



Планово-предупредительные работы на автомобильных дорогах

М.А. Пшидаток^{1✉}, С.И. Маций²

^{1,2}Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

Аннотация. Целью данной статьи является расширение классификации работ по инженерной защите участков автомобильных дорог от опасных геологических процессов для снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций. Во многих регионах России наблюдаются такие опасные геологические процессы, как оползни, сели, обвалы и размывы берегов. Рассмотрены вопросы инженерной защиты автомобильных дорог, в процессе создания которых происходит формирование принципов (условий), позволяющих своевременно принять организационные и конструктивные решения на стадиях проектирования и последующей эксплуатации. Был изучен приказ Министерства транспорта Российской Федерации № 402 от 16.11.2012, где утверждена следующая классификация работ: капитальный ремонт, ремонт автомобильных дорог, работы по содержанию автомобильных дорог. Для специалистов в области дорожного строительства актуальным является не только проектирование новых средств инженерной защиты автомобильных дорог, но и поддержание надлежащего функционирования существующих. Перечень рекомендуемых мероприятий предназначен для обеспечения надежной и безотказной работы подпорных стен и позволяет проанализировать техническое состояние противооползневых сооружений, чтобы в последующем принять меры по предотвращению аварийных ситуаций. В текущей работе определена необходимость в добавлении нового вида работ – планово-предупредительных, в рамках которых возможно незначительное изменение конструкции подпорной стены для ее усиления. При их выполнении капитальный ремонт участка не требуется.

Ключевые слова: автомобильная дорога, технические решения, ремонт, подпорная стена, деформации, классификация, планово-предупредительные работы

Для цитирования: Пшидаток М.А., Маций С.И. Планово-предупредительные работы на автомобильных дорогах // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2024. Т. 14. № 4. С. 764–776. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-4-764-776>. EDN: RFVNUS.

Original article

Preventive maintenance on highway roads

Margarita A. Pshidatok^{1✉}, Sergey I. Matsiy²

^{1,2}Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. Dangerous geological processes such as landslides, mudflows, rockfalls, and bank erosion are observed in many regions of Russia. This paper aims to expand the classification of works on engineering protection of highway sections from hazardous geological processes to reduce the risk of emergencies. The issues of engineering protection of highways are considered, as well as the principles (conditions) formed in the process of their construction, which provide for timely organizational and constructive decisions at the stages of design and subsequent operation. According to the Decree of the Ministry of Transport of the Russian Federation No. 402 dated November 16, 2012, the following classification of works was approved: overhaul, repair of highways, maintenance works of highways. Not only designing new means of engineering protection of highways, but also maintaining the proper functioning of existing ones is relevant for specialists in the field of road construction. A list of recommended measures is designed to ensure reliable and fail-safe operation of retaining walls as well as to analyze the technical condition of landslide protection structures for subsequent measures to

prevent emergencies. The present paper indicates a new type of work, i.e. preventive maintenance works, which may involve minor modifications to the retaining wall structure to strengthen it. When they are performed, overhaul of the site is not required.

Keywords: highway, technical solutions, repairs, retaining wall, deformations, classification, preventive maintenance

For citation: Pshidatok M.A., Matsiy S.I. Preventive maintenance on highway roads. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2024;14(4):764-776. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2024-4-764-776>. EDN: RFVNUS.

ВВЕДЕНИЕ

Подпорные стены являются одними из важных и широко распространенных видов инженерных сооружений транспортного строительства. Их возводят для удерживания от обрушения откосов насыпей и выемок железных и автомобильных дорог, в качестве противооползневых и противообвальных сооружений на подходах к порталам тоннелей, для защиты дорожного земляного полотна от размывов, а также при строительстве причальных сооружений [1–5].

Инженерная защита автомобильных дорог является важнейшей частью инфраструктуры. Такие объекты могут выйти из строя в течение срока службы эксплуатации из-за различных проблем, включая отсутствие надлежащего проектирования или технического обслуживания, а также износа материалов, использование плохих дренажных систем и т. д.

В частности, в подпорных сооружениях механизмы разрушения вызваны нарушением несущей способности, трещинами в бетонных и железобетонных конструкциях, а также повреждением арматуры, закладных деталей, коррозией и т. д.

В связи с этим анализ основополагающих факторов, влияющих на надежность объектов транспортного сооружения, является важнейшим аспектом для обеспечения устойчивости и снижения возможного риска деформации или обрушения стен [6–11].

Существуют различные виды работ по мероприятиям инженерной защиты, отличающиеся друг от друга.

По содержанию и ремонту технический отчет включает:

- проект технического задания;
- ведомость дефектов;
- ведомость объемов работ;
- сметную документацию;
- основной комплект чертежей для выполнения строительно-монтажных работ.

По реконструкции или капитальному ре-

монту:

- проект технического задания;
- расчет стоимости выполнения проектно-исследовательских работ;
- укрупненный расчет стоимости выполнения строительно-монтажных работ.

По предотвращению чрезвычайных ситуаций:

- заключение с обоснованием необходимости выполнения срочных мероприятий;
- ведомость объемов работ;
- основной комплект чертежей для выполнения строительно-монтажных работ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим оползневые участки дорог и рекомендуемые мероприятия в рамках проведенного обследования на примере автомобильной дороги А-147 Дзубга – Сочи – граница с Республикой Абхазия (рис. 1, 2).

Обследование автомобильных дорог

Диагностика подпорных стен выполняется с целью определения технического состояния конструкции. По результатам проведенного анализа выявленных дефектов и в соответствии с требованиями нормативной документации она реализуется в несколько этапов: подготовительные работы, визуальное и инструментальное обследование [12–18].

Основываясь на сведениях, которые были получены в процессе проведения сбора информации об объекте исследования, изучения внешней среды при эксплуатации сооружения, а также измерений и оценки степени повреждений установленных дефектов, определяются категория состояния и степень надежности, а также масштаб повреждений [19–30].

В соответствии с приказом Министерства транспорта Российской Федерации № 402 от 16.11.2012 утверждена следующая классификация работ: капитальный ремонт, ремонт автомобильных дорог, работы по содержанию автомобильных дорог.

Рассмотрим оползневые участки автомобильных дорог.

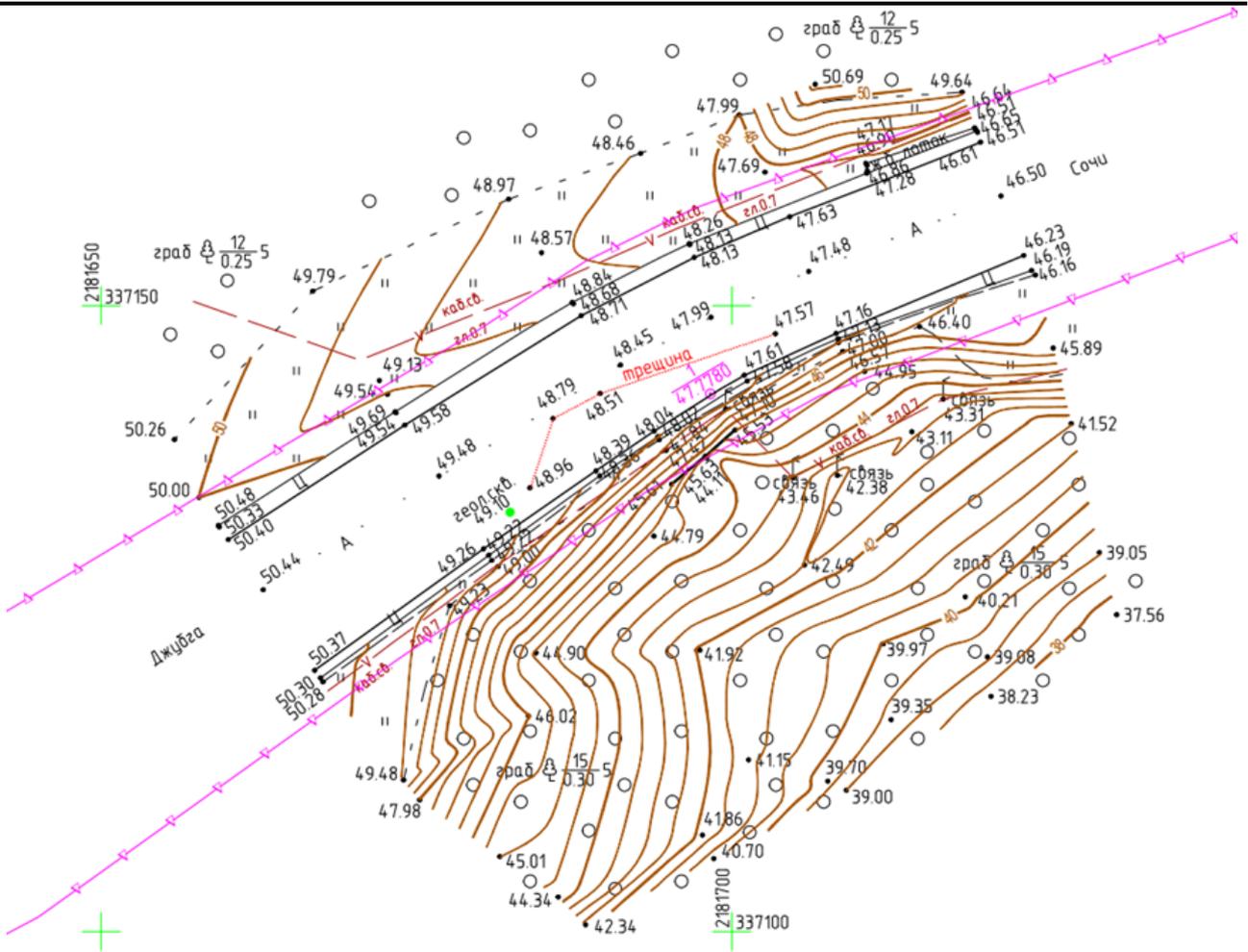


Рис. 1. Топографическая съемка участка обследования
Fig. 1. Topographic survey of the survey area



Рис. 2. Визуальное обследование удерживающего сооружения и оползневого участка
Fig. 2. Visual inspection of the retaining structure and landslide area

Участок на км 65+375 – км 65+413

Протяженность участка составляет 38 м.

Оползневые процессы развиваются справа по ходу километража автомобильной дороги

(рис. 3). Работы необходимо выполнять в рамках капитального ремонта участка автомобильной дороги.

Рекомендуются следующие мероприятия по стабилизации оползневых процессов и приведению автомобильной дороги в норма-

тивное техническое состояние:

- устройство противооползневого сооружения на свайном основании протяженностью 56 м;
- восстановление автомобильной дороги протяженностью 80 м.



Рис. 3. Участок км 65+375 – км 65+413
Fig. 3. Section km 65+375 – km 65+413

Чтобы стабилизировать развитие деформаций на данном участке возможно выполнение работ, не представленных в классификации по инженерной защите автомобильных дорог – планово-предупредительных

работ (ППР).

Они включают в себя устройство анкерного крепления склона через монолитные железобетонные плиты. Площадь крепления склона составляет 575 м² (рис. 4, 5).

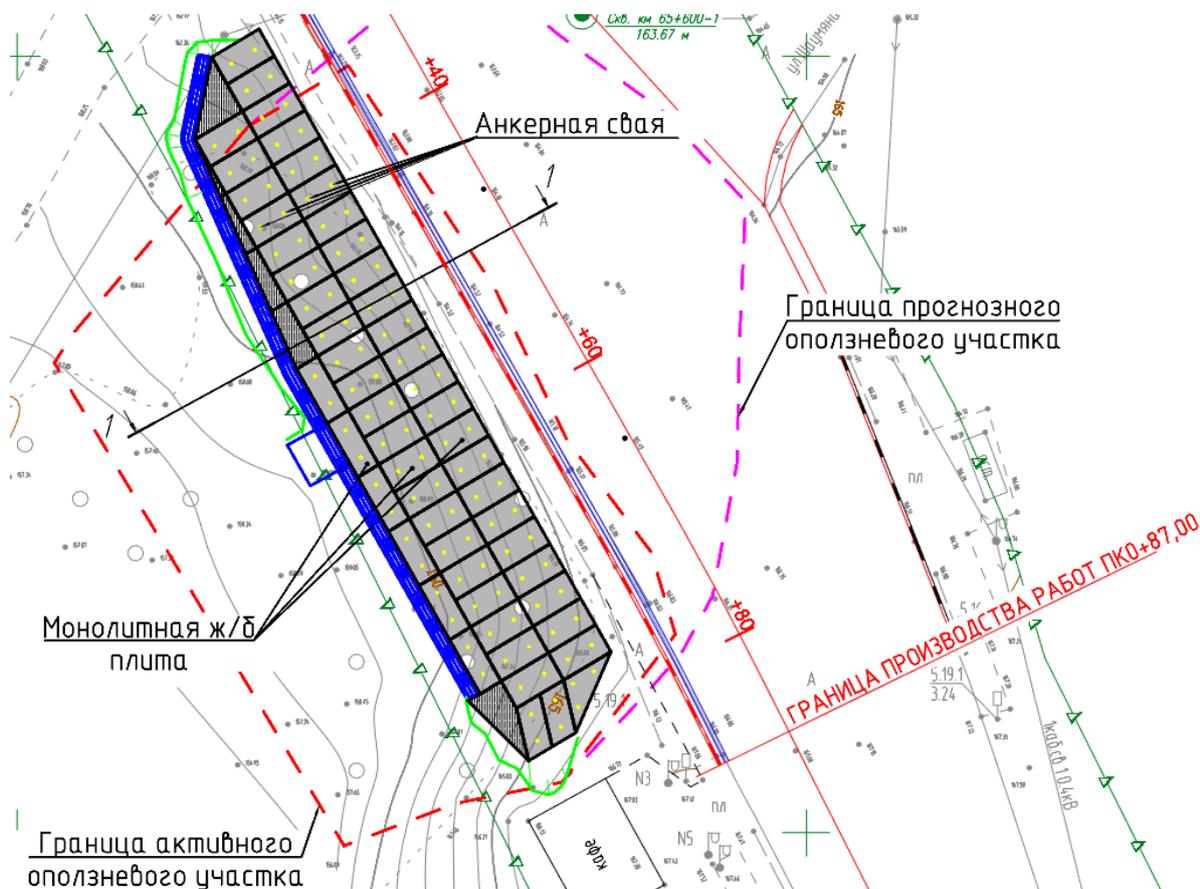


Рис. 4. Участок км 65+375 – км 65+413
Fig. 4. Section km 65+375 – km 65+413

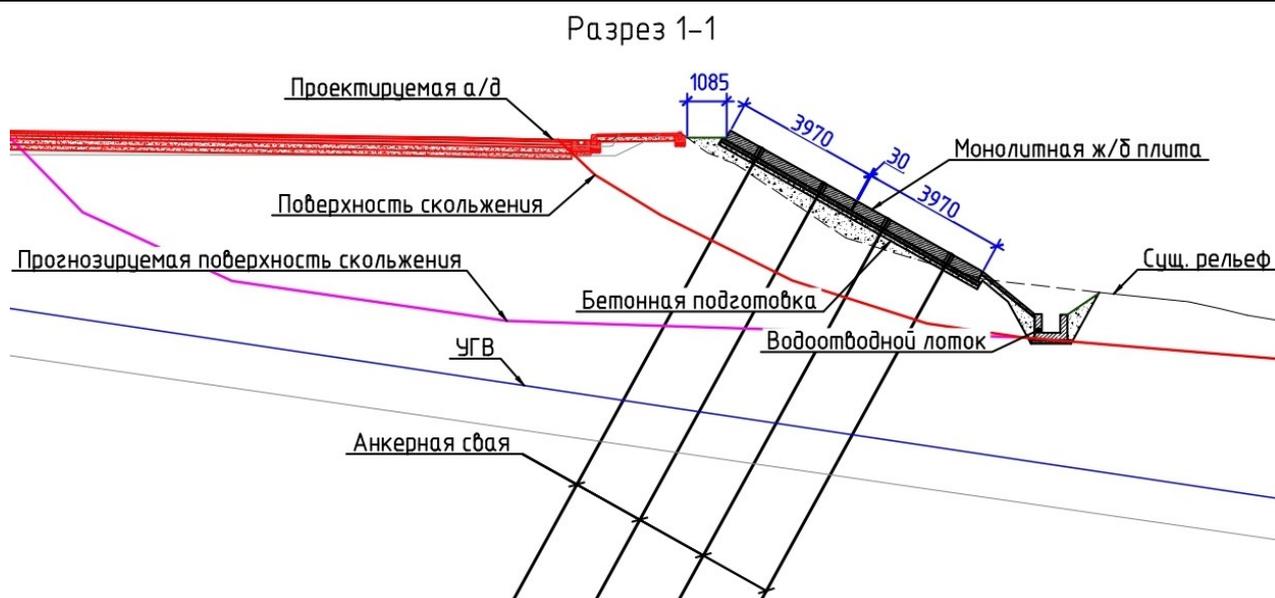


Рис. 5. Участок км 65+375 – км 65+413
Fig. 5. Section km 65+375 – km 65+413

Участок на км 90+173 – км 90+440

В границах обследования выделено два оползневых участка:

- первый протяженностью 57 м на км 90+173 – км 90+230;
- второй протяженностью 44 м на км 90+396 – км 90+440 (рис. 6).

Общая протяженность выделенных участков составляет 101 м. Оползневые процессы развиваются справа по ходу километража автомобильной дороги. В ходе обследования

выполнены следующие виды работ:

- топографическая съемка (площадь съемки составила 1,5 га);
- анализ полосы отвода;
- инженерно-геологические работы. Выполнено бурение двух геологических скважин, на основании которых построен один геологический разрез, проведены лабораторные исследования грунтов, изучены гидрогеологические условия участка;
- расчеты устойчивости склона.



Рис. 6. Участок км 90+173 – км 90+440
Fig. 6. Section km 90+173 – km 90+440

Работы необходимо выполнять в рамках капитального ремонта участка автомобильной дороги.

Рекомендуются следующие мероприятия по стабилизации оползневых процессов и приведению автомобильной дороги в нормативное техническое состояние:

- на участке км 90+173 – км 90+230 выполнить устройство противооползневое сооружения на свайном основании протяженностью 40 м, усиление существующей подпорной стены анкерными сваями на протяженности 13 м, укрепление склона торкрет-бетоном с нагельным креплением протяженностью 20

м, $S=200 \text{ м}^2$;

– на участке км 90+396 – км 90+440 выполнить устройство противооползневое сооружения на свайном основании протяженностью 60 м;

– восстановление автомобильной дороги протяженностью 160 м.

В качестве первоочередных работ в рамках содержания необходимо выполнить следующие мероприятия:

– проливка трещин битумом;

– сделать водоотводной лоток для сброса воды к выходному оголовку;

– очистить существующие стены от растительности.

С целью стабилизации развития деформаций на участке км 90+173 – км 90+230 возможно выполнение работ, не представленных в классификации по инженерной защите автомобильных дорог – ППР, включающих в себя усиление существующих подпорных стен монолитной железобетонной облицовочной панелью с креплением анкерными сваями на протяженности 46 м, укрепление склона торкрет-бетоном с нагельным креплением протяженностью 20 м, $S=200 \text{ м}^2$ (рис. 7–9).

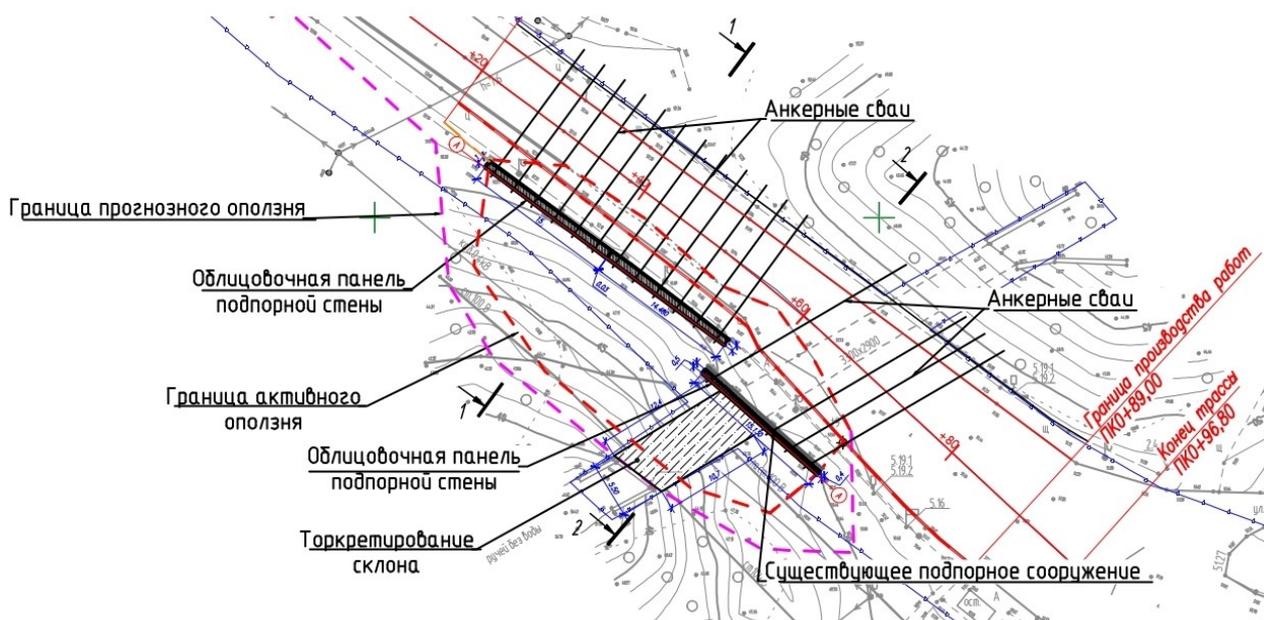


Рис. 7. Участок км 90+173 – км 90+440
Fig. 7. Section km 90+173 – km 90+440

Разрез 1-1

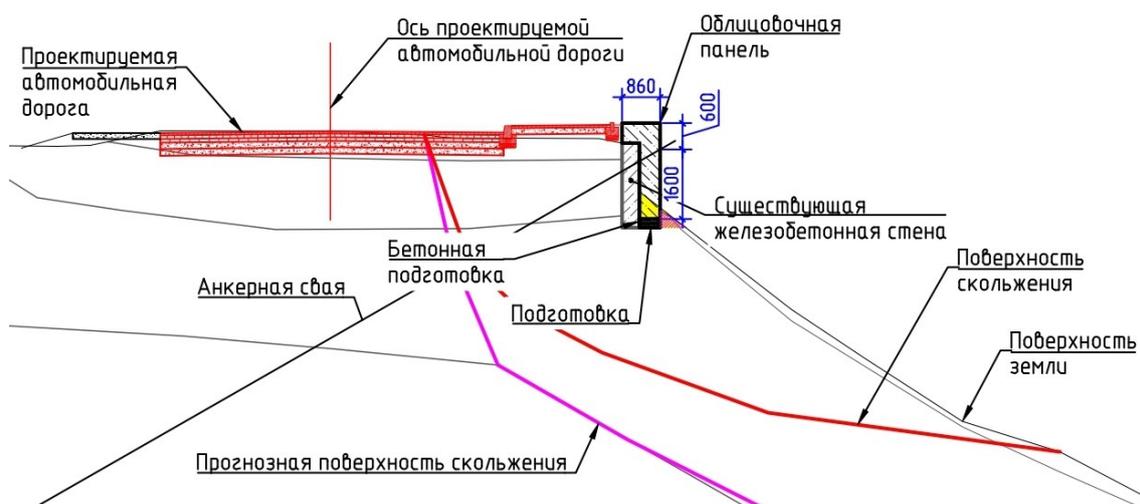


Рис. 8. Участок км 90+173 – км 90+440
Fig. 8. Section km 90+173 – km 90+440

Разрез 2-2

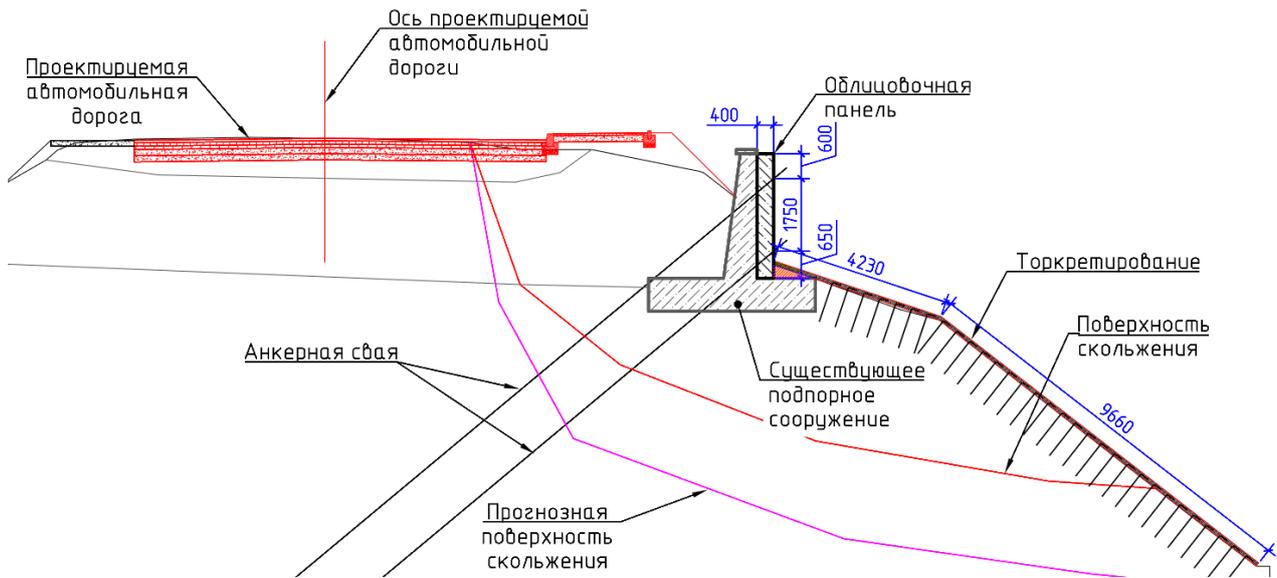


Рис. 9. Участок км 90+173 – км 90+440
Fig. 9. Section km 90+173 – km 90+440

Участок на км 149+133 – км 149+201

Протяженность участка составляет 68 м. Оползневые процессы развиваются слева по ходу километража автомобильной дороги (рис. 10).

В ходе обследования выполнены следующие виды работ:

- топографическая съемка (площадь съемки составила 1,5 га);
- анализ полосы отвода.

– инженерно-геологические работы. Выполнено бурение двух геологических скважин, на основании которых построен один геологический разрез, проведены лабораторные ис-

следования грунтов, изучены гидрогеологические условия участка;

- расчеты устойчивости склона.

Работы необходимо выполнять в рамках капитального ремонта участка автомобильной дороги. Рекомендуются следующие мероприятия по стабилизации оползневых процессов и приведению автомобильной дороги в нормативное техническое состояние:

- устройство противооползневое сооружения на свайном основании протяженностью 75 м;
- восстановление автомобильной дороги протяженностью 100 м.



Рис. 10. Участок км 149+133 – км 149+201
Fig. 10. Section km 149+133 – km 149+201

В качестве первоочередных работ в рамках содержания необходимо выполнить сле-

дующие мероприятия:

- заделка трещин в подпорной стене;

– отсыпка основания подпорной стены.
 С целью стабилизации развития деформаций возможно выполнение работ, не представленных в классификации по инженерной защите

автомобильных дорог – ППР, включающих в себя усиление существующей подпорной стены анкерными сваями на участке протяженностью 39 м (рис. 11, 12).

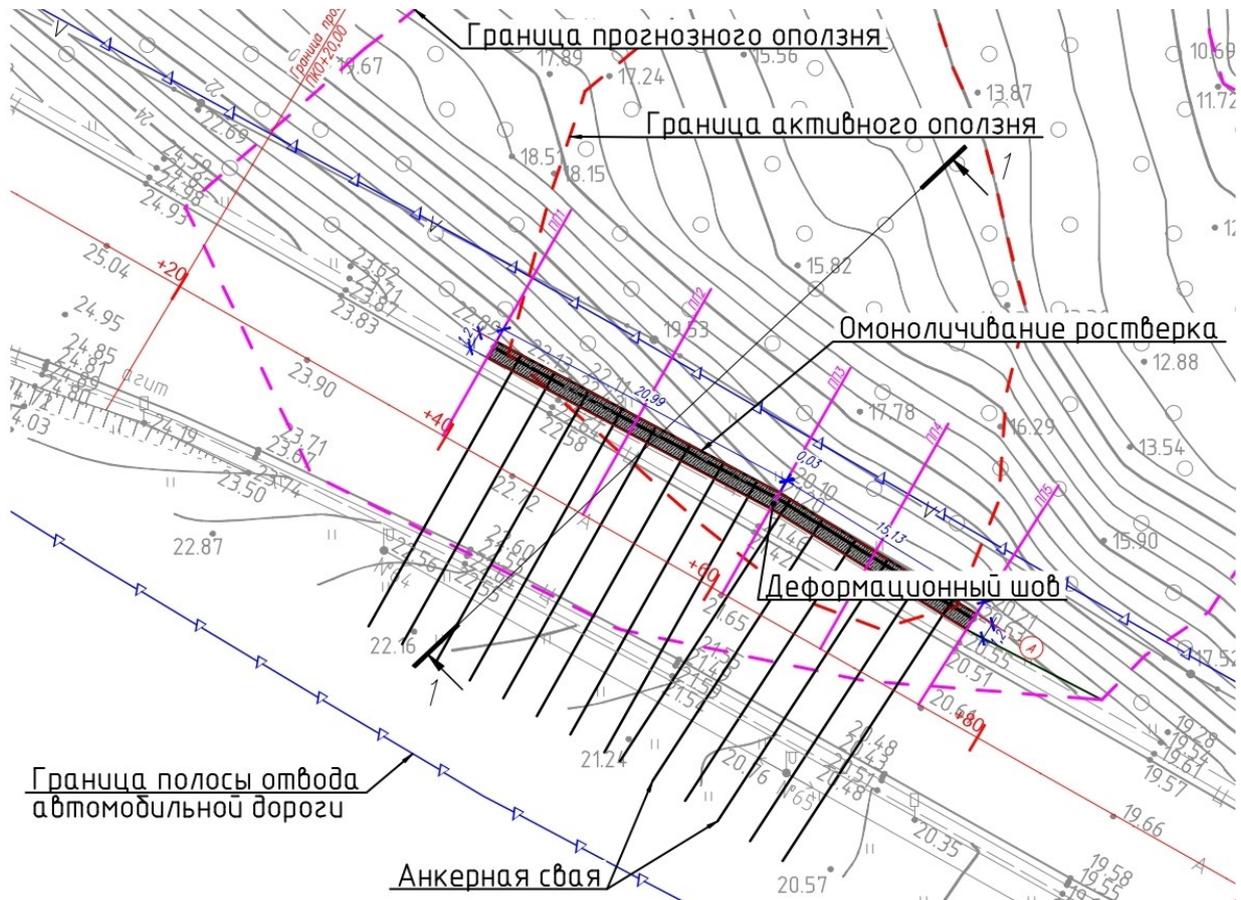


Рис. 11. Участок км 149+133 – км 149+201
Fig. 11. Section km 149+133 – km 149+201

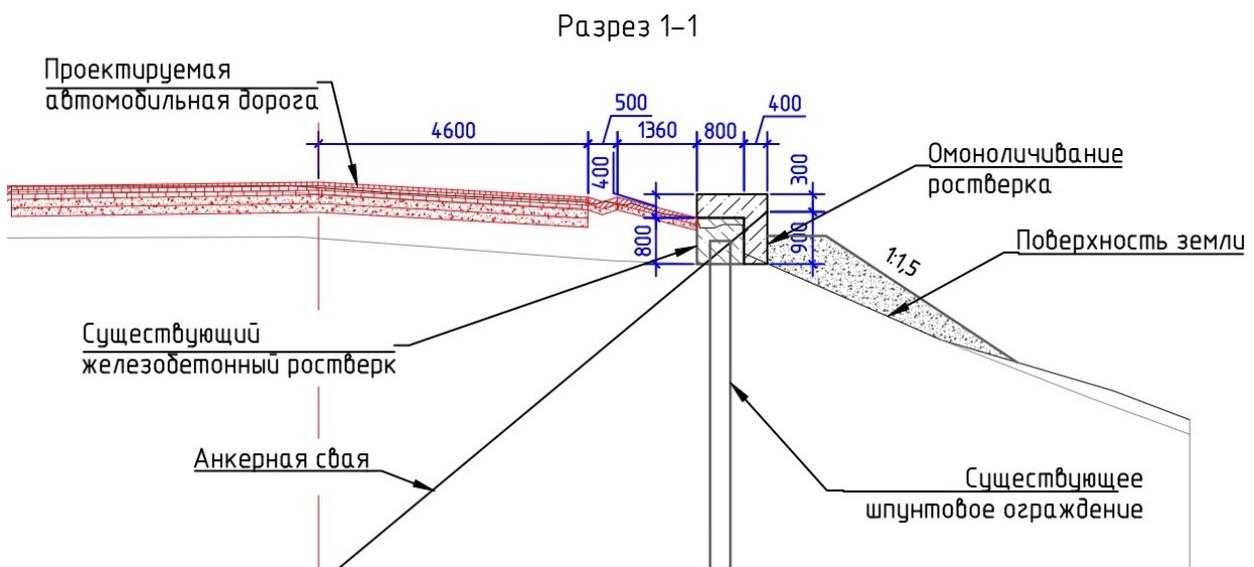


Рис. 12. Участок км 149+133 – км 149+201
Fig. 12. Section km 149+133 – km 149+201

Обследование участков автомобильной дороги А-147 Джубга – Сочи – граница с Республикой Абхазия показало, что планово-предупредительные работы были эффективно применены и составляли 19 % (таблица) от

общего количества оползневых участков.

Принятые решения обеспечивают надлежащее состояние стен и уменьшают число аварийных отказов и убытков из-за их возникновения.

Распределение оползневых участков по виду работ и стоимости строительно-монтажных работ
Distribution of landslide suites by type of work and cost of construction and installation work

Категория оползневой опасности	Количество		Стоимость строительно-монтажных работ	
	шт.	%	тыс. руб.	%
Капитальный ремонт	22	69	5 115 954,1	93
Планово-предупредительные работы	6	19	190 541,4	3
Ремонт	2	6	13 824,8	0,1
Ликвидация чрезвычайных ситуаций	2	6	198 885,2	4
Итого	32	100	5 519 205,5	100

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам обследования на примере автомобильной дороги А-147 Джубга – Сочи – граница с Республикой Абхазия были сделаны следующие выводы:

1. Согласно приказу Министерства транспорта Российской Федерации № 402 от 16.11.2012 утверждена следующая классификация работ: капитальный ремонт, ремонт автомобильных дорог, работы по содержанию автомобильных дорог. В результате обследования было выявлено, что на 19 % объектов необходимо выполнять работы, не предусмотренные в представленной классификации. В рамках диагностики подпорных стен была определена необходимость в добавлении нового вида работ – ППР. Основным пре-

имуществом является незначительное изменение конструкции подпорной стены для ее усиления, что в свою очередь позволит значительно сократить трудовые и экономические затраты.

2. Определение потенциально опасных оползневых участков и выполнение работ на опережение, а именно устранение причин образования оползневого участка до возникновения критических деформаций наиболее эффективными и выгодными средствами: устройство водоотведения, дренаж, усиление существующих конструкций, предотвращение размыва основания откоса и т. д.).

3. Представлены конструктивные решения ППР на оползневых участках и приоритетность их реализации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Маций С.И., Маций В.С. Основные проблемы отечественной нормативной документации при устройстве габионных конструкций // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения. Сб. тезисов по материалам III Национальной конф. (г. Краснодар, 27–28 марта 2019 г.). Краснодар, 2019. С. 43–44. EDN: SBKHCC.
- Якушев И.В., Сурина О.И. Проблемы прикладной инженерной геологии, связанные с несовершенством действующей нормативной документации и предложения по их решению // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации. Материалы Семнадцатой Общероссийской науч.-практ. конф. и выставки изыскательских организаций (г. Москва, 29 ноября – 02 декабря 2022 г.). М., 2022. С. 27–38. EDN: SQKQDX.
- Пшидаток М.А. Анализ основополагающих факторов, влияющих на надежность удерживающих сооружений // Проблемы развития современного общества. Сб. науч. статей 9-й Всероссийской национальной науч.-практ. конф. (г. Курск, 23–24 января 2024 г.). Курск, 2024. С. 265–267. EDN: PTZSOJ.
- Togo Issa, Frolova I.E., Dang Thu Thao, Sabri Mohanad Muayad Sabri Basal Heave Stability Assessment of Retaining Structures in Cramped Construction Conditions: A Calculation Method // Construction of Unique Buildings and Structures. 2023. Iss. 1 (106). P. 1–13. <https://doi.org/10.4123/CUBS.106.3>.
- Тарасеева Н.И., Андрианов К.А., Хрипунова М.С., Антонов А.Б. Устройство шпунтового ограждения котлованов и подпорных стен в сложных гидрогеологических условиях городской застройки // Моделирование и механика конструкций. 2020. № 12. С. 178–186. EDN: ZGFPXR.
- Макаров А.В. Объекты транспортной инфраструктуры на автомобильных дорогах: курс лекций в 3-х частях. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2022. Ч. 1. 322 с.

7. Пшидаток М.А., Маций С.И. Разработка методики оценки надежности, качества инженерной защиты для обеспечения устойчивости земляного полотна автомобильных дорог // Транспортные сооружения. 2023. Т. 10. № 4. С. 1–20. <https://doi.org/10.15862/13SATS423>. EDN: XKTGWB.
8. Tiwari R., Lam N. Displacement Based Seismic Assessment of Base Restrained Retaining Walls // Acta Geotechnica. 2022. Vol. 17. Iss. 8. P. 3675–3694. <https://doi.org/10.1007/s11440-022-01467-y>.
9. Yang Zhao, Hyungjoon Seo, Cheng Chen Displacement Mapping of Point Clouds: Application of Retaining Structures Composed of Sheet Piles // Journal of Civil Structural Health Monitoring. 2021. Vol. 11. Iss. 4. P. 915–930. <https://doi.org/10.1007/s13349-021-00491-y>.
10. Каримуллин И.С., Алехин В.Н., Ушаков О.Ю. Сейсмическое давление грунта на подпорные стены. Полный динамический анализ // Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений. Тезисы докладов VIII-го междунар. симпозиума (г. Тамбов, 17–21 мая 2023 г.). Тамбов, 2023. С. 352–353. EDN: MVHODN.
11. Baborykin M.Yu., Zhidilyaeva E.V. Application of The Methodology of Interpretation of Exogenous Geological Processes and Engineering-Geological Conditions for Mapping Hazardous Geological Processes and Zoning of Engineering-Geological Conditions of the Urban District of the Municipal Formation of the Resort City of Sochi of the Krasnodar Krai // Scientific Research of the SCO Countries: Synergy and Integration: Proceedings of The International Conference. 2023. Vol. 3. P. 207–215. EDN: NXWDNQ.
12. Зеркаль О.В. Оползни скольжения и оползни сдвига: особенности развития и типизация // Инженерная геология. 2021. Т. 16. № 1. С. 38–59. <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2021-16-1-38-58>. EDN: JGMXDF.
13. Ryabukhin A.K., Lesnoy V.A., Kalashaov D.Y. Study of The Stability of Soil Slopes and Downhills with The Use of Fiberglass Dowels // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 698. Iss. 7. P. 1–11. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/698/7/077003>.
14. Соколов Н.С. Геотехническая практика строительства на неустойчивых склонах // Строительные материалы. 2024. № 3. С. 48–52. <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2024-822-3-48-52>. EDN: IFVMVA.
15. Kasharina T.P. Study of retaining structures made of composite materials // 16th Asian Regional Conference On Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Arc 2019. Taipei, 14–18 October 2019. Taipei, 2020. EDN: QRQQQQ.
16. Хомяков В.А., Еменов Ю.М., Дурсынов С.Б. Устойчивость подпорных стен на площадках, неблагоприятных в сейсмическом отношении // Фундаменты. 2021. № 2 (4). С. 14–17. EDN: AKBYCZ.
17. Топчий Д.В., Чипова З.Х. Технологические особенности устройства подпорных стен // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 4. С. 151–154. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-4-151-152>. EDN: NTQUAQ.
18. Ciawi Y., Hidayati A.M., Kedaton K.H., Tonyes S.G., Elizar Exploring the Mechanism of Vetiver System for Slope Reinforcement On Diverse Soil Types – A Review // Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology. 2023. Vol. 8. Iss. 2. P. 123–130. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2023.8.2.12705>.
19. Гареева Н.Б., Амиров А.С., Бурляков М.П. Современные типы подпорных стен и технология их возведения // Проблемы строительного комплекса России. Материалы XXVII Всеросс. науч.-тех. конф., посвященной памяти профессора В.В. Бабкова (г. Уфа, 21–28 февраля 2023 г.). Уфа, 2023. С. 96–103. EDN: KJLYGL.
20. Haoyuan Hong, Desheng Wang, A-Xing Zhu, Yi Wang Landslide Susceptibility Mapping Based On the Reliability of Landslide and Non-Landslide Sample // Expert Systems with Applications. 2024. Vol. 243. P. 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122933>.
21. Рябухин А.К., Лейер Д.В., Тетер Ш.Р., Карпова М.С. Особенности моделирования габионных подпорных стен при инженерной защите автомобильных дорог на оползневых склонах // Транспортные сооружения. 2019. Т. 6. № 4. С. 1–12. <https://doi.org/10.15862/01SATS419>. EDN: YLVKZH.
22. Лобкина В.А., Генсировский Ю.В. Активизация оползней при освоении горных территорий // Тихоокеанская геология. 2024. Т. 43. № 3. С. 109–119. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2024-43-3-109-119>. EDN: UFUQQY.
23. Yi He, Wenhui Wang, Lifeng Zhang, Youdong Chen, Yi Chen, Baoshan Chen [et al.] An Identification Method of Potential Landslide Zones Using InSAR Data and Landslide Susceptibility // Geomatics, Natural Hazards and Risk. 2023. Vol. 14. Iss. 1. P. 1–27. <https://doi.org/10.1080/19475705.2023.2185120>.
24. Сергеев И.И., Сергеев А.И., Вяткина Е.И. Обзор существующих видов подпорных стен для берегоукрепления: область применения, материалы, технология изготовления, особенности работы // Наука и молодежь. Материалы XVI Всеросс. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Барнаул, 22–26 апреля 2019 г.). Барнаул, 2019. Т. 2. С. 542–545. EDN: KSUTZJ.
25. Li Chen, Peifeng Ma, Chang Yu, Yi Zheng, Qing Zhu, Yulin Ding Landslide Susceptibility Assessment in Multiple Urban Slope Settings with A Landslide Inventory Augmented by InSAR Techniques // Engineering Geology. 2023. Vol. 372. P. 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2023.107342>.
26. Рубин О.Д., Лисичкин С.Е., Фролов К.Е., Пашенко Ф.А., Зюзина О.В. Экспериментальные исследо-

- вания железобетонных подпорных стен // Природообустройство. 2020. № 1. С. 72–78. <https://doi.org/10.26897/1997-6011/2020-1-72-79>. EDN: WLCJFE.
27. Симонян В.В., Волков В.И. Роль геодезических методов в изучении динамики оползней // Естественные и технические науки. 2021. № 4 (155). С. 193–195. EDN: DZQEET.
28. Дьяков И.М., Дьяков А.И., Дьякова Ю.И. Особенности усиления и реконструкции гравитационных подпорных стен автодорог в сложных инженерно-геологических условиях // Строительство и технологическая безопасность. 2022. № S1. С. 91–97. EDN: FFIXVU.
29. Лотенкова М.Д., Татьянников Д.А. Армогрунтовые подпорные стены в транспортном строительстве // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2022. Т. 1. С. 186–189. EDN: JNJСМА.
30. Чернеев А.М., Шевцова М.А., Безрук Г.В. Способы устройства подпорных стен в условиях вечной мерзлоты // Перспективы науки. 2020. № 11 (134). С. 262–266. EDN: MCETFL.

REFERENCES

- Matsii S.I., Matsii V.S. The Main Problems of Domestic Regulatory Documentation for The Installation of Gabion Structures. In: *Nauchno-tekhnologicheskoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Rossii: problemy i resheniya. Sbornik tezisev po materialam III Natsional'noi konferentsii = Scientific and Technological Support of the Russian Agro-Industrial Complex: Problems and Solutions. Collection of Abstracts Based On Materials from The III National Conference*. 27–28 March 2019, Krasnodar. Krasnodar; 2019. p. 43–44. (In Russ.). EDN: SBKHCC.
- Yakushev I.V., Surina O.I. Problems of Applied Engineering Geology Associated with Imperfections in Current Regulatory Documentation and Proposals for Their Solution. In: *Perspektivy razvitiya inzhenernykh izyskaniy v stroitel'stve v Rossiiskoi Federatsii. Materialy Semnadtsatoi Obscherossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii i vystavki izyskatel'skikh organizatsii = Prospects for The Development of Engineering Surveys in Construction in The Russian Federation. Materials of The Seventeenth All-Russian Scientific and Practical Conference and Exhibition of Survey Organizations*. 29 November – 2 December 2022, Moscow. Moscow; 2022. p. 27–38. (In Russ.). EDN: SQKQDX.
- Pshidatok M.A. Analysis of Fundamental Factors Affecting the Reliability of Retaining Structures. In: *Problemy razvitiya sovremennogo obshchestva. Sbornik nauchnykh statei 9-i Vserossiiskoi natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Problems of Development of Modern Society. Collection of Scientific Articles of The 9th All-Russian National Scientific and Practical Conference*. 23–24 January 2024, Kursk. Kursk; 2024. p. 265–267. (In Russ.). EDN: PTZSOJ.
- Togo Issa, Frolova I.E., Dang Thu Thao, Sabri Mohanad Muayad Sabri Basal heave stability assessment of retaining structures in cramped construction conditions: A calculation method. *Construction of Unique Buildings and Structures*. 2023;1(106):1-13. <https://doi.org/10.4123/CUBS.106.3>.
- Taraseeva N.I., Andrianov K.A., Khripunova M.S., Antonov A.B. Device of Pipe Facing Of Bottles and Retaining Walls in Difficult Hydrogeological Conditions of Urban Development. *Modelirovanie i mekhanika konstruksii*. 2020;12:178-186. (In Russ.). EDN: ZGFPXR.
- Makarov A.V. *Objects of Transport Infrastructure On Highways: A Course of Lectures in 3 Parts*. Volgograd: Volgograd State Technical University, 2022. P. 1. 322 p. (In Russ.).
- Pshidatok M.A., Matsiy S.I. Methodology Development for Assessing the Reliability and Quality of Engineering Protection to Ensure the Stability of the Motorways Earth Bed. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2023;10(4):1-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.15862/13SATS423>. EDN: XKTGWB.
- Tiwari R., Lam N. Displacement Based Seismic Assessment of Base Restrained Retaining Walls. *Acta Geotechnica*. 2022;17(8):3675-3694. <https://doi.org/10.1007/s11440-022-01467-y>.
- Yang Zhao, Hyungjoon Seo, Cheng Chen Displacement Mapping of Point Clouds: Application of Retaining Structures Composed of Sheet Piles. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*. 2021;11(4):915-930. <https://doi.org/10.1007/s13349-021-00491-y>.
- Karimullin I.S., Alekhin V.N., Ushakov O.Yu. Seismic Pressure of Soil On Retaining Walls. Full-Scale Dynamic Analysis. In: *Aktual'nye problemy komp'yuternogo modelirovaniya konstruksii i sooruzhenii. Tezisy dokladov VIII-go mezhdunarodnogo simpoziuma = Current Problems of Computer Modeling Of Structures And Structures. Abstracts of The VIII International Symposium*. 17–21 May 2023, Tambov. Tambov; 2023. p. 352–353. (In Russ.). EDN: MVHODN.
- Baborykin M.Yu., Zhidilyaeva E.V. Application of The Methodology of Interpretation of Exogenous Geological Processes and Engineering-Geological Conditions for Mapping Hazardous Geological Processes and Zoning of Engineering-Geological Conditions of the Urban District of the Municipal Formation of the Resort City of Sochi of the Krasnodar Krai. *Scientific Research of the SCO Countries: Synergy and Integration: Proceedings of The International Conference*. 2023;3:207-215. EDN: NXWDNQ.
- Zerkal O.V. Rotational and Translational Slides: Peculiarities of Development and Classification. *Engi-*

- neering Geology World*. 2021;16(1):38-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2021-16-1-38-58>. EDN: JGMXDF.
13. Ryabukhin A.K., Lesnoy V.A., Kalashaov D.Y. Study of The Stability of Soil Slopes and Downhills with The Use of Fiberglass Dowels. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019;698(7): 1-11. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/698/7/077003>.
14. Sokolov N.S. Geotechnical Practice of Construction On Unstable Slopes. *Construction Materials*. 2024;3:48-52. (In Russ.). <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2024-822-3-48-52>. EDN: IFVMVA.
15. Kasharina T.P. Study of retaining structures made of composite materials. In: *16th Asian Regional Conference On Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Arc 2019*. 14–18 October 2019, Taipei. Taipei; 2020. EDN: QRQQQQ.
16. Khomyakov V.A., Emenov Yu.M., Dursynov S.B. Stability of Retaining Walls On Seismically Unfavorable Sites. *Fundamenty*. 2021;2(4):14-17. (In Russ.). EDN: AKBYCZ.
17. Topchy D.V., Chipova Z.H. Technological Features of Construction of Retaining Walls. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*. 2024;4:151-154. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-4-151-152>. EDN: NTQUAQ.
18. Ciawi Y., Hidayati A.M., Kedaton K.H., Tonyes S.G., Elizar Exploring the Mechanism of Vetiver System for Slope Reinforcement On Diverse Soil Types – A Review. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*. 2023;8(2):123-130. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2023.8.2.12705>.
19. Gareeva N.B., Amirov A.S., Burlyakov M.P. Modern Types of Retaining Walls and Technology for Their Construction. In: *Problemy stroitel'nogo kompleksa Rossii. Materialy XXVII Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posvyashchennoi pamyati professora V.V. Babkova = Problems of The Russian Construction Complex. Materials of The XXVII All-Russian Scientific and Technical Conference Dedicated to The Memory of Professor V.V. Babkova*. 21–28 February 2023, Ufa. Ufa; 2023. p. 96–103. (In Russ.). EDN: KJLYGL.
20. Haoyuan Hong, Desheng Wang, A-Xing Zhu, Yi Wang Landslide Susceptibility Mapping Based On the Reliability of Landslide and Non-Landslide Sample. *Expert Systems with Applications*. 2024;243:1-18. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122933>.
21. Ryabukhin A.K., Leyer D.V., Teter Sh.R., Karpova M.S. Features of Modeling Gabion Retaining Walls for Engineering Protection of Roads On Landslide Slopes. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2019;6(4):1-12. (In Russ.). <https://doi.org/10.15862/01SATS419>. EDN: YLVKZH.
22. Lobkina V.A., Gensiorovsky Yu.V. Landslide Activation During the Development of Mountainous Areas. *Russian Journal of Pacific Geology*. 2024;43(3):109-119. (In Russ.). <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2024-43-3-109-119>. EDN: UFUQQY.
23. Yi He, Wenhui Wang, Lifeng Zhang, Youdong Chen, Yi Chen, Baoshan Chen [et al.] An Identification Method of Potential Landslide Zones Using InSAR Data and Landslide Susceptibility. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. 2023;14(1):1-27. <https://doi.org/10.1080/19475705.2023.2185120>.
24. Sergeev I.I., Sergeev A.I., Vyatkina E.I. Review of Existing Types of Retaining Walls for Bank Protection: Scope, Materials, Manufacturing Technology, Operating Features. In: *Nauka i molodezh'. Materialy XVI Vse-rossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh = Science and youth. Materials of the XVI All-Russian Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists*. 22–26 April 2019, Barnaul. Barnaul; 2019. Vol. 2. p. 542–545. (In Russ.). EDN: KSUTZJ.
25. Li Chen, Peifeng Ma, Chang Yu, Yi Zheng, Qing Zhu, Yulin Ding Landslide Susceptibility Assessment in Multiple Urban Slope Settings with A Landslide Inventory Augmented by InSAR Techniques. *Engineering Geology*. 2023;372:1-18. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2023.107342>.
26. Rubin O.D., Lisichkin S.E., Frolov K.E., Pashchenko F.A., Zyuzina O.V. The Experimental Research of the Reinforced Concrete Retaining Walls. *Environmental Engineering*. 2020;1:72-78. (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/1997-6011/2020-1-72-79>. EDN: WLCJFE.
27. Simonyan V.V., Volkov V.I. The Role of Geodetic Methods in Studying the Dynamics of Landslides. *Natural and technical sciences*. 2021;4(155):193-195. (In Russ.). EDN: DZQEET.
28. Dyakov I.M., Dyakov A.I., Dyakova Yu.I. Features of Reinforcement and Reconstruction Gravity Retaining Walls of Highways in Difficult Engineering and Geological Conditions. *Construction and Industrial Safety*. 2022;S1:91-97. (In Russ.). EDN: FFIXVU.
29. Lotenkova M.D., Tat'yannikov D.A. Reinforced Soil Retaining Walls in Transport Construction. *Modernizatsiya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse*. 2022;1:186-189. (In Russ.). EDN: JNJCMA.
30. Cherneev A.M., Shevtsova M.A., Bezruk G.V. Methods for Arranging Retaining Walls in Permafrost Conditions. *Science Prospects*. 2020;11(134):262-266. (In Russ.). EDN: MCETFL.

Информация об авторах

Пшидаток Маргарита Адамовна,
аспирант,
Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина,
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,
Россия,
✉e-mail: margaritaaa7@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1839-551X>
Author ID: 1023557

Маций Сергей Иосифович,
д.т.н., профессор,
Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина,
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,
Россия,
e-mail: matsiy@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2410-2725>
Author ID: 144442

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 30.08.2024.
Одобрена после рецензирования 13.09.2024.
Принята к публикации 18.09.2024.

Information about the authors

Margarita A. Pshidatok,
Postgraduate Student,
Kuban state agrarian University
named after I.T. Trubilin,
13 Kalinina St., Krasnodar 350044,
Russia,
✉e-mail: margaritaaa7@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1839-551X>
Author ID: 1023557

Sergey I. Matsiy,
Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Kuban state agrarian University
named after I. T. Trubilin,
13 Kalinina St., Krasnodar 350044,
Russia,
e-mail: matsiy@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2410-2725>
Author ID: 144442

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved
by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 30.08.2024.
Approved after reviewing 13.09.2024.
Accepted for publication 18.09.2024.