

УДК 551.3

**РАЗРАБОТКА НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ОСНОВ ОЦЕНКИ ИНТЕГРАЛЬНОГО
РИСКА ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**DEVELOPMENT OF THE SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL BASES OF AN
ASSESSMENT OF INTEGRATED RISK OF MANIFESTATION OF EXOGENOUS
GEOLOGICAL PROCESSES IN THE TERRITORY OF KRASNODAR KRAI**

©**Любимова Т. В.**

канд. геол.-минерал. наук,
Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, TV-Luy@yandex.ru

©**Lyubimova T.**

Ph.D., Kuban State University
Krasnodar, Russia, TV-Luy@yandex.ru

©**Бондаренко Н. А.**

д-р. геол.-минерал. наук
Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, nik_bond@mail.ru

©**Bondarenko N.**

Dr. habil., Kuban State University
Krasnodar, Russia, nik_bond@mail.ru

©**Стогний В. В.**

д-р. геол.-минерал. наук
Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, stogny_vv@mail.ru

©**Stogny V.**

Dr. habil., Kuban State University,
Krasnodar, Russia, stogny_vv@mail.ru

©**Погорелов А. В.**

д-р геогр. наук, Кубанский государственный университет
г. Краснодар, Россия, pogorelov_av@bk.ru

©**Pogorelov A.**

Dr. habil., Kuban State University,
Krasnodar, Russia, pogorelov_av@bk.ru

Аннотация. Одной из основных проблем при инженерно-геологических исследованиях является выбор наиболее подходящей территории для строительства проектируемых объектов и сооружений. Особое место здесь занимает оценка наличия и степени активности экзогенных геологических процессов, определяющих безопасность объектов строительства. Территория Краснодарского края характеризуется разнообразием природных условий и развитостью хозяйственного комплекса. Большую угрозу для экономики и безопасности

населения края представляют экзогенные (оползни, боковая и донная эрозия, разрушение морских берегов, подтопление территорий) природные геологические процессы. Территории 1250 населенных пунктов края подвержены различным видам экзогенных геологических процессов, развитие которых создает угрозу безопасности проживающего в них населения. Так на отдельных участках пораженность (отношение участков, затронутых оползнями, к общей площади территории) оползневыми процессами составляет 10-20%. Под воздействием хозяйственной деятельности этот показатель возрастает до 50%. На автомобильных дорогах имеется 260 оползневых участков, в т. ч. на краевых автомобильных дорогах 164 оползневых участка, из которых более 50% в нестабильном и активном состоянии. На автомобильных дорогах местного значения 32 оползневых участка. Вопросы подтопления и переувлажнения почв актуальны для степных сельскохозяйственных районов края. В низкогорной части южного побережья селевые процессы периодически активизируются на притоках крупных рек Аше, Псеуапсе, Шахе, Мзымта при прохождении длительных ливневых дождей.

Цель работы - разработка научно-методических основ интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов для оценки территории. В результате на качественно новом уровне составлен комплект карт по опасным экзогенным процессам, который может служить основой для решения различных теоретических и прикладных задач; приводится методика интегральной оценки риска, алгоритм которой адаптирован для использования в современных геоинформационных системах. Проведенное исследование выполнено для территории Краснодарского края впервые. Наличие в пользовании карты интегрального риска опасных экзогенных геологических процессов края дает возможность оперативно определить наиболее безопасные зоны для строительства инженерных сооружений и условий оптимального инженерно-геологического сопровождения строительства и эксплуатации инженерных сооружений, а также рассчитать ориентировочную стоимость защитных мероприятий от экзогенных геологических процессов, характерных для данной местности.

Abstract. One of the main problems for engineering-geological studies is the selection of the most appropriate site for the construction of designed objects and structures. There is a special place evaluation of the degree of activity of exogenous geological processes that determine the safety of construction. Krasnodar territory is characterized by diversity of natural conditions and the development of the economic complex. A greater threat to the economy and security of the population of the region represent exogenous (landslides, lateral and bottom erosion, destruction of the coasts, the flooding of territories) natural geological processes. Site 1250 the municipalities in the region subject to various types of exogenous geological processes, the development of which poses a threat to the security of their populations. So at some sites are affected (the ratio of sites affected by landslides to the total area) of landslides is 10-20%. Under the impact of economic activities, this rate rises to 50%. On the roads there 260 landslides, including regional highways 164 landslide areas, of which more than 50% in unstable or active state. On the roads of local importance 32 landslide site. The issues of flooding and waterlogged soils relevant to the agricultural steppe areas of the region. In the lower part of the southern coast of mudflow processes periodically activation on the tributaries of large rivers Ashe, Psezuapse, Shakhe, Mzymta with the passage of long storm rains.

Goal - to develop scientific-methodical bases of integrated risk of exogenous geological processes for site assessment. As a result, a qualitatively new level is composed of a set of cards for dangerous exogenic processes which may serve as a basis for the solution of various theoretical and applied problems; the technique of integrated risk assessment, where the algorithm is adapted for

use in modern geographic information systems. The study was conducted for the Krasnodar territory for the first time. The presence in the use of maps of integral risk of hazardous exogenous geological processes of the region gives the possibility to determine the most safe zone for the construction of engineering structures and optimal engineering geological support of construction and operation of engineering structures, and calculate the approximate cost of protective measures from exogenic geological processes, characteristic for the area.

Ключевые слова: региональная инженерная геология, Краснодарский край, инженерно-геологическое районирование, опасные геологические процессы, интегральная карта риска.

Keywords: regional engineering geology, Krasnodarskiy region, engineering-geological zoning, dangerous geological processes, integrated risk map.

Одной из актуальных задач региональной инженерной геологии является совершенствование методов региональных инженерно-геологических исследований и разработка положений регионального инженерно-геологического прогнозирования [1].

Территория Краснодарского края характеризуется разнообразием природных условий и развитостью хозяйственного комплекса [2-3]. Большую угрозу для экономики и безопасности населения края представляют экзогенные (оползни, боковая и донная эрозия, разрушение морских берегов, подтопление территорий) природные геологические процессы. Территории 1250 населенных пунктов края подвержены различным видам экзогенных геологических процессов, развитие которых создает угрозу безопасности проживающего в них населения. Так на отдельных участках пораженность (отношение участков, затронутых оползнями, к общей площади территории) оползневыми процессами составляет 10-20%. Под воздействием хозяйственной деятельности этот показатель возрастает до 50%. На автомобильных дорогах имеется 260 оползневых участков, в т.ч. на краевых автомобильных дорогах 164 оползневых участка, из которых более 50% в нестабильном и активном состоянии. На автомобильных дорогах местного значения 32 оползневых участка (4). Вопросы подтопления и переувлажнения почв актуальны для степных сельскохозяйственных районов края. В низкогорной части южного побережья селевые процессы периодически активизируются на притоках крупных рек Аше, Псеуапсе, Шахе, Мзымта при прохождении длительных ливневых дождей.

В связи с актуализацией документов территориального планирования для Краснодарского края приобретает высокую актуальность вопрос о выборе наиболее оптимальных участков перспективного строительства. В настоящее время МЧС РФ определяет первоочередной задачей по предупреждению воздействия экзогенных геологических процессов на инженерные объекты и, как следствие, предупреждение человеческих жертв. Поэтому перед заказчиком строительства (государством или частным инвестором) встает вопрос о выборе наиболее эффективного и наименее затратного метода в отношении мероприятий по инженерной защите участка строительства, в частности от экзогенных геологических процессов. Однако методологические основы оценки риска остаются до конца не разработанными (нет единой классификации опасных природных процессов, понимания «риск», «оценка риска», имеется единичный опыт [4] рассмотрения региональных особенностей рисков экзогенных геологических процессов, нет четкости в принципах проведения оценки риска).

Тем не менее, основой для оценки риска в связи с проявлениями экзогенных геологических процессов является инженерно-геологическое районирование. Для территории Краснодарского края в 1968 г. была составлена карта масштаба 1 : 200 000, основанная на представлениях и данных по инженерно-геологическим изысканиям тех лет, а в 2005 г. – карта в том же масштабе, но построенная по методике генетико-морфологического районирования И. В. Попова [5]. За последнее десятилетие на территории Краснодарского края были произведены большие объемы изыскательских работ, накоплено большое количество новой инженерно-геологической информации. С использованием этих данных в 2016 г. была составлена карта-схема оценочного инженерно-геологического районирования территории Краснодарского края масштаба 1 : 1 000 000 [6].

В основу данной работы положена комплексная оценка инженерно-геологических условий [7], базирующаяся на системном подходе. В первую очередь для изучаемой территории был определен перечень характерных экзогенных процессов. Так для объектов капитального строительства в горной части наибольшую опасность представляют эрозионные процессы, а для равнинной – просадочность грунтов и созданные ими формы рельефа.

Далее было выполнено попарное построение частных карт-схем (М 1 : 2 500 000): густоты овражно-балочной сети и пораженности формами эрозии временных водотоков; распространения лессовидных пород и размещения просадочных форм рельефа. В результате была определена геологическая составляющая риска, его пространственно-площадной показатель. Например, согласно схеме пораженности формами эрозии временных потоков (Рисунок 1) на территории края выделяется 12 областей. Карта-схема густоты овражно-балочной сети (Рисунок 2) отражает 6 областей, которые отличаются друг от друга показателем расчлененности. Зональность распространения лессовидных грунтов (Рисунок 3) исходит из мощности лессовидных пород (H), мощности просадочной толщи ($H_{\text{пр}}$) и величины просадочных деформаций ($S_{\text{пр}}$). На Рисунке 4 показано 9 областей, выделенных по суммарной площади просадочных форм рельефа (K), выраженной в процентах к площади единичного квадрата.

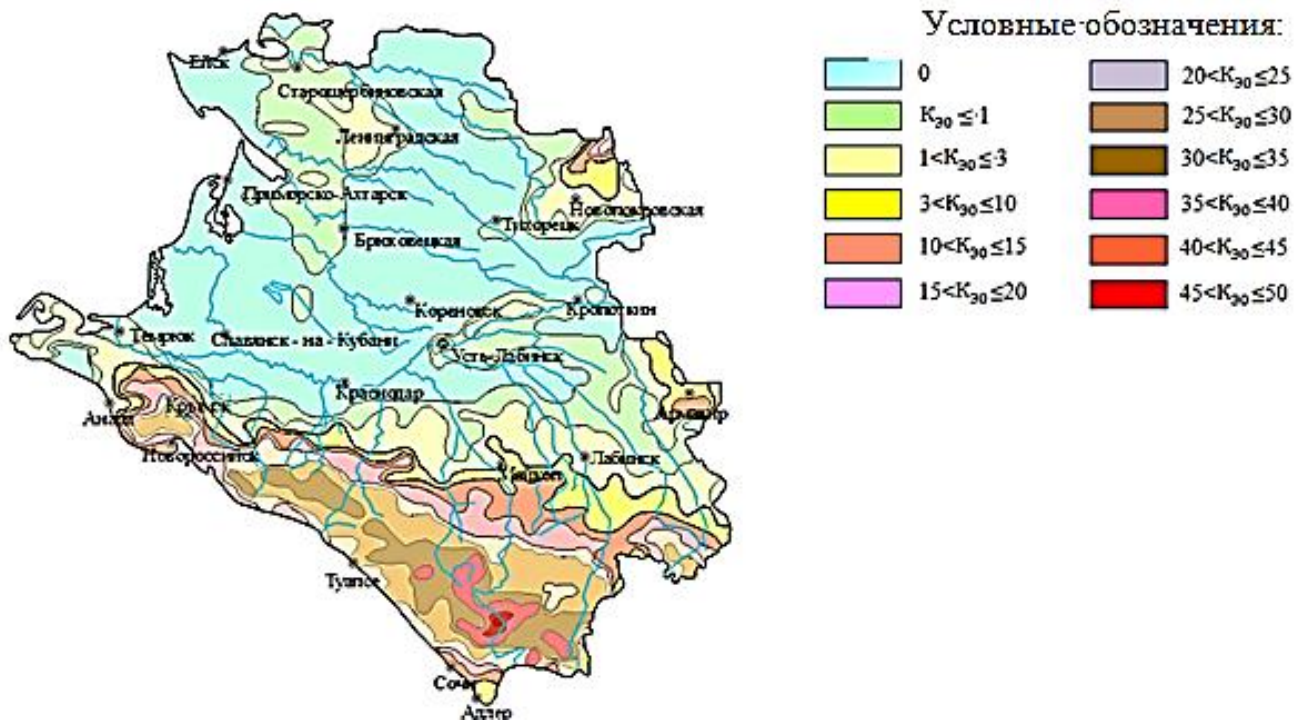


Рисунок 1. Электронно-цифровая карта интенсивности развития форм эрозии временных потоков
 (М 1 : 2500000)



Рисунок 2. Электронно-цифровая карта густоты овражно-балочной сети
 (М 1 : 2500000)

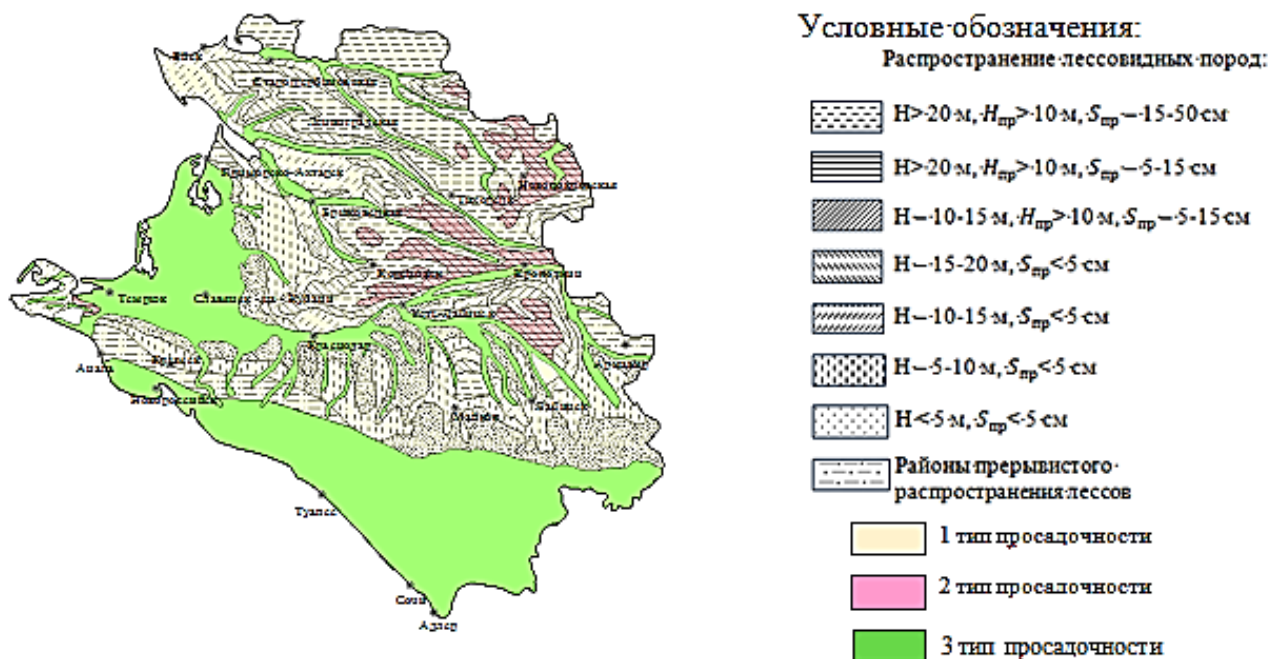


Рисунок 3. Электронно-цифровая карта распространения лессовидных пород
 (М 1 : 2500000)

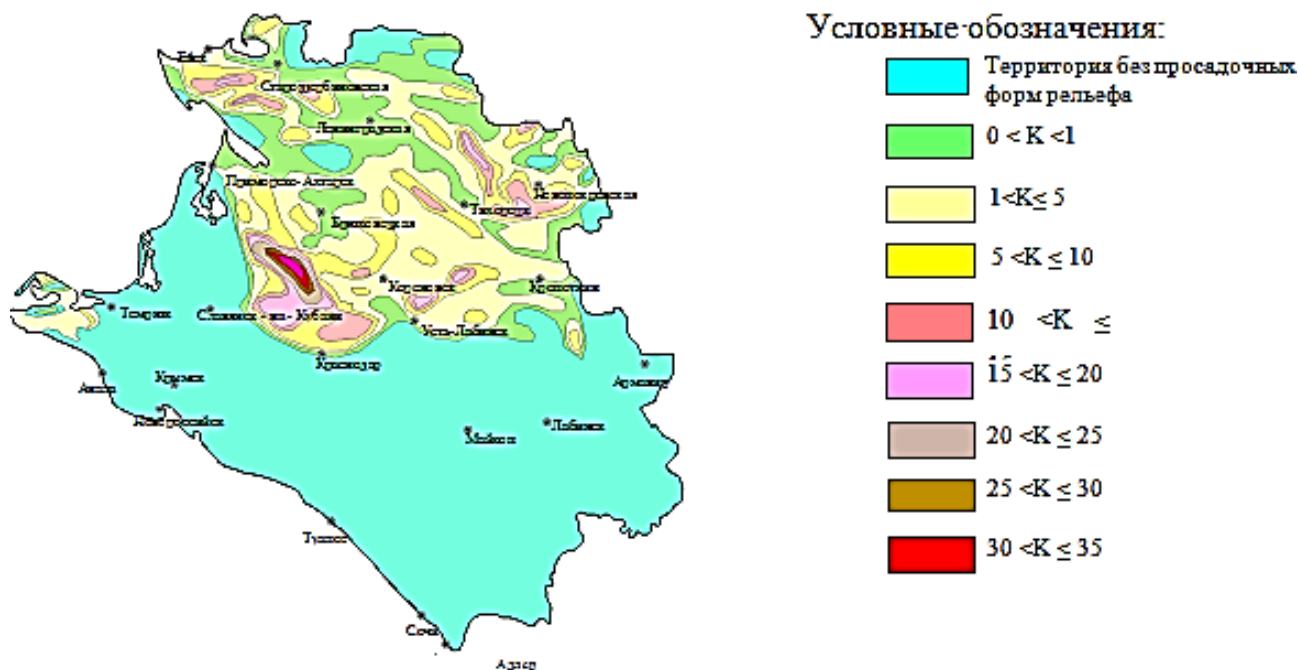


Рисунок 4. Электронно-цифровая карта размещения просадочных форм рельефа
 (М 1 : 2500000)

В последующем для сравнения указанных карт были проведены оверлейные операции, в результате которых выполнено объединение пространственных характеристик покрытий ARC/INFO в новый слой и реляционное соединение их атрибутивных данных.

На Рисунке 5 показана карта, которая позволяет в интегральном виде представить информацию по интенсивности форм эрозии и густоты овражно-балочной сети. Аналогично была создана карта распространения лессовидных пород и размещения просадочных форм рельефа (Рисунок 6).

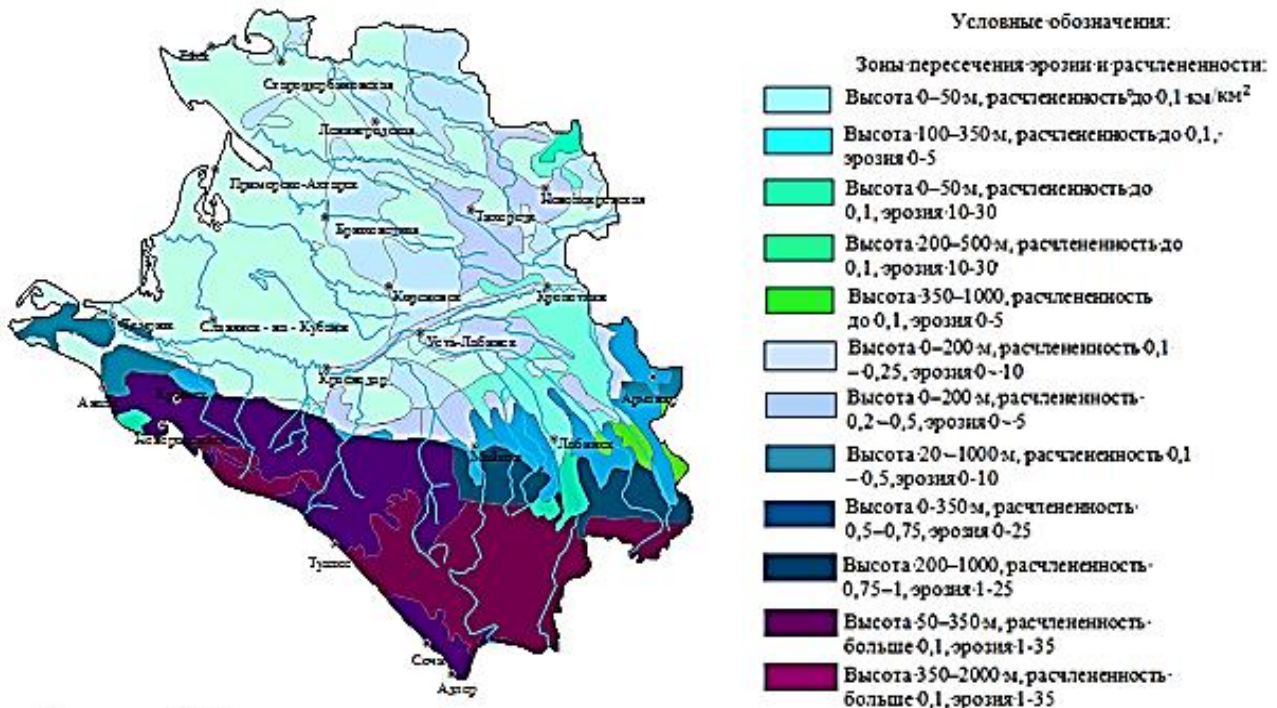


Рисунок 5. Электронно-цифровая карта совмещения схем интенсивности форм эрозии и густоты овражно-балочной сети (М 1 : 2500000)

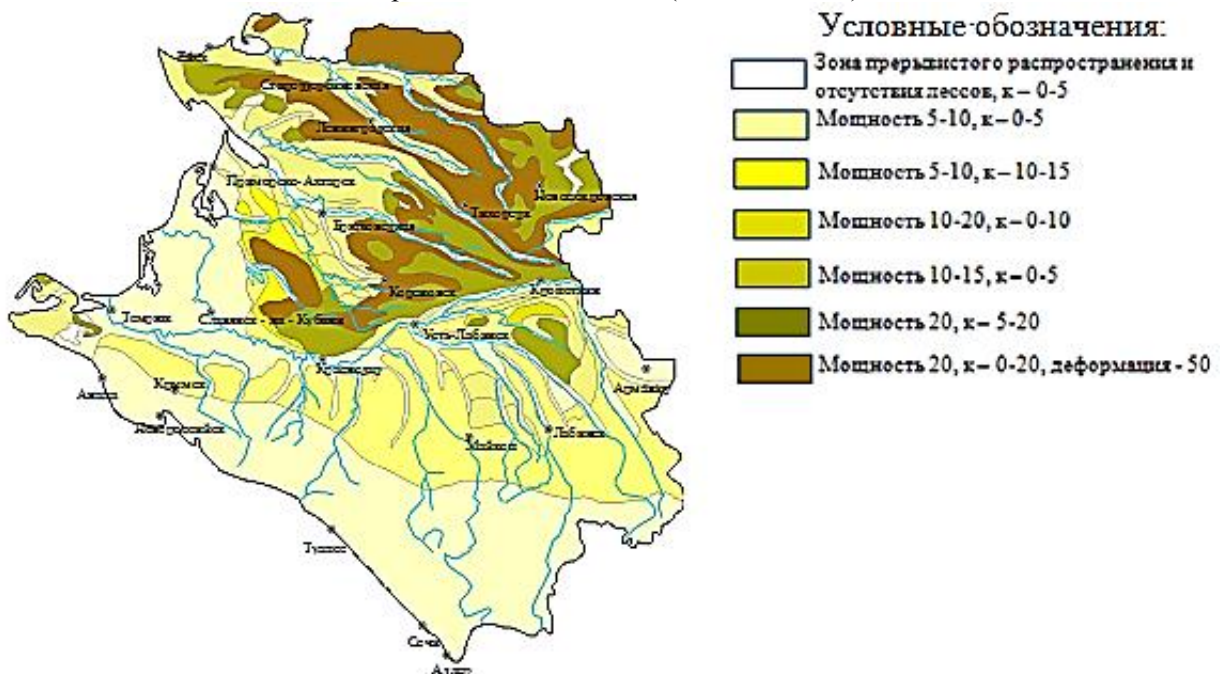


Рисунок 6. Карта совмещения схем распространения лессовидных пород и размещения просадочных форм рельефа (М 1 : 2500000)

Сложение рисков каждого из рассмотренных параметров путем суммации рассмотренных выше карт позволило провести ранжирование территории по степени интегрального риска проявления экзогенных процессов (Рисунок 7).

Таким образом, в работе выполнена апробация методической разработки по оценке интегрального риска опасных экзогенных процессов территории с различными инженерно-геологическими условиями и различными уровнями риска геологических процессов. Полученные результаты в виде картографических построений могут служить основой для организации сети мониторинга экзогенных процессов на разных стадиях проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

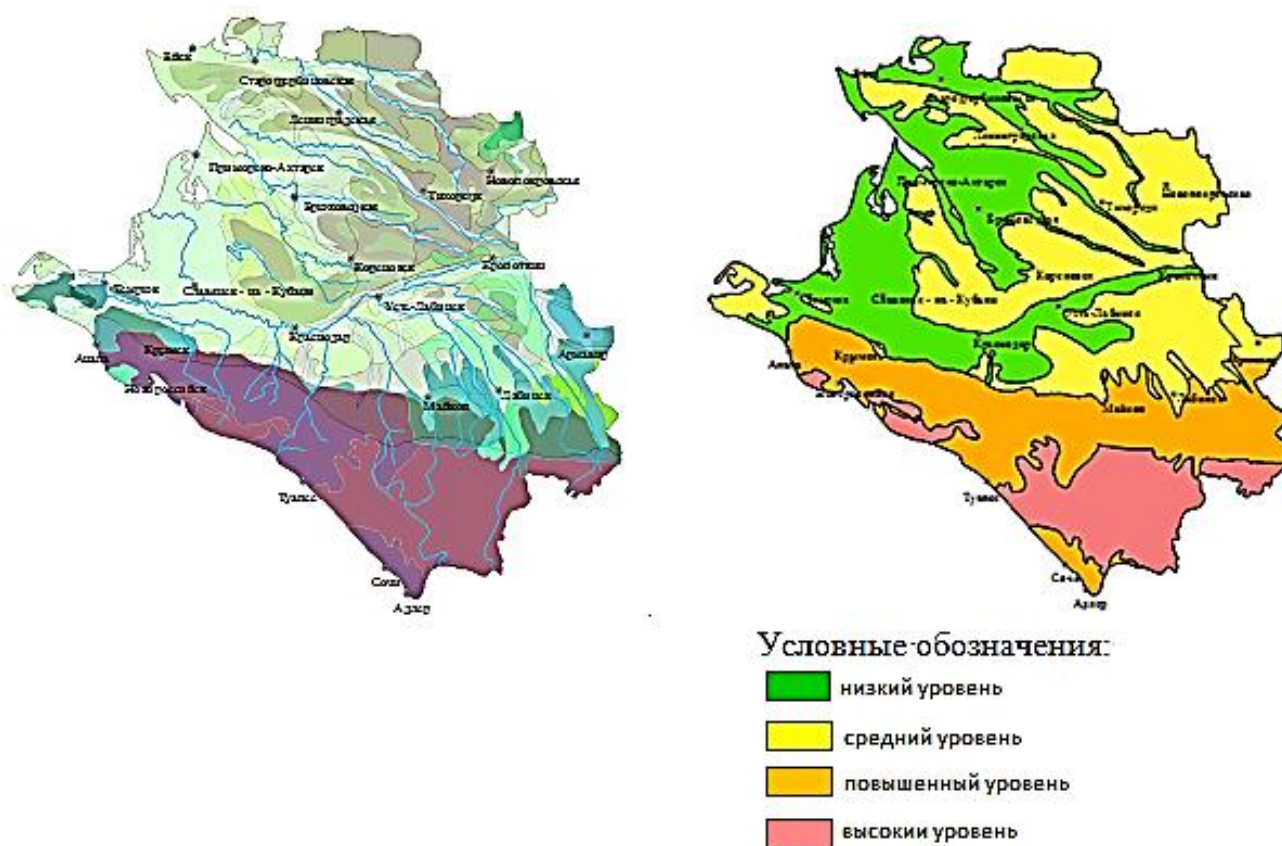


Рисунок 7. Карты сложения рисков (М 1 : 2500000)

- интенсивности форм эрозии и густоты овражно-балочной сети с картой распространения лессовидных пород и размещения просадочных форм рельефа;
- оценки интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов

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

Источники:

(1). Совершенствование системы предупреждения чрезвычайных ситуаций путем проведения инженерно-геологического, гидрологического и сейсмического изучения территории Краснодарского края на 2013-2015 годы. Постановление главы администрации (губернатора) Краснодарского края об утверждении ведомственной целевой программы от 28.06.2012 №765.

Список литературы

1. Трофимов В. Т., Аверкина Т. И. Теоретические основы региональной инженерной геологии. М.: ГЕОС, 2007. 464 с.
2. Любимова Т. В., Бондаренко Н. А., Куропаткина Т. Н., Кириченко М. А. Инженерно-геологические условия Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа (на участке пос. Пшада - пос. Архипо-Осиповка). Краснодар: Просвещение-Юг, 2009. 119 с.
3. Измайлов Я. А., Поleshchuk А. Т. и др. Отчет о результатах регионального обследования экзогенных геологических процессов на территории Краснодарского края. Краснодар: ПГО «СевКавгеология», Краснодарская ГРЭ, 1982. 211 с.
4. Грохольский Н. С. Научно-методические основы оценки интегрального риска экзогенных геологических процессов: автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. Москва, 2015. 22 с.
5. Водопьянова О. Г., Чередниченко Л. И., Батурина А. Н., Кухарев И. Л. Карта инженерно-геологического районирования для строительства Краснодарского края, масштаб 1:200000. Краснодар, 2005.
6. Любимова Т. В., Бондаренко Н. А., Погорелов А. В. Интегральная оценка сложности инженерно-геологических условий территории Краснодарского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №121. С. 2031-2044. DOI: 10.21515/1990-4665-121-129.
7. Пендин В. В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии: учебное пособие. М.: КДУ, 2009. 350 с.

Reference:

1. Trofimov, V. T., & Averkina, T. I. (2007). Theoretical bases of regional engineering Geology. Moscow, GEOS, 464. (in Russian)
2. Lyubimova, T. V., & al. (2009). Engineering-geological conditions of black sea coast of Northwest Caucasus (the area of the village Pshada village Arkhipo-Osipovka). Krasnodar, Prosveschenie-Yug, 119. (in Russian)
3. Izmailov, Ya. A. Poleshchuk, A. T., & al. (1982). Report on the results of regional surveys of exogenous geological processes on the territory of Krasnodar region. PGO Sevkavgeoprom, GRE Krasnodar, Krasnodar, 211. (in Russian)
4. Grokholsky, N. (2015). Scientifically-methodical bases of assessment of integrated risk of exogenous geological processes: autoref. Ph.D. diss. Moscow, 22. (in Russian)
5. Vodopiyanova, O. G., Cherednichenko, L. I., Baturina, A. N., & Kukharev, I. L. (2005). Map of engineering-geological zoning for the construction of the Krasnodar region, scale 1:200000. Krasnodar.
6. Lyubimova, T.V., Bondarenko, N. A., & Pogorelov, A. V. (2016). Integrated assessment of complexity of engineering and geological conditions of the territories of the Krasnodar region.

Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, (121), 2031-2044. doi:10.21515/1990-4665-121-129. (in Russian)

7. Pendin, V. V. (2009). *Integrated quantitative analysis of information in engineering Geology: textbook*. Moscow, KDU, 350. (in Russian)

*Работа поступила
в редакцию 24.10.2017 г.*

*Принята к публикации
28.10.2017 г.*

Ссылка для цитирования:

Любимова Т. В., Бондаренко Н. А., Стогний В. В., Погорелов А. В. Разработка научно-методических основ оценки интегрального риска проявления экзогенных геологических процессов на территории Краснодарского края // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №11 (24). С. 205-214. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/lyubimova> (дата обращения 15.11.2017).

Cite as (APA):

Lyubimova, T., Bondarenko, N., Stogny, V., & Pogorelov, A. (2017). Development of the scientific and methodical bases of an assessment of integrated risk of manifestation of exogenous geological processes in the territory of Krasnodar Krai. *Bulletin of Science and Practice*, (11), 205-214