

УДК 551.3

UDC 551.3

25.00.00 Науки о Земле

Sciences about Earth

**НОВЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ**

**NEW METHODS OF ENGINEERING-GEOLOGICAL ZONING OF THE TERRITORY OF THE KRASNODAR REGION AND THE REPUBLIC OF ADYGEA**

Любимова Татьяна Владимировна  
к.г.-м.н., доцент кафедры региональной и морской геологии  
РИНЦ SPIN-код 8659-3020  
[TV-Luy@yandex.ru](mailto:TV-Luy@yandex.ru)

Luybimova Tatyana Vladimirovna  
Cand. of Geology and Mineralogy, Associate Professor  
RSCI SPIN-code 8659-3020  
[TV-Luy@yandex.ru](mailto:TV-Luy@yandex.ru)

Бондаренко Николай Антонович  
д.г.-м.н., доцент  
профессор кафедры региональной и морской геологии  
РИНЦ SPIN-код 4315-9949  
[nik\\_bond@mail.ru](mailto:nik_bond@mail.ru)

Bondarenko Nikolay Antonovich  
Dr.Sci.Geol.-Mineral., Professor  
[nik\\_bond@mail.ru](mailto:nik_bond@mail.ru)

Стогний Валерий Васильевич  
д.г.-м.н., профессор кафедры геофизических методов поиска и разведки  
[stogny\\_vv@mail.ru](mailto:stogny_vv@mail.ru)

Stogny Valery Vasil'evich,  
*D.Sc. in Geology & Mineralogy Department of Geophysical Methods of Prospecting and Exploration,*  
[stogny\\_vv@mail.ru](mailto:stogny_vv@mail.ru)  
*Kuban State University, Krasnodar, Russia Professor,*

Погорелов Анатолий Валерьевич  
д.г.н., профессор, заведующий кафедрой геоинформатики  
[pogorelov\\_av@bk.ru](mailto:pogorelov_av@bk.ru)  
*Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия*

Pogorelov Anatoly Valer'evich  
Dr. of Geographical Sci., Professor  
[pogorelov\\_av@bk.ru](mailto:pogorelov_av@bk.ru)  
*Kuban State University, Krasnodar, Russia*

В статье приводится опыт инженерно-геологического районирования по установлению закономерностей пространственной изменчивости компонентов инженерно-геологических условий. В среде ArcGIS был создан комплект электронно-цифровых карт, учитывающих влияние неблагоприятных геологических процессов и созданных ими форм рельефа на проектирование, строительство и эксплуатацию линейных инженерных сооружений. Составленная сравнительно-оценочная карта по степени благоприятности инженерно-геологических условий способствует оптимизации объемов, пространственного размещения и режима инженерных изысканий

The article presents the experience of engineering-geological zoning to establish patterns of spatial variability of the components of engineering-geological conditions. In the ArcGIS environment was created a set of electron-digital maps, taking into account the influence of adverse geological processes and landforms for the design, construction and operation of linear engineering structures.

Ключевые слова: РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ, ОПАСНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Keywords: REGIONAL ENGINEERING GEOLOGY, KRASNODAR REGION, ENGINEERING-GEOLOGICAL ZONING, DANGEROUS GEOLOGICAL PROCESSES

Doi: 10.21515/1990-4665-132-019

**Актуальность.** Одной из актуальных задач региональной инженерной геологии является совершенствование методов региональных инженерно-геологических исследований и разработка положений регионального инженерно-геологического прогнозирования. Инженерно-геологическое районирование – один из важнейших и наиболее распространенных методов обработки региональной инженерно-геологической информации [1]. Территория Краснодарского края очень разнообразна по инженерно-геологическим условиям [2, 3], в связи с этим возникает проблема разработки методики её районирования. Одним из подходов, который может быть реализован при региональных инженерно-геологических исследованиях, является комплексный количественный анализ информации [4], методы которого должны быть адаптированы на конкретное целевое назначения исследований. Для целей комплексирования инженерно-геофизических методов, на основе применения которых часто осуществляется инженерно-геологическое картирование, и выбора их методики также важным является районирование по типам картируемых разрезов [5].

#### ***Постановка проблемы.***

Для территории Краснодарского края имеется опыт составления карт инженерно-геологического районирования. В 1968 г. была составлена карта масштаба 1 : 200 000, основанная на представлениях и данных по инженерно-геологическим изысканиям тех лет, а 2005 г. – карта, выполненная в том же масштабе, построенная по методике генетико-морфологического районирования И.В. Попова [6]. Существенным недостатком такого подхода считается отсутствие возможности экстраполировать данные, полученные при изучении одной территориальной единицы, на другие того же ранга. В 2016 г. была составлена карта-схема оценочного инженерно-геологического районирования территории Краснодарского края масштаба 1 : 1 000 000

[7], которая позволила провести сравнение инженерно-геологических условий по принципу «взвешенных баллов». Однако такой подход также затрудняет интерполяцию результатов, поскольку одинаковая интегральная оценка может быть связана с разным набором параметров инженерно-геологических условий. Целесообразным представляется разработка основ специального инженерно-геологического районирования, которое проводится для определенного вида инженерно-хозяйственной деятельности человека и способствует оптимизации объемов, пространственного размещения и режима изысканий.

В условиях усложнения природно-техногенных систем наиболее важным становится оценка состояния трасс как существующих (автомагистрали Е115–М4 «Москва – Новороссийск», Е50–М29 «Кавказ», Е97–М25 «Новороссийск – Керчь», Е97–М27 «Джубга – граница с Абхазией»; железнодорожные маршруты; газо-нефтетранспортные коридоры «Голубой поток», «Южный поток», «Турецкий поток»), строящихся (Керченский мост и подъездная инфраструктура), так и проектируемых линейных сооружений.

**Методика работы.** Технологическая поддержка инженерно-геологического районирования реализована с помощью системы автоматического проектирования (САПР), которая позволяет на одной базе строить различные специализированные карты, а также сравнивать карты различного содержания одного региона и выявлять соотношения между свойствами, изображенных на карте объектов в качественной и количественной форме.

На первом этапе были выбраны признаки, коррелирующие с наибольшим количеством отдельных компонентов, но изменение, которых особенно резко сказывается на всей инженерно-геологической обстановке. Как отмечалось ранее [8, 9] важными с точки зрения отражения инженерно-геологических условий, являются показатели расчленённости

рельефа. Совместное рассмотрение условий распространения и/или развития опасных экзогенных геологических процессов с геоморфологическими условиями позволяет определить степень воздействия на хозяйственные объекты экзогенных геологических процессов. Для объектов капитального строительства в горной части изучаемой территории наибольшую опасность представляют эрозионные процессы, а для равнинной – просадочные грунты и созданные ими формы рельефа.

В работе за основу были попарно взяты карты-схемы территории Краснодарского края (М 1 : 2 500 000): густоты овражно-балочной сети и пораженности формами эрозии временных водотоков; распространения лессовидных пород и размещения просадочных форм рельефа. Далее 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.

**Результаты исследования.** Согласно схеме пораженности формами эрозии временных потоков (рис. 1) на территории края выделяется 12 областей. Карта-схема густоты овражно-балочной сети (рис. 2) отражает 6 областей, которые отличаются друг от друга показателем расчлененности.

Зональность распространения лессовидных грунтов (рис. 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.

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 (рис. 6).

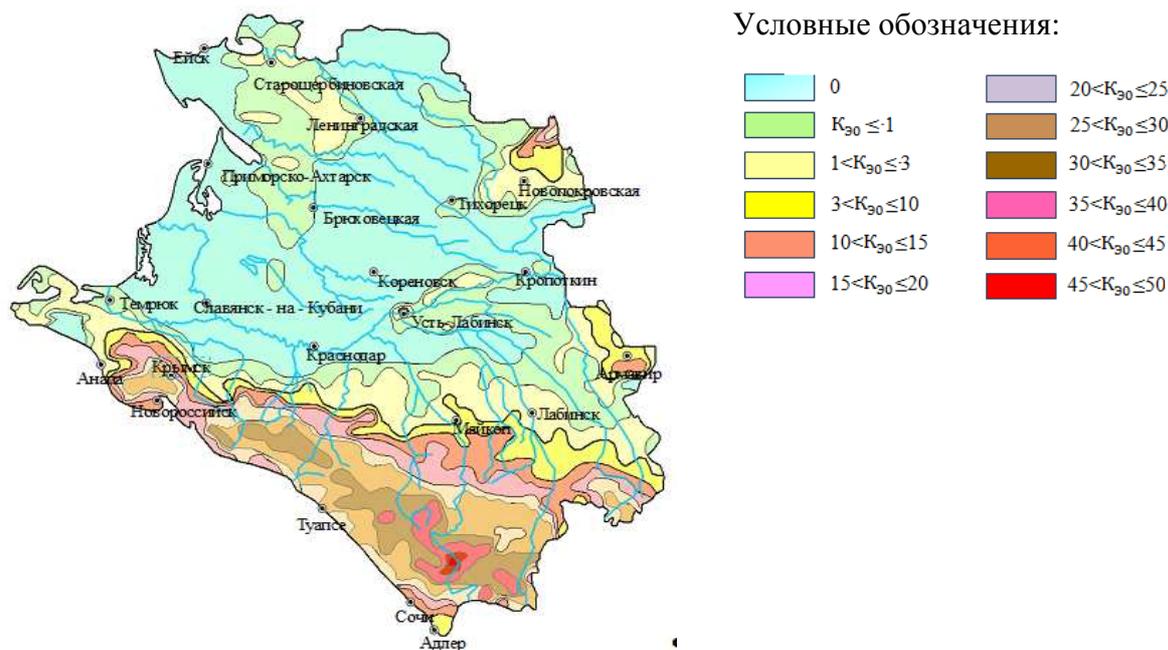


Рисунок 1. Электронно-цифровая карта интенсивности развития форм эрозии временных потоков (М 1 : 2500000)



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

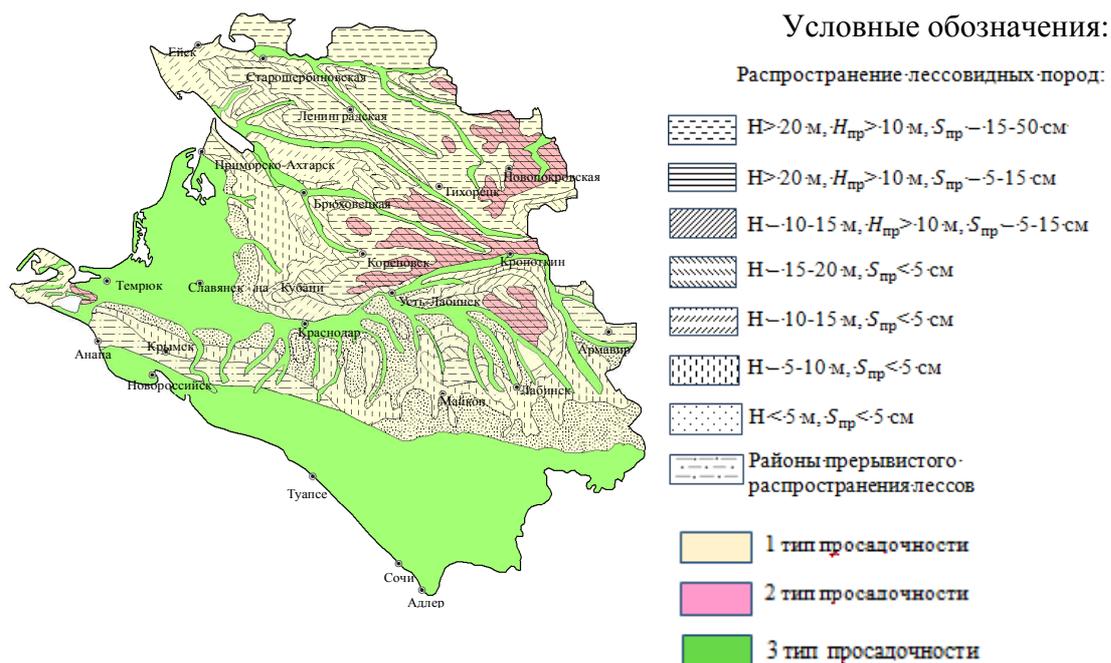


Рисунок 3. Электронно-цифровая карта распространения лессовидных пород (М 1 : 2500000)

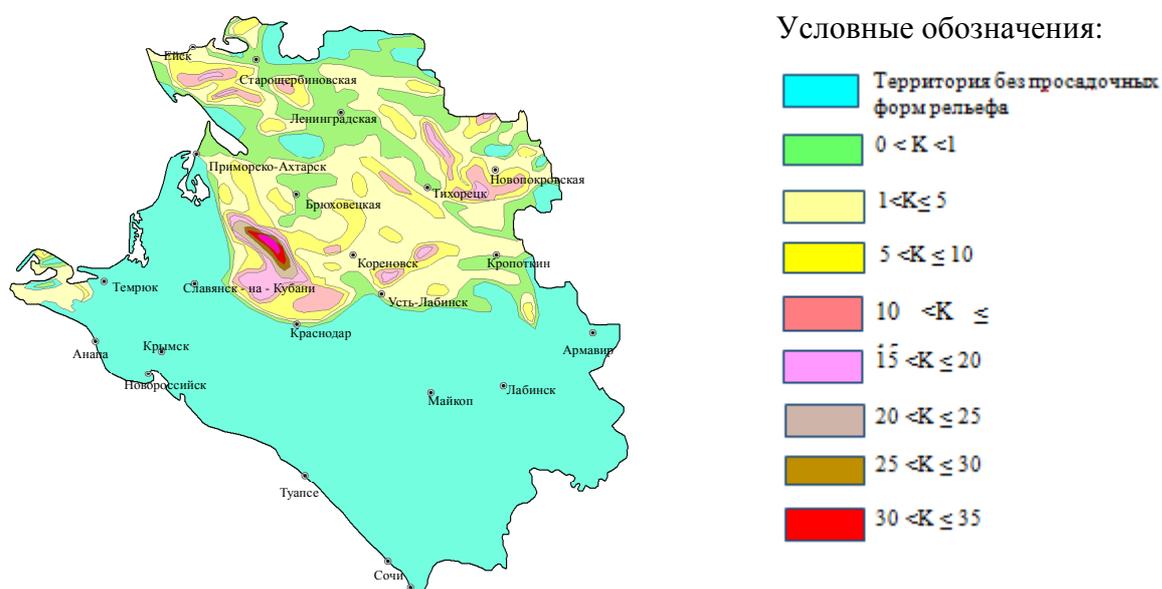


Рисунок 4. Электронно-цифровая карта размещения просадочных форм рельефа (М 1 : 2500000)

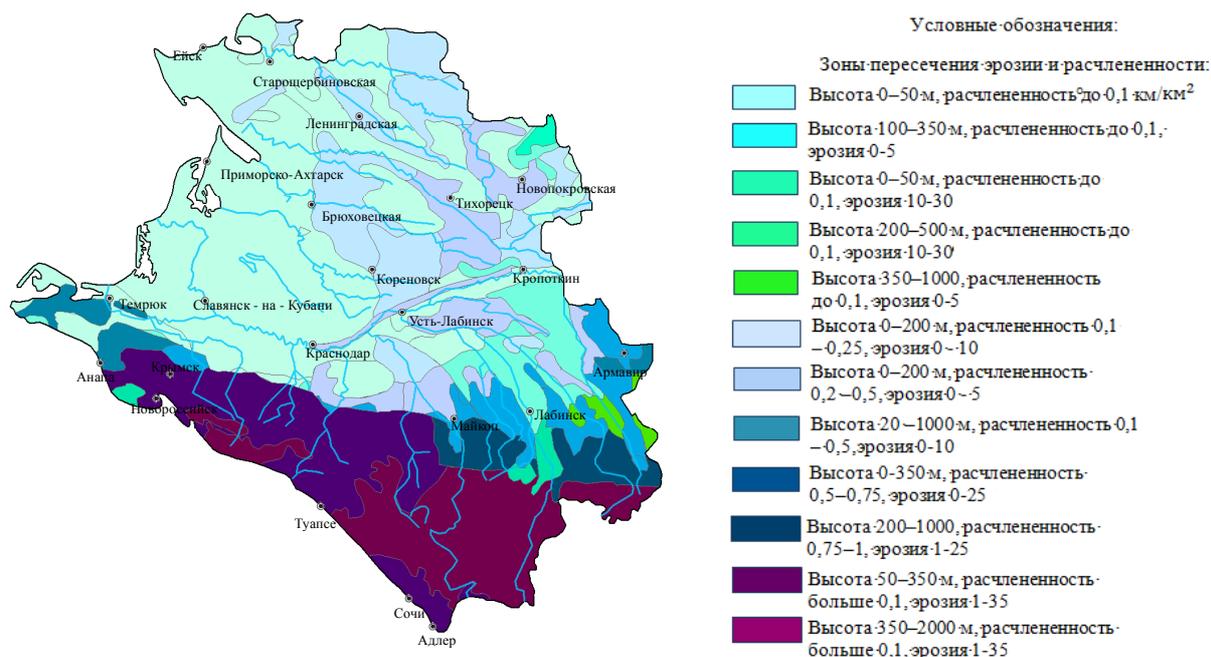


Рисунок 5. Электронно-цифровая карта совмещения схем интенсивности форм эрозии и густоты овражно-балочной сети (М 1 : 2500000)

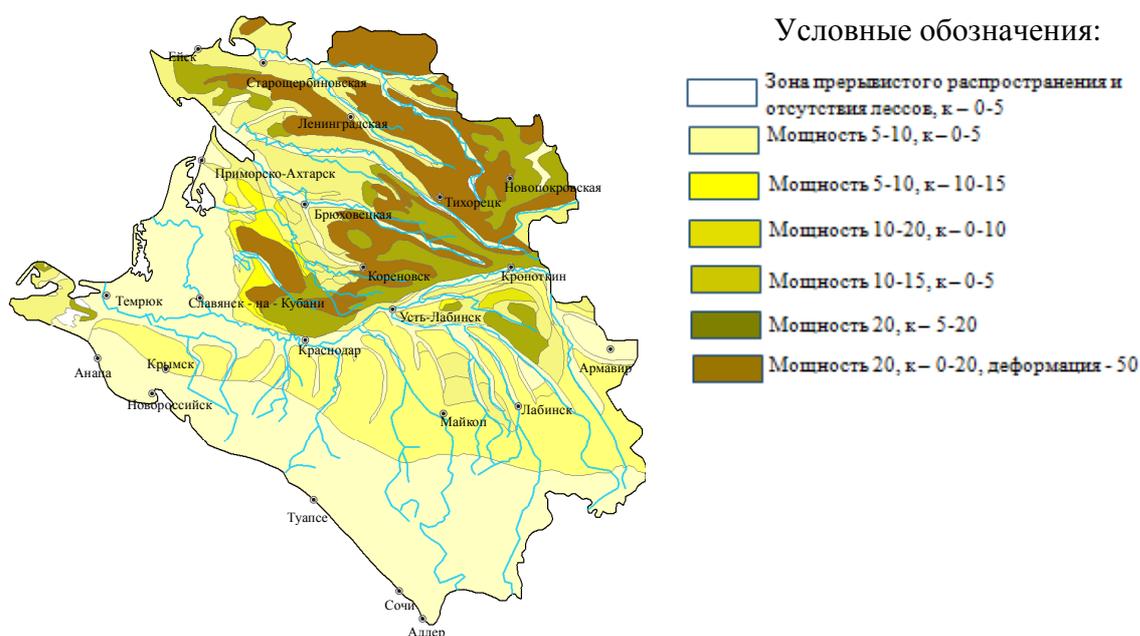
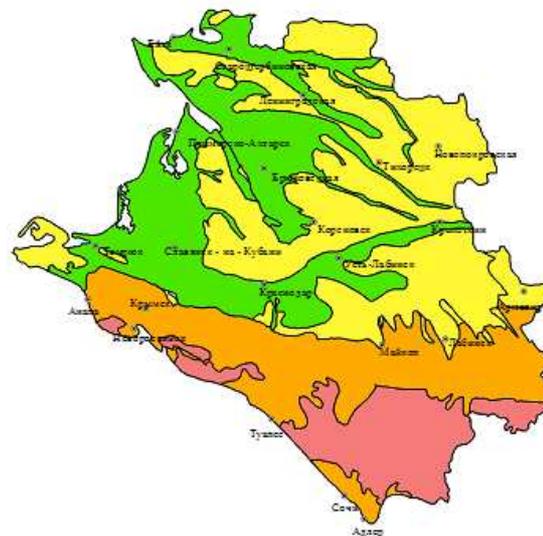
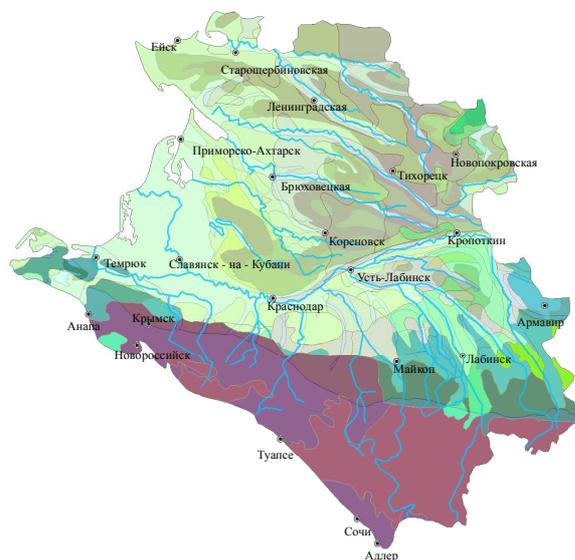


Рисунок 6. Карта совмещения схем распространения лессовидных пород и размещения просадочных форм рельефа (М 1 : 2500000)

В результате совмещения рассмотренных выше карт была создана единая карта (рис. 7), отражающая региональные геологические факторы (геоморфологические условия) и зонально-геологические (современные

экзогенные процессы). В дальнейшем для нее были выделены участки со схожей степенью благоприятности инженерно-геологических условий (рис. 8).



Условные обозначения:

- Благоприятные условия
- Относительно благоприятные условия
- Неблагоприятные условия
- Крайне неблагоприятные условия

Рисунок 7. Совмещение карты интенсивности форм эрозии и густоты овражно-балочной сети с картой распространения лессовидных пород и размещения просядочных форм рельефа (М 1 : 2500000)

Рисунок 8. Карта сравнительно-оценочного инженерно-геологического районирования (М 1 : 2500000)

По результатам рассмотрения указанных компонентов инженерно-геологических условий большую часть территории Краснодарского края занимает район с относительно благоприятными условиями. Наилучшими условиями для строительства характеризуется северо-западная часть края. Неблагоприятными условиями характеризуются территории, приуроченные к горной и низкогорной части Краснодарского края. В этот район попадает большая часть побережья и такие города, как Крымск, Майкоп, Лабинск и другие. Меньшая часть территории характеризуется

крайне неблагоприятными условиями. Такие районы приурочены к горной области.

**Заключение.** Выполненное инженерно-геологическое районирование позволяет разработать рекомендации и мероприятия по обеспечению и функционированию оптимальной геологической среды и может служить основой для разработки пространственно-временной структуры мониторинга.

*Работа выполнена при финансовой поддержке администрации Краснодарского края и РФФИ по проекту № 16-45-230909 р\_а.*

#### **Список литературы**

1. Трофимов В.Т., Аверкина Т.И. Теоретические основы региональной инженерной геологии. – М., ГЕОС, 2007. 464 с.
2. Любимова Т.В. Инженерно-геологические условия Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа (на участке пос. Пшава - пос. Архипо-Осиповка) монография / Т.В. Любимова [и др.]. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2009. – 119 с.
3. Измайлов Я.А. Отчет о результатах регионального обследования экзогенных геологических процессов на территории Краснодарского края / Я.А. Измайлов, А.Т. Полещук [и др.]. ПГО «СевКавгеология», Краснодарская ГРЭ, Краснодар, 1982. 211 с.
4. Пендин В.В. Комплексный количественный анализ информации в инженерной геологии: учебное пособие. М.: КДУ, 2009. 350 с.
5. Стогний В.В., Любимова Т.В. Особенности аппроксимационных физико-геометрических моделей электроразведки в инженерно-геологических исследованиях Краснодарского края // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2014. № 2. С. 110–116.
6. Водопьянова О.Г. Карта инженерно-геологического районирования для строительства Краснодарского края, масштаб 1:200000 / О.Г. Водопьянова, Л.И. Чередниченко, А.Н. Батурина, И.Л. Кухарев. – Краснодар, 2005.
7. 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 (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №07(121). С. 2031 – 2044. – IDA [article ID]: 1211607129. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/129.pdf>, 0,875 у.п.л.
8. Гросс С.С., Любимова Т.В., Стогний В.В. Количественные характеристики геоморфологических условий при инженерно-геологическом районировании территории Краснодарского края // Инженерная геология Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи: сб. науч. трудов. Краснодар: Просвещение-Юг, 2014. С. 118–121.
9. Любимова Т.В., Стогний В.В., Гришко О.А. Рельеф как фактор инженерно-геологического районирования территории Краснодарского края и Республики Адыгея // Инженерная геология Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи: сб. науч. трудов. Краснодар: Просвещение-Юг, 2016. С. 168–172.

## References

1. Trofimov V.T., Averkina T.I. Teoreticheskie osnovy regional'noj inzhenernoj geologii. – M., GEOS, 2007. 464 s.
2. Ljubimova T.V. Inzhenerno-geologicheskie uslovija Chernomorskogo poberezh'ja Severo-Zapadnogo Kavkaza (na uchastke pos. Pshada - pos. Arhipo-Osipovka) monografija / T.V. Ljubimova [i dr.]. – Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2009. – 119 s.
3. Izmajlov Ja.A. Otchet o rezul'tatah regional'nogo obsledovanija jekzogenykh geologicheskikh processov na territorii Krasnodarskogo kraja / Ja.A. Izmajlov, A.T. Poleshhuk [i dr.]. PGO «SevKavgeologija», Krasnodarskaja GRJe, Krasnodar, 1982. 211 s.
4. Pendin V.V. Kompleksnyj kolichestvennyj analiz informacii v inzhenernoj geologii: uchebnoe posobie. M.: KDU, 2009. 350 s.
5. Stognij V.V., Ljubimova T.V. Osobennosti approksimacionnykh fiziko-geometricheskikh modelej jelektrozvedki v inzhenerno-geologicheskikh issledovanijah Krasnodarskogo kraja // Vestnik VGU. Serija: Geologija. 2014. № 2. S. 110–116.
6. Vodop'janova O.G. Karta inzhenerno-geologicheskogo rajonirovanija dlja stroitel'stva Krasnodarskogo kraja, masshtab 1:200000 / O.G. Vodop'janova, L.I. Cherednichenko, A.N. Baturina, I.L. Kuharev. – Krasnodar, 2005.
7. Ljubimova T.V., Bondarenko N.A., Pogorelov A.V. Integral'naja ocenka slozhnosti inzhenerno-geologicheskikh uslovij territorii Krasnodarskogo kraja // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №07(121). S. 2031 – 2044. – IDA [article ID]: 1211607129. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/129.pdf>, 0,875 u.p.l.
8. Gross S.S., Ljubimova T.V., Stognij V.V. Kolichestvennye harakteristiki geomorfologicheskikh uslovij pri inzhenerno-geologicheskom rajonirovanii territorii Krasnodarskogo kraja // Inzhenernaja geologija Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkaz'ja: sovremennoe sostojanie i osnovnye zadachi: sb. nauch. trudov. Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2014. S. 118–121.
9. Ljubimova T.V., Stognij V.V., Grishko O.A. Rel'ef kak faktor inzhenerno-geologicheskogo rajonirovanija territorii Krasnodarskogo kraja i Respubliki Adygeja // Inzhenernaja geologija Severo-Zapadnogo Kavkaza i Predkavkaz'ja: sovremennoe sostojanie i osnovnye zadachi: sb. nauch. trudov. Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2016. S. 168–172.