

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Научная статья

УДК 627.141.1; 627.51

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-264-276

Организационно-технические мероприятия по обеспечению селезащиты

Олег Николаевич Гетто¹, Виктор Александрович Белов²

^{1, 2}Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

¹Protgts@rambler.ru

²Protgts@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7564-1732>

Аннотация. Цель: предложить организационно-технические мероприятия по обеспечению эффективной селезащиты, которые базируются на производственном и научном опыте отечественных и зарубежных исследований. **Материалы и методы.** При подготовке статьи использовались эмпирические методы, были изучены и проанализированы научные публикации международных конференций, посвященных глобальному и региональному анализу селевых потоков, моделированию, разработке методов и средств организации защитных мероприятий, нормативных документов в области прогнозирования селевых потоков и проектирования противоселевых конструкций и сооружений. **Результаты.** В данное время организация селезащиты носит обособленный ведомственный характер или совсем отсутствует, а также не отвечает передовому опыту зарубежных стран. Для обеспечения селезащиты предлагается создание единой системы, целью которой является предотвращение схода селевого потока, обеспечение безопасности людей, защита зданий, сооружений, автодорог и других строений при возникновении селя. Предлагаемая организационная структура службы селезащиты включает государственную и региональную службы. Государственная служба должна входить в состав Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Региональные службы в свою очередь включают региональные центры, которые создаются на селеопасных территориях и подчиняются непосредственно государственной службе. Определены основные функции, задачи, организационная структура системы обеспечения селезащиты. **Выводы.** Рекомендована организационная структура службы селезащиты, работа которой в селеопасных районах должна выполняться на совместной базе научных исследований и практических действий. Предложенные организационно-технические мероприятия позволяют более эффективно противопоставить человека природной стихии.

Ключевые слова: сель, стихийные бедствия, селевые паводки, селезащита, противоселевые сооружения, геологический мониторинг

Для цитирования: Гетто О. Н., Белов В. А. Организационно-технические мероприятия по обеспечению селезащиты // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 264–276. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-264-276>.

HYDRAULIC ENGINEERING

Original article

Organizational and technical measures for mudflow protection security

Oleg N. Ghetto¹, Viktor A. Belov²

^{1, 2}Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute named after A. K. Kortunov – branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

¹Protgts@rambler.ru

²Protgts@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7564-1732>

Abstract. Purpose: to propose organizational and technical measures for effective mudflow protection, which are based on the industrial and scientific experience of domestic and foreign research. **Materials and methods.** In preparing the article, the empirical methods were used, scientific publications of international conferences devoted to the global and regional analysis of mudflows, modeling, development of methods and means of organizing protective measures, regulatory documents in the field of forecasting mudflows and designing anti-mudflow structures and facilities were studied and analyzed. **Results.** At present, the organization of mudflow protection is of a separate departmental nature or is completely absent, and does not meet the best practices of foreign countries at all. To ensure mudflow protection, a unified system, the purpose of which is to prevent mudflows, to ensure people's safety, to protect buildings, structures, roads and other structures in case of a mudflow is proposed. The proposed organizational structure of the mudflow protection service includes state and regional services. The State Service should be part of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters. Regional services, in turn, include regional centers that are created in mudflow-prone areas and are directly subordinate to the state service. The main functions, tasks, organizational structure of the mudflow protection system are determined. **Conclusions.** The organizational structure of the mudflow protection service, the work of which in mudflow-prone areas should be carried out on a joint basis of scientific research and practical actions, is recommended. The proposed organizational and technical measures will make it possible to oppose a person to nature forces more effectively.

Keywords: mudflow, natural disasters, mud floods, mudflow protection, anti-mudflow structures, geological monitoring

For citation: Ghetto O. N., Belov V. A. Organizational and technical measures for mudflow protection security. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(3): 264–276. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-264-276>.

Введение. Сели широко распространены на территории Российской Федерации. Они возникают в Кабардино-Балкарии, Северной Осетии – Алании, Дагестане, Крыму, на Урале, Кольском полуострове, Камчатке. Наиболее селеопасным районом России является Северный Кавказ. В пределах только северного склона Большого Кавказа насчитывается более 1700 селевых бассейнов общей площадью 7000 км². Средняя их площадь составляет 4,0 км² при минимальной 0,20 км² и максимальной 173,8 км². Кроме того, в регионе имеется много речных русел, в которых непосредственно формируются селевые паводки. Общая их протяженность более 3000 км [1].

В последние десятилетия из-за интенсивного освоения территорий, связанных со строительством различных магистралей и объектов, число селей не уменьшается, приводя к негативным последствиям в экономике и жизни людей (рисунок 1), к решению отдельных вопросов по проблеме [2].



**Рисунок 1 – Последствия схода селя на автодороге
в районе Сулимского ручья (фото О. Н. Гетто)**
**Figure 1 – Consequences of mudflow on the road
near the Sulimsky stream (photo by O. N. Ghetto)**

Изучению селевых явлений посвящено значительное число научных трудов, предложены и внедрены десятки противоселевых сооружений. Объем русскоязычной литературы по селевой проблеме составляет около 5500 названий. В настоящее время по проблеме селей в России работают структуры МЧС, территориальные службы геологического мониторинга, ВГИ, Севкавгипроводхоз, МГУ и другие учреждения. Их исследования отстают от мирового селеведения, которое продвинулось вперед, например, в таких вопросах, как натурные количественные измерения селей, лабораторное моделирование потоков, проектирование защитных сооружений, эксплуатация селезащитных сооружений [3].

В качестве мониторинга селеопасных районов предлагаются: создание единой информационно-картографической базы данных [4], современ-

ное дистанционное зондирование [5, 6], рекомендации по защите автомобильных дорог от селевых потоков [7] и др. Однако у всех них односторонний, не комплексный, подход к проблеме селезащиты.

В то же время никакие углубленные научно-исследовательские работы, никакие новые методы расчета, усовершенствованные конструкции и рациональные приемы борьбы с селями, никакие высококачественные проекты не будут плодотворно, эффективно использоваться, пока не будет создано единое ведомство, для которого планирование, изучение, проектирование и осуществление всех этих работ будет единственным плановым делом [8].

Таким образом, целью исследований является разработка организационно-технических мероприятий по обеспечению эффективной селезащиты, базирующихся на производственном и научном фундаментах.

Материалы и методы. При подготовке статьи использовались эмпирические методы. Были изучены и проанализированы научные публикации международных конференций, посвященных глобальному и региональному анализу селевых потоков, селевых катастроф, рисков и прогнозу селей, моделированию, анализу селевой опасности ледниковых озер, роли подвижек ледников в формировании селей, разработке методов и средств организации защитных мероприятий, сооружений, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности населения, экологическим исследованиям экзогенных процессов, разработке нормативных документов в области прогнозирования селевых потоков и проектирования противоселевых конструкций и сооружений. Отмечено, что сель – это гидрометеоролого-геологическое явление. Поэтому в осуществлении селевого мониторинга (обследованиях, оценках и рекомендациях) необходимо участие гидрологов и геологов, а в назначении и разработке защитных мероприятий – гидротехников.

Результаты и обсуждение. В данное время организация селезащиты носит обособленный ведомственный характер или совсем отсутствует. Она

не отвечает передовому опыту зарубежных стран [9]. На рисунках 2 и 3 показаны примеры состояния противоселевых сооружений на склонах Кавказских гор в районе Красной Поляны.



Рисунок 2 – Состояние ведомственного селезащитного сооружения (фото О. Н. Гетто)

Figure 2 – The state of the departmental mudflow protection structure (photo by O. N. Ghetto)



Рисунок 3 – Состояние бесхозяйного селезащитного сооружения (фото О. Н. Гетто)

Figure 3 – The state of the ownerless mudflow protection structure (photo by O. N. Ghetto)

Считаем, что для обеспечения селезащиты должна быть создана единая система, целью которой является предотвращение схода селевого потока, обеспечение безопасности людей, защита зданий, сооружений, автодорог при возникновении селя.

Предлагаются следующие основные функции системы обеспечения безопасности:

- нормативное правовое регулирование и принятие государственных мер в области защиты от селей;
- создание подразделений по предупреждению и защите от селей, организация их деятельности;
- разработка и принятие мер по защите от селей;
- реализация прав, обязанностей и ответственности в области защиты от селей;
- обучение населения мерам безопасности при прохождении селей;
- осуществление государственного надзора за деятельностью подразделений по защите от селей;
- выполнение работ и оказание услуг в области селезащиты;
- проведение аварийно-спасательных работ при прохождении селей;
- учет условий возникновения и прохождения селей.

Система обеспечения селезащиты должна содержать:

- систему предотвращения схода селевого потока;
- систему селезащиты;
- комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению селезащиты.

Предлагаемая организационная структура службы селезащиты включает государственную и региональную службы.

Государственная служба должна входить в состав Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуа-

циям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) в качестве единой самостоятельной оперативной службы [10].

Она включает в себя структурные подразделения центрального аппарата, осуществляющие управление деятельностью региональных служб, инженерно-технических и научно-исследовательских учреждений и ее координацию.

Задачами службы являются [10]:

- организация разработки и принятия государственных мер в области безопасности отрицательных склоновых процессов;
- нормативное регулирование;
- разработка и осуществление единой научно-технической политики в области безопасности отрицательных склоновых процессов;
- лицензирование различных видов деятельности в области безопасности, согласование других видов деятельности организаций и отдельных граждан на предмет получения лицензий;
- сертификация продукции в области безопасности отрицательных склоновых процессов.

Региональные службы включают региональные центры по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации. Они создаются на селеопасных территориях и подчиняются непосредственно Государственной службе МЧС.

Основными их задачами должны быть:

- организация и принятие мер по предупреждению схода селей;
- организация аварийно-спасательных работ при прохождении селей;
- устранение последствий схода селевых потоков.

Исходя из этого, предлагается следующая структура регионального центра (рисунок 4).

Группа по предупреждению схода селей включает геологов, гидроло-

гов, гидротехников, агрономов и лесников. Ей должно быть отведено наиболее важное место в организационной структуре регионального центра.

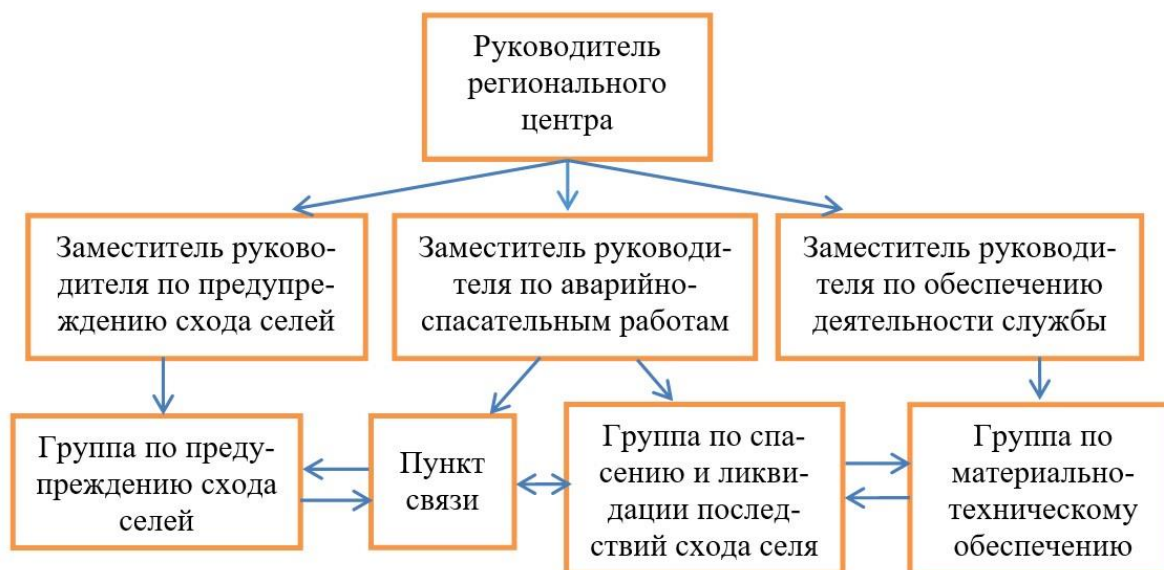


Рисунок 4 – Организационная структура регионального центра
Figure 4 – Organizational structure of the regional center

Для сокращения или устранения ущерба от селей данной группе необходимо:

- исследовать и оценивать селеопасные бассейны, выявлять степень их опасности;
- определять возможные последствия в случае схода селевого потока в каждом конкретном случае;
- определять объекты защиты и их значение в экономическом плане;
- обосновывать задачи и разрабатывать схему защиты, состав и компоновку противоселевых сооружений;
- составлять проекты сооружений с предварительной экспериментальной проверкой;
- проводить научные исследования сходящих селей и работы противоселевых сооружений.

Группа по спасению и ликвидации последствий схода селей состоит из спасателей, одновременно имеющих рабочие специальности и зани-

мающихся строительством, реконструкцией и текущим ремонтом селезадерживающих, селепропускных, селенаправляющих, стабилизирующих и селепредотвращающих сооружений, проведением лесомелиоративных мероприятий.

В случае чрезвычайного происшествия группа обеспечивает безаварийный сход селевого потока и выполняет спасательные работы. После прохождения опасного склонового процесса проводит ликвидацию последствий негативных процессов селя.

Пункт связи предназначен для организационно-технических работ. Он координирует действия групп при проведении исследований, строительного-эксплуатационных, спасательных и других работ на горных склонах, отслеживает погодно-климатические процессы и информирует о них.

Группа материально-технического обеспечения должна гарантировать решение экономических и материально-технических вопросов для эффективной деятельности центра.

Для решения возложенных на центр задач он должен иметь научно-исследовательскую лабораторию, необходимые научные приборы, дорожно-строительную технику, строительные материалы, спасательное оборудование и др.

При функционировании регионального центра ведутся следующие документы:

- задания и отчеты о научно-исследовательской работе;
- проекты выполненных и намечаемых ремонтно-строительных работ;
- положение о региональной службе;
- должностные инструкции личного состава;
- график дежурства;
- перечень техники и средств связи, порядок их эксплуатации;
- финансово-экономическая документация и т. д.

Кроме выполнения селезащиты региональные центры могут парал-

тельно выполнять защиту от оползней, которая зависит от правильных действий человека на склонах [11].

Предложенные система защиты от селей и ее организационная структура позволят более эффективно противопоставить человека природной стихии, что подтверждает и зарубежный опыт, рассмотренный в работах Р. Р. Тесса, Т. В. Бакарасовой, Р. В. Седых, Г. В. Гавардашвили, Sh. Yang, А. Кривцова, В. Благовещенского и др. [12–18].

Выводы

1 Имеющийся в России научно-практический опыт недостаточен для эффективной селезащиты. Есть необходимость в создании единой системы, целью которой является предотвращение схода селевого потока, обеспечение безопасности людей, защита зданий, сооружений, автодорог при возникновении селя.

2 Рекомендована организационная структура службы селезащиты, которая включает государственную и региональные службы на базе Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

3 Работа в селеопасных районах должна выполняться региональными центрами на совместной базе научных исследований и практических действий.

Список источников

1. Лурье П. М. Состояние и перспективы изучения селевой деятельности на Северном Кавказе // Труды Всероссийской конференции по селям, г. Нальчик, 26–28 окт. 2005 г. / Высокогор. геофиз. ин-т. М.: ЛКИ, 2008. С. 130–137.
2. Причины и последствия техногенной активизации селей в 2006–2019 гг. на водосборе притока руч. Сулимовский (район пос. Красная Поляна, Западный Кавказ) / С. В. Шварев, С. В. Харченко, В. Н. Голосов, М. И. Успенский // Геориск. 2020. Т. 14, № 2. С. 66–77. DOI: 10.25296/1997-8669-2020-14-2-66-76.
3. Черноморец С. С. Селевые исследования в России и странах бывшего Советского Союза: история и перспективы // Изменения природной среды на рубеже тысячелетий [Электронный ресурс]: труды междунар. электрон. конф. Тбилиси – М., 2006. С. 67–75. URL: <http://www.cetm.narod.ru/pdf/chernomorets.pdf> (дата обращения: 02.06.2021).
4. Разумов В. В., Разумова Н. В. К проблеме создания единой информационно-картографической базы данных опасных природных процессов для территорий федеральных округов России // Геориск. 2016. № 2. С. 24–29.

5. Сафаров М. С., Фазылов А. Р. Применение современных технологий дистанционного зондирования для мониторинга селеопасных районов горных территорий // Геориск. 2020. Т. 14, № 2. С. 32–41. DOI: 10.25296/1997-8669-2020-14-2-32-41.
6. Ступин В. П., Пластинин Л. А., Олзоев Б. Н. Возможности материалов дистанционного зондирования как информационной основы картографирования селевой опасности Байкальской горной области // Геориск. 2020. Т. 14, № 2. С. 78–87. DOI: 10.25296/1997-8669-2020-14-2-78-87.
7. Маций С. И., Сухляева Л. А., Лесной В. А. Рекомендации по организации мониторинга селевых процессов на автомобильных дорогах (на примере участка дороги от Сулимовского ручья до с. Эсто-Садок) // Геориск. 2018. Т. 12, № 4. С. 58–64.
8. Херхелидзе И. И. Некоторые вопросы индустриального противоселевого строительства // Гидрологические и гидротехнические основы проектирования противоселевых сооружений. Труды Закавказского НИГИ. Л.: Гидрометеиздат, 1972. Вып. 40(46). С. 6–46.
9. Белов В. А., Гетто О. Н. Сравнительный анализ организационно-технических мер по защите от селевых потоков // Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т Донского ГАУ. Новочеркасск: Лик, 2020. С. 167–170.
10. Методические рекомендации по организации деятельности оперативных штабов ликвидации чрезвычайных ситуаций и оперативных групп территориальных органов МЧС России, местных гарнизонов пожарной охраны. М., 2013. 56 с.
11. Гетто О. Н. Обзор негативных склоновых процессов // Наука и молодежь. Вып. 7. Инновации в современном агропромышленном комплексе: сб. науч. тр. / Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т Донского ГАУ. Новочеркасск, 2020. С. 42–45.
12. Tecca P. R., Genevois R., Scarso G. A. Statistical analysis of debris flows in the Cortina D'ampezzo Area (Eastern Dolomites, Italy) // Геориск. 2020. № 3. С. 36–47. DOI: 10.25296/1997-8669-2020-14-3-36-46.
13. Бакарасова Т. В., Зиневич Ю. Н., Хажаназаров Е. К. Проектирование и строительство селезащитных сооружений в Алматы и Алматинской области за период с 2008 по 2018 год // Геориск. 2018. № 4. С. 38–47.
14. Седых Р. В. Опыт защиты от селевых потоков в Австрии // Гидротехническое строительство. 1969. № 2. С. 55–57.
15. Гавардашвили Г. В. Современные мероприятия по борьбе с селями и разработка методологии для их проектирования // Геориск. 2013. № 2. С. 24–29.
16. The preliminary study of present situation of Hunshuigou debris flow prevention engineering and risk assessment / Sh. Yang, J. Huang, J. Liu, H. Pan // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита: материалы IV Междунар. конф. Иркутск, 2016. С. 312–317.
17. Кривцов А., Морозов М. Сели и селезащита // Инженерная защита. 2014. Вып. 3. С. 50–59.
18. Благовещенский В. Опыт защиты от селей в Казахстане // Инженерная защита. 2015. Вып. 11. С. 80–87.

References

1. Lurie P.M., 2008. *Sostoyaniye i perspektivy izucheniya selevoy deyatel'nosti na Severnom Kavkaze* [The state and prospects of mudflow activity study in the Northern Caucasus]. *Trudy Vserossiyskoy konferentsii po selyam, g. Nalchik, 26–28 okt. 2005 g.* [Proc. of the All-Russian Conference on Mudflows, Nalchik, 26–28 Oct. 2005]. High-Mountains Geophysical Institute, Moscow, LKI Publ., pp. 130–137. (In Russian).
2. Shvarev S.V., Kharchenko S.V., Golosov V.N., Uspensky M.I., 2020. *Prichiny i*

posledstviya tekhnogennoy aktivizatsii seley v 2006–2019 gg. na vodosbore pritoka ruch'ya Sulimovskiy (rayon pos. Krasnaya Polyana, Zapadnyy Kavkaz) [Causes and consequences of mudflow technogenic activation in 2006–2019 in the catchment of the Sulimovsky stream tributary (Krasnaya Polyana region, Western Caucasus)]. *Georisk* [GeoRisk], vol. 14, no. 2, pp. 66–77, DOI: 10.25296/1997-8669-2020-14-2-66-76. (In Russian).

3. Chernomorets S.S., 2006. *Selevye issledovaniya v Rossii i stranakh byvshego Sovetskogo Soyuza: istoriya i perspektivy* [Debris flow research in Russia and former Soviet Union: history and perspectives]. *Izmeneniya prirodnoy sredy na rubezhe tysyacheletiy: trudy mezhdunarodnoy elektronnoy konferentsii* [Changes in the Natural Environment at the Turn of the Millennium: Proc. of the International Electronic Conference]. Tbilisi, Moscow, pp. 67–75, available: <http://www.cetm.narod.ru/pdf/chernomorets.pdf> [accessed 02.06.2021]. (In Russian).

4. Razumov V.V., Razumova N.V., 2016. *K probleme sozdaniya edinoy informatsionno-kartograficheskoy bazy dannykh opasnykh prirodnykh protsessov dlya territoriy federal'nykh okrugov Rossii* [To the problem of creating a unified information-cartographic database of hazardous natural processes for the territories of federal districts of Russia]. *Georisk* [GeoRisk], no. 2, pp. 24–29. (In Russian).

5. Safarov M.S., Fazylov A.R., 2020. *Primenenie sovremennykh tekhnologiy dstantsionnogo zondirovaniya dlya monitoringa seleopasnykh rayonov gornykh territoriy* [Application of modern remote sensing technologies for monitoring debris flow-prone areas in mountainous areas]. *Georisk* [GeoRisk], vol. 14, no. 2, pp. 32–41, DOI: 10.25296/1997-8669-2020-14-2-32-41. (In Russian).

6. Stupin V.P., Plastinin L.A., Olzoev B.N., 2020. *Vozmozhnosti materialov dstantsionnogo zondirovaniya kak informatsionnoy osnovy kartografirovaniya selevoy opasnosti Baykal'skoy gornoy oblasti* [Possibilities of remote sensing data as an information basis for debris flow hazard mapping in the Baikal Mountain Region]. *Georisk* [GeoRisk], vol. 14, no. 2, pp. 78–87, DOI: 10.25296/1997-8669-2020-14-2-78-87. (In Russian).

7. Matsyy S.I., Sukhlyayeva L.A., Lesnoy V.A., 2018. *Rekomendatsii po organizatsii monitoringa selevykh protsessov na avtomobil'nykh dorogakh (na primere uchastka dorogi ot Sulimovskogo ruch'ya do sela Esto-Sadok)* [Recommendations for organization of debris flow monitoring processes on highways (a case-study of a road section from the Sulimovsky stream to the Esto-Sadok village)]. *Georisk* [GeoRisk], vol. 12, no. 4, pp. 58–64. (In Russian).

8. Kherkhelidze I.I., 1972. *Nekotorye voprosy industrial'nogo protivoselevogo stroitel'stva* [Some issues of industrial anti-mudflow construction]. *Gidrologicheskie i gidrotekhnicheskie osnovy proektirovaniya protivoselevykh sooruzheniy. Trudy Zakavkazskogo NIGI* [Hydrological and Hydrotechnical Fundamentals of Designing Anti-Mudflow Structures. Proc. of the Transcaucasian NIGI]. Leningrad, Gidrometeoizdat, iss. 40(46), pp. 6–46. (In Russian).

9. Belov V.A., Ghetto O.N., 2020. *Sravnitel'nyy analiz organizatsionno-tekhnicheskikh mer po zashchite ot selevykh potokov* [Comparative analysis of organizational and technical measures to protect against mudflows]. *Melioratsiya kak drayver modernizatsii APK v usloviyakh izmeneniya klimata: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Reclamation as a Driver for the Modernization of Agro-Industrial Complex under Climate Change: Proc. of the International Scientific-Practical Conference]. Novocherkassk Land Reclamation Engineering Institute of Don State Agrarian University, Novocherkassk, Lik Publ., pp. 167–170. (In Russian).

10. *Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii deyatelnosti operativnykh shtabov likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy i operativnykh grupp territorial'nykh organov MCHS Rossii, mestnykh garnizonov pozharной okhrany* [Guidelines for Organizing the Activities of Operational Headquarters for Eliminating Emergency Situations and Operational Groups of Territorial Bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Local Fire Guard Garrisons]. Moscow, 2013, 56 p. (In Russian).

11. Ghetto O.N., 2020. *Obzor negativnykh sklonovykh protsessov* [Review of negative slope processes]. *Nauka i molodezh'. Vyp. 7. Innovatsii v sovremennom agropromyshlennom komplekse: sbornik nauchnykh trudov* [Science and Youth. Iss. 7. Innovations in Modern Agro-Industrial Complex: Collection of Scientific Articles]. Novocherkassk Land Reclamation Engineering Institute of Don State Agrarian University, Novocherkassk, pp. 42-45. (In Russian).
12. Tecca P.R., Genevois R., Scarso G.A., 2020. Statistical analysis of debris flows in the Cortina D'ampezzo Area (Eastern Dolomites, Italy). *GeoRisk*, no. 3, pp. 36-47, DOI: 10.25296/1997-8669-2020-14-3-36-46.
13. Bakarasova T.V., Zinevich Yu.N., Khazhanazarov E.K., 2018. *Proektirovaniye i stroitel'stvo selezashchitnykh sooruzheniy v Almaty i Almatinskoy oblasti za period s 2008 po 2018 god* [Design and construction of debris flow protection structures in Almaty and Almaty region in 2008-2018]. *Georisk* [GeoRisk], no. 4, pp. 38-47. (In Russian).
14. Sedykh R.V., 1969. *Opyt zashchity ot selevykh potokov v Avstrii* [Experience of mudflow protection in Austria]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydrotechnical Construction], no. 2, pp. 55-57. (In Russian).
15. Gavardashvili G.V., 2013. *Sovremennye meropriyatiya po bor'be s selyami i razrabotka metodologii dlya ikh proektirovaniya* [Modern anti-mudflows measures and development of their design methodology]. *Georisk* [GeoRisk], no. 2, pp. 24-29. (In Russian).
16. Yang Sh., Huang J., Liu J., Pan H., 2016. The preliminary study of the present situation of Hunshuigou debris flow prevention engineering and risk assessment. *Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zashchita: materialy IV Mezhdunar. konf.* [Debris Flows: Catastrophes, Risk, Forecast, Protection: Proc. of the IV International Conference]. Irkutsk, pp. 312-317.
17. Krivtsov A., Morozov M., 2014. *Seli i selezashchita* [Mudflows and mudflow protection]. *Inzhenernaya zashchita* [Engineering Protection], iss. 3, pp. 50-59. (In Russian).
18. Blagoveshchensky V., 2015. *Opyt zashchity ot seley v Kazakhstane* [Experience of mudflow protection in Kazakhstan]. *Inzhenernaya zashchita* [Engineering Protection], iss. 11, pp. 80-87. (In Russian).

Информация об авторах

О. Н. Гетто – аспирант;

В. А. Белов – доктор технических наук, профессор.

Information about the authors

O. N. Ghetto – Postgraduate Student;

V. A. Belov – Doctor of Technical Sciences, Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.05.2022; одобрена после рецензирования 11.07.2022; принята к публикации 12.07.2022.

The article was submitted 12.05.2022; approved after reviewing 11.07.2022; accepted for publication 12.07.2022.