стогний, 2017]. Геодинамические условия формирования сейсмичности соответствуют в большей степени обстановке коллизии, что подчеркивает характер ориентировки осей максимального сжатия тектонических полей напряжений регионального ранга, приведенных в работе [Расцветаев и др., 2010] для Западного Кавказа (рис. 1).

На локальном уровне современную сейсмичность Черноморского побережья Краснодарского края формируют главным образом реверсные движения, создаваемые сейсмогенерирующими Анапским и Сочинским блоками консолидированной коры (рис. 1). Анализ результатов оценки скорости движения положения спутниковых геодинамических пунктов (СГП) [Бабешко и др., 2016; Величко и др., 2016; Глазырин и др., 2017] и элементов блокового строения земной коры Черноморского побережья позволяет отметить, что пункты с наибольшими скоростями движения соответствуют Анапскому ($5,15 \pm 0,3$ мм/год) и Сочинскому ($3,73 \pm 0,1$ мм/год) – наиболее жёстким и высокоплотным сейсмогенным блокам консолидированной коры, контролирующим соответственно Анапский и Сочинский сейсмические районы [Стогний, Стогний, 2019]. При этом, вектор скорости Анапского СГП примерно ортогонален Западнокавказскому межплитному разлому, подчиняясь тенденции

«вдавливания» Анапского блока в фундамент Скифской плиты, а вектор скорости Сочинского СГП субпараллелен Западнокавказскому межплитному разлому, отражая, по-видимому, влияние деформационных волн Рачинских землетрясений 1991 г. Площадь Анапского и Сочинского сейсмогенерирующих блоков не превышает 4 тыс. кв. км, что ограничивает предельные размеры очага и максимальную (6,0) магнитуду землетрясений. Важным фактором контроля распределения очагов землетрясений и их магнитуды является реологический. Так, большинство очагов землетрясений с $M > 5$ локализованы в интервале глубин верхнего слоя земной коры (5÷15 км) наибольшей обобщённой прочности хрупкого разрушения.

Основные задачи оценки интегрального сейсмогенного риска Краснодарского края сводятся к следующим:

1. Разработка методики оценки факторов опасности интегрального сейсмогенного риска, обусловленных как непосредственно сейсмическими воздействиями, так и вызванными ими «медленными» угрозами экзогенных геологических процес-

Рис. 1. Сейсмотектоническая схема Черноморского побережья Краснодарского края по результатам анализа и синтеза геолого-геофизических материалов.

1 – межплитные разломы, разграничивающие Восточно-Черноморскую и Скифскую плиты (К – Крымский, 3 – Западнокавказский); 2 – тектонические нарушения; 3 – сейсмогенерирующие блоки; 4 – региональные тектонические напряжения по [Расцветаев и др., 2010]; 5 – основной тренд тектонических напряжений, создаваемый процессом взаимодействия Восточно-Черноморской и Скифской плит. Эпицентры землетрясений: доинструментальных – серый цвет, инструментальных – чёрный цвет /

Fig. 1. Seismotectonic scheme of the Krasnodar Region Black Sea coast based on the results of analysis and synthesis of geological and geophysical materials.

1 – interplate faults delimiting the East Black Sea and Scythian plates (K – Crimean, W – West Caucasian); 2 – tectonic disturbances; 3 – seismic generating blocks; 4 – regional tectonic stresses after [Rastsvetaev et al., 2010]; 5 – the main trend of tectonic stresses created by the interaction of the East Black Sea and Scythian plates. Epicenters of earthquakes: pre-instrumental – gray, instrumental – black

сов (учёт особенностей строения верхней части разрезов земной коры, геоморфологических и инженерно-геологических условий, а также тиксотропии).

2. Составление и обоснование карты факторов опасности интегрального сейсмогенного риска Черноморского побережья Краснодарского края на региональном и детальном уровнях с учётом конкретных физико-геологических условий региона исследований и адаптации разрабатываемых моделей к этим условиям.

3. Выбор модельных законов, а также методов корреляционной связи частоты проявления землетрясений различной магнитуды и интенсивности сотрясений с частотой проявления сейсмогенных рисков различной природы, в зависимости от геологического и тектонического строения эпицентральной области.

4. Оценка сейсмогенного риска и моделирование безопасности туристско-рекреационных территорий Черноморского побережья и Северо-Западного Кавказа с высоким уровнем развития рекреационной сферы.

Для оценки факторов потенциального сейсмического риска туристско-рекреационной территории, с учетом карт детального сейсмического районирования и факторов возможного ущерба, необходимо построение вероятностных математических моделей их реализации. Полная вероятность $P(B_i)$ опасного природного или природно-техногенного процесса с i -ым исходом на рассматриваемой на региональном и локальном уровнях может вычисляться по формуле (1) полной вероятности [Минаев, Фадеев, 2009, с. 245]:

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

где $(j = 1, \dots, m)$ – возможные опасные природные и природно-техногенные процессы на рассматриваемой ТРТ; $P(A_j/B_i)$ – условные вероятности наступления стихийного бедствия при условии реализации j -го опасного природного (или природно-техногенного) процесса.

Оценка интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов

Анализ комплекса факторов, влияющих на развитие экзогенных процессов, позволяет выделить наиболее значимые [Любимова и др., 2017]:

- интенсивность неотектонических движений;
- степень расчленённости рельефа (земной поверхности);
- распространённость и интенсивность оползневых процессов;
- распространённость специфических грунтов (набухающих и просадочных);
- характер и интенсивность развития на территории просадочных форм рельефа, обвально-осыпных процессов и овражно-балочной эрозии.

В данной работе использован метод оценки отдельных факторов по баллам в зависимости от их важности. Метод балльной (или ранговой) оценки позволяет в значительной степени преодолеть сложность оценивания, вызванную неоднородностью сравниваемых показателей.

Коэффициенты (K) для отражения характера и интенсивности проявления на территории Краснодарского края того или иного процесса рассчитывались исходя из веса критерия в баллах и суммарной площади территорий, где этот процесс проявлен, выраженной в процентах. В таблице 1 приведены количественные характеристики рассматриваемых показателей.

Таблица 1 / Table 1

**Таблица критериев для балльной оценки геоэкологических условий
Краснодарского края / Criteria table for point rating of the geoeological
conditions of the Krasnodar Territory**

Критерий оценки / Evaluation criterion	Характеристика / Characteristic	Вес критерия, в баллах / Criterion weight, in points
1	2	3
Интенсивность геотектонических движений / Intensity of geotectonic movements	Слабые / Weak	0
	Умеренные / Moderate	1
	Интенсивные / Intensive	2
	Инверсия направления движения / Inversion of movement direction	2
Сейсмичность по карте ОСР-2016А*, балл / Seismicity according to the map of GSZ-2016A*, point	6	0
	7	1
	8 и более / 8 and more	2
Распространение просадочных грунтов / Spreading of the subsiding soils	Не распространены / Not spreaded	0
	I тип просадочности / I type of subsidence	1
	II тип просадочности / II type of subsidence	2
Распространение набухающих грунтов / Spreading of the swelling soils	Не распространены / Not spreaded	0
	Распространены / Spreaded	1
Расчлененность земной поверхности, км/км ² / Roughness of the ground surface, km/km ²	0,0-0,10	1
	0,10-0,50	2
	0,50-1,00	3
	Свыше 1,00 / Over 1,00	
Пораженность просадочными формами рельефа / Incidence by subsidental landforms	0<K<10	1
	10<K<25	2
	25<K<35	3
Пораженность водно-эрозионными процессами, % / Incidence by water-erosion processes, %	Менее 3% / Less than 3%	0
	3-25%	1
	Более 25% / Over 25%	2
Пораженность обвально-осыпными (гравитационными) процессами, % / Incidence by avalanche-talus (gravitational) processes, %	Менее 3% / Less than 3%	0
	3-25%	1
	Более 25% / Over 25%	2
Пораженность оползневыми процессами / Incidence by landslide processes	Менее 3% / Less than 3%	0
	3-25%	1
	Более 25% / Over 25%	2

Сложение рисков каждого из рассмотренных параметров путем суммирования карт интенсивности проявления пораженности того или иного процесса позволило провести ранжирование территории Краснодарского края по степени интегрального риска проявления экзогенных процессов (рис. 2).

Рис. 2. Карта оценки интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов Краснодарского края и Республики Адыгея.

1-3 – границы: 1 – Краснодарского края, 2 – районов и территорий Краснодарского края, 3 – областей и республик Российской Федерации; 4 – города краевого и республиканского подчинения; 5 – районные центры. Шкала интенсивности уровней риска опасных экзогенных геологических процессов: 1 – низкий, 2 – средний, 3 – высокий, 4 – очень высокий /

Fig. 2. Map for assessing the integral risk of exogenous geological processes manifestation in the Krasnodar Region and the Republic of Adygea.

1-3 – borders: 1 – Krasnodar Region, 2 – districts and territories of Krasnodar Region, 3 – regions and republics of the Russian Federation; 4 – cities of regional and republican subordination; 5 – regional centers. The scale of the intensity of the risk levels of hazardous exogenous geological processes: 1 – low, 2 – medium, 3 – high, 4 – very high

Оценка интегрального риска проявления опасных эндогенных и экзогенных геологических процессов

Районирование природных факторов на относительно однородные части с использованием интегральных оценок потенциальных рисков опасных геологических процессов было выполнено с разбиением критериев на классы. Участки со схожим характером геоэкологических условий были объединены в четыре района (зоны) по уровню потенциального риска опасных эндогенных и экзогенных процессов: низкий, средний, высокий, очень высокий (рис. 3).

Рис. 3. Карта интегральной оценки потенциального риска эндогенных и экзогенных процессов Краснодарского края и Республики Адыгея.

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 геоэкологических процессов: 1 – низкий, 2 – средний, 3 – высокий, 4 – очень высокий /

Fig. 3. Map of the integrated assessment of the potential risk of endogenous and exogenous processes in the Krasnodar Region and the Republic of Adygea.

1-3 – borders: 1 – Krasnodar Region and the Republic of Adygea, 2 – districts and territories of Krasnodar Region, 3 – regions and republics of the Russian Federation; 4 – cities of regional and republican subordination; 5 – regional centers. The scale of the intensity of the levels of potential risk of hazardous geoeological processes: 1 – low, 2 – medium, 3 – high, 4 – very high

Проведенные исследования по разработке и опробованию методики интегральной оценки опасных эндогенных и экзогенных геологических процессов дают возможность охарактеризовать геоэкологическое состояние природной среды Краснодарского края на региональном уровне. Наименьшим потенциальным риском природных опасностей характеризуются северные районы, для которых характерна низкая вероятность возникновения опасного события. Для территорий среднего риска, нашедших отражение на карте интегральной оценки потенциального риска опасных эндогенных и экзогенных процессов, учёт возможных

потенциальных рисков и мероприятий по их минимизации должен проводиться на более высоком уровне. Зоны высокого и очень высокого потенциального риска локализованы в пределах северного и южного склонов Северо-Западного Кавказа и Черноморского побережья Краснодарского края. Для этих территорий требуется первоочередная разработка мероприятий по управлению рисками (на уровнях область – район – участок по [Бурова, 2019]), поскольку масштаб потенциальных последствий может потребовать значительных материальных затрат и времени на их ликвидацию. Потенциально очень высокий риск опасных геологических процессов для самых высокогорных территорий Краснодарского края определяет первоочередную задачу разработки и внедрения мер по управлению рисками на различных уровнях.

Заключение

Геоэкологические условия Краснодарского края на региональном уровне определяют характер и степень проявления опасных эндогенных и экзогенных природных процессов. Эндогенные геоэкологические процессы, вызванные высокой сейсмичностью, активными тектоническими нарушениями, неотектоническими деформациями складчатых структур и движением блоков верхней части земной коры в условиях напряжённого состояния земной коры, характерны для Северо-Западного Кавказа и Черноморского побережья. Угрозу для безопасности региона представляют также опасные экзогенные природные геологические процессы (оползни, боковая и донная эрозия, абразия и др.). Так, на отдельных участках Черноморского побережья поражённость оползневыми процессами составляет 10-20%, а при техногенном воздействии может возрасти до 50%.

К наиболее актуальным вопросам геоэкологии территории Краснодарского края отнесена оценка степени опасности интегрального сейсмогенного риска и экзогенных природных процессов. Разработка методики оценки степени опасности интегрального сейсмогенного риска должна включать факторы, обусловленные как непосредственно сейсмическими воздействиями, так и вызванными ими последующими угрозами экзогенных геологических процессов эпицентральной области землетрясения. К угрозам этого плана следует отнести сформировавшиеся активные разломы, обвалы, провалы земной поверхности, изменение русел водотоков.

В работе приведены разработанные карты оценки интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов и интегральной оценки потенциального риска опасных эндогенных и экзогенных процессов Краснодарского края и Республики Адыгея. Наименьшим потенциальным риском возникновения природных опасностей характеризуются северные районы Краснодарского края. Зоны высокого и очень высокого потенциального риска локализованы в пределах северного и южного склонов Северо-Западного Кавказа и Черноморского побережья Краснодарского края. Для этих территорий требуется первоочередная разработка мероприятий по управлению рисками на различных уровнях.

Литература

1. Бабешко В. А., Юбко В. М., Глазырин Е. А., Шестопалов В. Л. Характер движений поверхности земной коры по данным GPS-измерений в районе Азово-Черноморского побережья Российской Федерации. // Наука юга России (Вестник Южного Научного Центра). – 2016. – Т. 12. № 4. – С. 33-40.

2. Бурова В. Н. Особенности районирования урбанизированных территорий для оценки риска от опасных природных процессов. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2019. – № 6. – С. 106-111.

3. Величко С. В., Глазырин Е. А., Шереметьев В. М., Шестопапов В. Л. Мониторинг геодинамической активности Туапсинско-Сочинской сейсмоактивной зоны по данным GPS-наблюдений. // Инженерная геология Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2016. – С. 41-47.

4. Глазырин Е. А., Шестопапов В. Л., Фоменко В. А. Основные результаты и перспективы изучения движений земной коры Северного Кавказа на основе спутниковых геодинамических пунктов. // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа (по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции». 6-9 декабря 2017 г., г. Ессентуки). Т. VII. Часть 2. / Под ред. И. А. Керимова. – М.: ИИЕТ РАН, 2017. – С. 49-57.

5. Заиканов В. Г., Минакова Т. Б., Булдакова Е. В., Сависько И. С. Индексы и индикаторы геоэкологической безопасности урбанизированных территорий. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2019. – № 4. – С. 94-101.

6. Косинова И. И., Кустова Н. Р. Теория и методология геоэкологических рисков. // Вестник ВГУ. Серия: Геология. – 2008. – № 2. – С. 189-197.

7. Кропоткин М. П. Некоторые аспекты оценки влияния сейсмических воздействий на устойчивость склонов (на примере осваиваемой прибрежной зоны Западного Кавказа). // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2020. – № 2. – С. 16-27.

8. Ларионов В. И., Фролова Н. И., Угаров А. Н. Оценка сейсмического риска. // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2017. – № 2. – С. 22-37.

9. Любимова Т. В., Бондаренко Н. А., Стогний В. В., Погорелов А. В. Карта интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов как основа для решения различных теоретических и прикладных задач на территории Краснодарского края. // Естественные и технические науки. – 2017. – № 2 (114). – С. 140-145.

10. Минаев В. А., Фадеев А. О. Оценка геоэкологических рисков: моделирование безопасности туристско-рекреационных территорий. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. – 336 с.

11. Осипов В. И., Еремина О. Н., Козлякова И. В. Оценка экзогенных опасностей и геологического риска на урбанизированных территориях (обзор зарубежного опыта). // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2017. – № 3. – С. 3-15.

12. Осипов В. И., Ларионов В. И., Суцев С. П., Фролова Н. И., Угаров А. Н., Кожаринов С. В., Барская Т. В. Оценка сейсмического риска территории г. Б. Сочи. // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2015. – № 1. – С. 3-19.

13. Расцветаев Л. М., Маринин А. В., Тверитинова Т. Ю. Позднеальпийские дизъюнктивные системы и геодинамика Западного Кавказа. // Геотектоника. – 2010. – № 5. – С. 31-40.

14. Свалова В. Б., Заалишвили В. Б., Ганапати Г. П., Николаев А. В., Мельков Д. А. Оползневой риск в горных районах. // Геология и геофизика Юга России. – 2019. – Т. 9. № 2. – С. 86-95.

15. Стогний В. В. Сейсмичность Краснодарского края и Республики Адыгея: исторический аспект. // Вестник Краснодарского регионального отделения РГО: сб. науч. трудов. – 2020. – Вып. 10. – С. 130-137.

16. Стогний Г. А., Стогний В. В. Сейсмичность Большого Кавказа с позиции блоковой делимости земной коры. // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС). – 2017. – № 2. – С. 86-95.

17. Стогний Г. А., Стогний В. В. Проблема оценки сейсмогенного риска Черноморского побережья Краснодарского края. // Туристско-рекреационный комплекс в системе регио-

нального развития: Материалы VII Международной научно-практической конференции. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2019. – С. 226-229.

18. Уломов В.И., Данилова Т.И., Медведева Н.С., Полякова Т.П., Шумилова Л.С. К оценке сейсмической опасности на Северном Кавказе. // Физика Земли. – 2007. – № 7. – С. 31-45.

19. Чернов Ю.К. Предварительный анализ возможности сейсмогенного разжижения грунтов (на примере водонасыщенных песчано-глинистых отложений в п. Кудепста Адлеровского района г. Сочи). // Геология и геофизика Юга России. – 2019. – Т. 9. № 1. – С. 58-70. DOI: 10.23671/VNC. 2019.1.26788.

20. Sharma V.K. Zonation of landslide hazard for urban planning: case study of Nainital town, Kumaon Himalaya, India. // In: Engineering Geology for Tomorrow's Cities, IAEG 2006, 6–10 Sept. 2006, paper no. 3–191.

21. Vranken L., Vantilt G., Van Den Elckhaut M., Vanderckhole L., Poesen J. Landslide risk assessment in densely populated hilly area. // Landslides. – 2015. – Vol. 12. No. 4. – pp. 787–798.

References

1. Babeshko V.A., Yubko V.M., Glazyrin E.A., Shestopalov V.L. The nature of movements of the earth's crust according to GPS measurements in the region of the Azov-Black Sea coast of the Russian Federation. *Science of the South of Russia*. 2016. Vol. 12, No. 4, pp. 33-40. (In Russ.)

2. Burova V.N. Features of zoning of urbanized areas for risk assessment from hazardous natural processes. *Geoecology, engineering geology, hydrogeology, geocryology*. 2019. No. 6. pp. 106-111. (In Russ.)

3. Velichko S.V., Glazyrin E.A., Sheremet'ev V. M., Shestopalov V.L. Monitoring of the geodynamic activity of the Tuapse-Sochi seismically active zone according to GPS observations. *Engineering geology of the North-West Caucasus and Ciscaucasia, current state and main problems*. Krasnodar, Prosveshchenie-Yug, 2016. pp. 41-47. (In Russ.)

4. Glazyrin E.A., Shestopalov V.L., Fomenko V.A. The main results and prospects of studying the movements of the Earth's crust in the North Caucasus on the basis of satellite geodynamic points. In: *Proceedings of the VII All-Russian scientific and technical conference*. December 6-9, 2017, Essentuki. Vol. VII. Part 2. Moscow. IHST RAS, 2017. pp. 49-57. (In Russ.)

5. Zaikanov V.G., Minakova T.B., Buldakova E. V., Savis'ko I.S. Indices and indicators of geoeological safety of urbanized territories. *Geoecology, engineering geology, hydrogeology, geocryology*. 2019. No. 4. P. 94-101. (In Russ.)

6. Kropotkin M.P. Some aspects of the influence of seismic impacts on the slope stability (by the example of the developed coastal zone in the West Caucasus). *Geoecology, engineering geology, hydrogeology, geocryology*. 2020. No. 2. pp. 16-27. (In Russ.)

7. Kosinova I.I., Kustova N.R. Theory and methodology of geoeological risks. *Vestnik VSU, Series Geology*. 2008. No. 2. pp. 189-197. (In Russ.)

8. Larionov V.I., Frolova N.I., Ugarov A.N. Seismic risk assessment. *Geoecology, engineering geology, hydrogeology, geocryology*. 2017. No. 2. pp. 22-37. (In Russ.)

9. Lyubimova T. V., Bondarenko N.A., Stognii V.V., Pogorelov A. V. Map of the integral risk for manifestation of exogenous geological processes as a basis for solving various theoretical and applied problems in the Krasnodar Territory. *Natural and technical sciences*. 2017. No. 2 (114). pp. 140-145 (In Russ.)

10. Minaev V.A., Fadeev A.O. Assessment of geoeological risks: modeling the safety of tourist and recreational areas. Moscow, Finance and Statistics, INFRA-M, 2009.336 p. (In Russ.)

11. Osipov V.I., Eremina O.N., Kozlyakova I.V. Assessment of exogenous hazards and geological risk in urbanized areas (review of foreign experience). *Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology*, 2017. No. 3. pp. 3-15. (In Russ.)

12. Osipov V.I., Larionov V.I., Sushchev S.P., Frolova N.I., Ugarov A.N., Kozharinov S.V.,

Barskaya T. V. Assessment of the seismic risk in the territory of B. Sochi. *Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology*, 2015. No. 1. pp. 3-19. (In Russ.)

13. Rastsvetaev L. M., Marinin A. V., Tveritina T. Yu. Late Alpine disjunctive systems and geodynamics of the Western Caucasus. *Geotectonics*. 2010. No. 5. pp. 31-40. (In Russ.)

14. Svalova V. B., Zaalishvili V. B., Ganapati G. P., Nikolaev A. V., Melkov D. A. Landslide risk in mountainous areas. *Geology and geophysics of Russian South*. 2019.9 (2). pp. 86-95. (In Russ.)

15. Stognii V. V. Seismicity of the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea: a historical aspect. *Bulletin of the Krasnodar Regional Branch of the Russian Geographical Society, proceedings*. Krasnodar, 2020. 10, pp. 130-137. (In Russ.)

16. Stognii G. A., Stognii V. V. Seismicity of the Greater Caucasus from the position of the block divisibility of the earth's crust. *Ecological Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation (BSEC)*. 2017. No. 2. pp. 86-95. (In Russ.)

17. Stognii G. A., Stognii V. V. The problem of assessing the seismogenic risk of the Black Sea coast of the Krasnodar Territory. In: *Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference*. Krasnodar, Kuban State University, 2019. pp. 226-229. (In Russ.)

18. Ulomov V. I., Danilova T. I., Medvedeva N. S., Polyakova T. P., Shumilova L. S. On the assessment of seismic hazard in the North Caucasus. *Physics of the Earth*. 2007, No. 7. pp. 31-45. (In Russ.)

19. Chernov Yu. K. A preliminary analysis of the ability of seismic liquefaction of soils (for example, water-saturated sandy-clay deposits in Kudepsta village, Adler district of Sochi). *Geology and Geophysics of Russian South*. 2019. Vol. 9 (1). pp. 58-70. DOI: 10.23671/VNC.2019.1.26788 (In Russ.)

20. Sharma V. K. Zonation of landslide hazard for urban planning: case study of Nainital town, Kumaon Himalaya, India. In: *Engineering Geology for Tomorrow's Cities*, IAEG 2006, 6-10 Sept. 2006, paper no. 3-191.

21. Vranken L., Vantilt G., Van Den Elckhaut M., Vanderckhole L., Poesen J. Landslide risk assessment in densely populated hilly area. *Landslides*. 2015. Vol. 12. No. 4. pp. 787-798.