

## 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология

Оригинальная статья

УДК 502/504:551.5:556

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-100-106

## ОЦЕНКА АКТУАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ КОМПОНЕНТОВ КОМПЛЕКСА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ТЫРНЫАУЗСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

**ШЕРХОВ АНДЗОР ХАМИДБИЕВИЧ**<sup>✉</sup>, канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией геоэкологического мониторинга

e-mail: fff.ddd.11@mail.ru

**ГЕРГОКОВА ЗАЙНА ЖАМАЛОВНА**, научный сотрудник лаборатории геоэкологического мониторинга, аспирант

zauna.gerg@mail.ru

Высокогорный геофизический институт; 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр-кт Ленина, 2, Россия

Анализируется мировая тенденция увеличения интенсивности масштабных аварий накопителей промышленных отходов горно-обогатительных и горнодобывающих предприятий различных стран. По данным актуальных (2021, 2022 гг.) наземных и аэровизуальных обследований гидротехнических сооружений (ГТС) хвостохранилища Тырныаузского горно-обогатительного комбината (ТГОК), проводится оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций катастрофического характера. Отдельно рассматриваются объекты комплекса ГТС хвостохранилища ТГОК, состояние которых на сегодняшний день вызывает наибольшие опасения, приводятся сведения о динамике изменений их параметров. Целью проведения данного исследования, помимо определения современной, текущей обстановки на отдельных элементах комплекса ГТС хвостохранилища, является выработка основных направлений проведения мероприятий по улучшению складывающейся ситуации. На основе анализа полученных результатов даются необходимые рекомендации.

**Ключевые слова:** экологическая катастрофа, гидротехническое сооружение, селевой режим, хвостохранилище, сейсмическая активность, токсичные отходы, тоннель

**Формат цитирования:** Шерхов А.Х., Гергокова З.Ж. Оценка актуального состояния некоторых компонентов комплекса гидротехнических сооружений хвостохранилища Тырныаузского горно-обогатительного комбината // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 100-106. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-100-106.

© Шерхов А.Х., Гергокова З.Ж., 2022

Original article

## ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF SOME COMPONENTS OF THE COMPLEX OF HYDRAULIC STRUCTURES OF THE TAILINGS POND OF THE TYRNYAUZ MINING AND PROCESSING PLANT

**SHERHOV ANDZOR KHAMIDBIEVICH**<sup>✉</sup>, candidate of sciences in physics and mathematics, head of the laboratory of the geoecological monitoring

fff.ddd.11@mail.ru

**GERGOKOVA ZAINA ZHAMALOVNA**, research associate of the laboratory geoeological monitoring, graduate student

zayna.gerg@mail.ru

*The paper analyzes the global trend towards increasing the intensity of large-scale accidents of industrial waste accumulators of mining and processing and mining enterprises of various countries. According to the actual (2021, 2022) ground and aerovisual surveys of hydraulic structures (HTS) of the tailings of the Tyrnyauz Mining and Processing Plant (TMPP), an assessment of the risks of catastrophic emergencies is being carried out. Separately, the objects of the HTS complex of the TMPP tailings dam are considered, the condition of which, to date, causes the greatest concern, information is provided on the dynamics of changes in their parameters. The purpose of this study, in addition to determining the current, current situation on individual elements of the tailings hydrotechnical system complex, is to develop the main directions for taking measures to improve the current situation. Based on the analysis of the obtained results, the necessary recommendations are given.*

**Keywords:** ecological disaster, hydraulic technical structure, mudflow regime, tailings dump, seismic activity, toxic waste, tunnel

**Format of citation:** Sherhov A.Kh., Gerkova Z.Zh. Assessment of the current state of some components of the complex of hydraulic structures of the tailings pond of the Tyrnyauz mining and processing plant // Prirodoobustrojstvo. – 2022. – № 4. – S. 100-106. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-100-106.

**Введение.** Проблема обеспечения безопасной эксплуатации и содержания хранилищ промышленных отходов горнодобывающих или горно-обогатительных предприятий в настоящее время является чрезвычайно острой во всем мире. Поскольку предметом хранения в них являются десятки миллионов тонн высокотоксичной мелкозернистой массы, казалось бы, даже незначительные отклонения от современных стандартов промышленной безопасности в плане надлежащего содержания всего комплекса гидротехнических сооружений грозят масштабной техногенной катастрофой с чудовищными последствиями.

Поскольку большинство хвостохранилищ расположено на горных склонах, как правило, в устьях рек второго порядка, подобные чрезвычайные происшествия чаще всего случаются вследствие размыва или разрушения каскада, удерживающего массы отходов, дамб обвалования с образованием селевых потоков колоссальной энергетической мощности и выносом катастрофических объемов вредоносного грунта. Триггером такого развития событий обычно служат непредвиденное количество осадков в прилегающем водосборном бассейне или сейсмическая активность. Однако первопричиной данных происшествий, несомненно, является попустительство в процессе строительства и эксплуатации или упущения в плане контроля за состоянием комплекса гидротехнических сооружений хвостохранилища.

Примерно с середины прошлого века и по настоящее время во всем мире наблюдается увеличение количества катастроф, связанных с хвостохранилищами. Отчетливо прослеживается тенденция роста интенсивности этого рода событий как в развитых государствах (Англия, США, Япония, Австрия, Канада и т.п.), так

и в странах третьего мира (Мьянме, Зимбабве, Гвиане и т.п.). Так, по данным [1] если за последние 60 лет произошло около 120 подобных аварий, на последние 20 лет пришлось 55 из них, из которых 8 случились в 2019 г.

Количество человеческих жертв в этих случаях зачастую достигает нескольких сотен. Ущерб, нанесенный инфраструктуре близлежащих населенных территорий, исчисляется миллиардами долларов, а экологический урон окружающей среде – миллионы кубометров токсичных отходов, которые разносятся на сотни километров водами прилегающих рек, сохраняется десятилетиями. Детальное аналитическое описание большинства из этих эпизодов приводится во многих источниках [1, 2]. Достаточно заметить, что некоторые из них входят в перечень крупнейших экологических катастроф мира (рис. 1).



**Рис. 1. Катастрофический прорыв дамбы хвостохранилища в Брумადинью, Бразилия, 25.01.2019 г.**

Фото Вашингтон Алвес (Reuters) [14]

**Fig. 1. Catastrophic breakthrough of the tailings dam in Brumadinho, Brazil, 25.01.2019**

Photo by Washington Alves (Reuters) [14]

На сегодняшний день в России насчитывается около 300 хвостохранилищ, из которых более 180 находятся в аварийном состоянии. В настоящий момент крупнейшее на Кавказе заброшенное хвостохранилище Тырнаузского горно-обогатительного комбината является едва ли не самым потенциально опасным объектом такого рода в стране.

Хвостохранилище Тырнаузского горно-обогатительного комбината представляет собой скопление в устье р. Гижгит (приток р. Баксан) осевшей твердой фазы хвостов – отходов обогащения руды – в виде мелкозернистой

грунтовой массы, содержащей в себе около 30 разновидностей химических соединений, в том числе высокотоксичных, удерживаемых плотиной из каскада насыпных грунтовых дамб. Объем намывных в период эксплуатации хвостохранилища с 1967 по 1997 гг. отходов составляет 118 млн м<sup>3</sup>. Перепад высот между нижним и верхним бьефами плотины равен 168 м, абсолютная высота верхнего гребня – 1245 м. Менее чем в километре, ниже по противоположному правому борту Баксанского ущелья, расположено сельское поселение Былым с площадью территории 131 км<sup>2</sup> и населением 2052 чел. (2020 г.) (рис. 2).



Рис. 2. Кабардино-Балкарская Республика, Россия. Участок нижнего течения р. Гижгит: 1 – пос. Былым; 2 – основная плотина Тырнаузского хвостохранилища; 3 – пляж намывных масс; 4 – водоем-отстойник; 5 – входной портал тоннеля 2; 6 – селевые отложения 2002 и 2014 гг.; 7 – входной портал тоннеля 3; 8 – выходной портал тоннеля 2 – устье р. Гижгит; 9 – р. Баксан; 10 – р. Гижгит между тоннелями 2 и 3; 11 – входной портал тоннеля 1 (затоплен); 12 – левобережный водоем [13] (космоснимок Google Earth)

Fig. 2. Kabardino-Balkarian Republic, Russia. A section of the downstream of the Gizhgit River: Satellite image (Google Earth): 1 – Bylym settlement; 2 – the main dam of the Tyrnauz tailings dam; 3 – beach of alluvial masses; 4 – sedimentation pond; 5 – entrance portal of tunnel 2; 6 – mudflow deposits of 2002 and 2014; 7 – entrance portal of tunnel 3; 8 – exit portal of tunnel 2 – mouth of the Gizhgit River; 9 – the Baksan River; 10 – the Gizhgit river between tunnels 2 and 3; 11 – entrance portal of tunnel 1 (flooded); 12 – left-bank reservoir [13]

Обследуемый объект имеет первый класс капитальности, что определяет степень ответственности сооружения как особую, авария на котором сопряжена с катастрофическими последствиями для населенных пунктов и предприятий, а также с отравлением, загрязнением водоемов и водостоков питьевого назначения.

**Материалы и методы исследований.** Материалы, представленные в статье, получены в результате аналитической проработки данных в ходе регулярно проводимых ФГБУ «ВГИ» комплексных обследований хвостохранилища Тырнаузского горно-обогатительного комбината, включающих в себя как наземные, так и аэровизуальные (при помощи вертолета и квадрокоптера) обследования гидротехнических сооружений хвостохранилища. Также были широко использованы разновременные космоснимки различных специализи-

рованных сервисов по территории исследуемого объекта.

**Результаты и их обсуждение.** К сожалению, результаты проведенных в 2021-2022 гг. исследований в полной мере подтверждают опасения, высказанные ранее в научных работах специалистами, проводившими здесь подобные изыскания [1-10].

Основной проблемой наряду с крайней степенью запущенности инфраструктуры в целом остается адаптация гидротехнических сооружений хвостохранилища к изменившимся природно-климатическим условиям. Так, на момент проектирования объекта институтом «Гипроникель» (г. Ленинград) и проводившихся им же в 1972 и 1989 гг. последующих обследований р. Гижгит (длина – 28,7 км, площадь водосбора – 158 км<sup>2</sup>), в створе русла которой было запроектировано сооружение, неоднократно

отмечается в отчетах как «...неселенная». Исходя из этого и рассчитывались соответствующие водоотводные конструкции. Однако глобальный тренд к потеплению и обводненности климата в корне меняет ситуацию, и в 2002, 2014 гг. в русле р. Гижгит сходят мощные паводки в селевом режиме [2], то есть на сегодняшний день р. Гижгит является селевым водотоком.

Данные обследований показывают наличие значительной массы селевых отложений 2002, 2014 гг. в русле реки выше входного портала водоотводного тоннеля № 2, а также отсутствие в русле каких-либо карчеудерживающих сооружений и сороудерживающей сетки на входном оголовке тоннеля. К тому же левая сторона бетонного водоприемника входного отверстия тоннеля обрушена. В случае развития негативного сценария оно мгновенно забьется карчами и грунтово-каменными массами. Проектное сечение тоннеля ( $2,6 \times 3$  м) рассчитано на пропуск  $65 \text{ м}^3/\text{с}$ , тогда как расход паводка в селевом режиме, имевшего место в 2002 г., превышал  $100 \text{ м}^3/\text{с}$  [2]. С учетом сложности обстановки и высокого уровня потенциальной опасности объекта расчетными, по оценкам ведущих специалистов, должны приниматься расходы  $P_{0,1\%} = 270 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $P_{0,01\%} = 430 \text{ м}^3/\text{с}$  [4, 7-15]. Перекрытие входного оголовка водоотводного тоннеля № 2 неминуемо приведет к переливу воды через отсечную плотину и выходу потока в основной пруд-отстойник хвостохранилища.

Внутреннее состояние водоотводного тоннеля № 2 также вызывает опасения. Подземная бетонная конструкция тоннеля общей протяженностью 3600 м уже более 30 лет не только не ремонтировалась, но и не подвергалась сколько-нибудь серьезной инспекции

соответствующих структур. По данным многочисленных предыдущих натуральных обследований [1-10], вероятность проседания или разрушения с завалом тоннеля чрезвычайно высока.

С прибытием паводка возможны перелив или разрушение отсечной плотины с выходом потока в водоем-отстойник ( $1-1,2 \text{ млн м}^3$ ). Поскольку водоотводные колодцы отстойника в настоящий момент не работают, повышение уровня воды в нем приведет к прорыву потока на пляж хвостохранилища, смыву хвостов и разрушению каскада основной плотины с образованием катастрофического селевого потока из токсичного материала складированных отходов [11]. Во избежание подобного развития событий в 2003 г. по проекту «Севкавгипроводхоза» было начато строительство открытого водоотводного канала справа от тела основной плотины, которое не было завершено.

Входной оголовок аварийного открытого водоотводного канала в настоящий момент не имеет явно выраженной конфигурации. Здесь, на выходе с пляжа водоема-отстойника, контуры сечения канала размывты и теряются в естественных формах рельефа, то есть поток может, минуя входной створ канала, выйти на поверхность пляжа отходов, размывая и переувлажняя складированную массу, и далее направиться к каскаду дамб, составляющих тело основной плотины, также с последующим их размывом и разрушением самой плотины. Такой вариант развития событий обусловлен, в том числе, отсутствием участка отсечной дамбы, построенной в 2003 г. для отвода воды в случае аварийного переполнения основного водоема-отстойника, справа, при выходе на пляж хвостохранилища, обеспечивающего основательное сопряжение дамбы и русла канала (рис. 3).



Рис. 3. Вид на верхний, входной створ аварийного открытого водоотводного канала хвостохранилища ТГОК:

- 1 – основной водоем отстойник; 2 – месторасположение входного створа канала;  
3 – отсечная дамба (фото А.Р. Акаева)

Fig. 3. View of the upper, entrance gate of the emergency open drainage canal of the TMPP tailings pond:  
1 – the main reservoir sedimentation pond; 2 – location of the entrance gate of the canal; 3 – shut-off dam. (Photo by Akaev A.R.)

В качестве превентивной меры с целью снижения риска негативного развития ситуации рекомендуется в данном случае удлинить отсечную дамбу до надежного ее примыкания к входному оголовку аварийного водоотводного канала.

Начало канала, около 300 м, пройдено в обвально-оползневых грунтах, что усугубило ситуацию образованием, после подрезки склона, оползневой массы в верхней части канала по его правому борту, перед автомобильной переправой. Рассчитанная по составленному по материалам обследований 2022 г. ортофотоплану, площадь оползневой массы, развитие которого отчетливо прослеживается на разновременных космоснимках, превышает 30000 м<sup>2</sup> (рис. 4).

Развивающимся оползнем уже завалена значительная часть объема русла канала на протяжении около 75 м. В дальнейшем при сходе оползня, которому могут способствовать как переувлажнение грунта в случае продолжительных или обильных осадков, так и минимальная сейсмическая активность, завал неизбежно перекроет сечение канала таким образом, что поток выйдет влево на правую оконечность каскада плотины. Это в свою очередь приведет к ее размыву в этом месте (рис. 5). Здесь требуются расчистка канала

и проведение противооползневых мероприятий на прилегающем склоне.



Рис. 4. Оползневой участок по правому борту открытого водоотводного канала, вытесняющий аварийный сброс потока на правую оконечность тела основной плотины, контуры оползня по состоянию на 2022 г. (фото А.Р. Акаева)

Fig. 4. Landslide section on the right board of the open drainage canal, displacing the emergency discharge of the flow to the right end of the body of the main dam, landslide contours as of 2022. (Photo by Akaev A.R.)

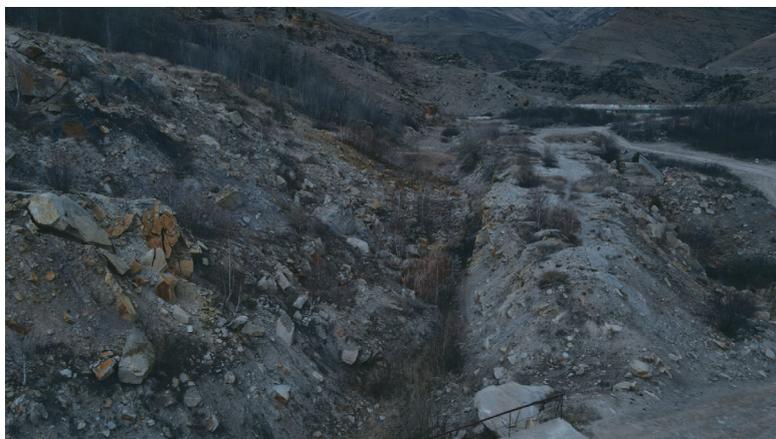


Рис. 5. Завал русла канала оползающим грунтом (фото А.Р. Акаева)

Fig. 5. Blockage of the canal bed with landslide soil (Photo by Akaev A.R.)

Помимо этого, на всем протяжении водоотводного канала его русло во многих местах частично завалено грунтом и осколочными материалами пород, а высота бортов существенно разнится на различных участках. Поскольку русло открытого аварийного водосброса проходит вплотную к правой оконечности основной плотины, такое положение чревато выходом потока с критическими значениями расходов из русла канала непосредственно на каскад дамб обвалования основной плотины и их

размывом с катастрофическими последствиями [12-15].

Во избежание размыва плотины отводимым потоком необходимы существенное повышение и укрепление левого борта канала, непосредственно прилегающего к телу плотины хвостохранилища, либо возведение дополнительного вала, укрепленного по современным технологиям строительства подобных ГТС, отделяющего русло канала от каскада дамб основной плотины.

Многочисленные следы высачивания фильтрационных вод в низовом откосе имеет и сам каскад основной плотины. Это свидетельствует о том, что дренажная система не работает, гидроизоляция отсутствует, а это способствует нарушению целостности поверхности основной плотины. Совокупность таких неблагоприятных фильтрационных и деформационных процессов ведет к понижению устойчивости основания плотины. Это вкуче с повышением сейсмической активности в районе расположения хвостохранилища определяет нынешнюю ситуацию как крайне опасную, то есть по своим параметрам и составу данное основное гидротехническое сооружение хвостохранилища в настоящий момент не соответствует современным стандартам безопасности сооружений подобного класса. Если при его проектировании расчетная сейсмическая активность принималась как 6-7 баллов с глубиной эпицентра до 10 км, то современные требования СП 14.13330.2018 предполагают в этом случае расчетное значение не менее 10 баллов при той же глубине.

### Выводы

Сложившаяся, под влиянием социально-экономических факторов, тяжелая ситуация на самом горно-обогатительном предприятии и его сателлитах во многом предопределила многие глубоко технические проблемы рассматриваемого объекта. Отсутствие у хвостохранилища собственника и/или профильной курирующей организации, а также комплексного плана по реконструкции его объектов и отлаженной системы постоянного мониторинга, обеспечиваемых поддержкой на государственном уровне, ведет к постоянному увеличению вероятности экологической катастрофы.

На сегодняшний день, ситуацию, сложившуюся на хвостохранилище Тырнаузского ГОК, следует оценивать как критическую в связи с значительным ухудшением параметров

и нынешним состоянием его гидротехнических сооружений. Сравнительный анализ данных, полученных в ходе обработки материалов обследований, со всей очевидностью показывает неуклонный рост рисков катастрофического развития событий. С учетом последствий бразильских событий 2015 года, когда паводок, насыщенный токсичными отходами, после прорыва плотины на хвостохранилище Фундан, вышел на 650 км к Атлантическому океану и отложил отходы на пляже, следует понимать, что последствия прорыва хвостохранилища Тырнаузского ГОК могут оказаться намного тяжелее. Разрушительный эффект паводочной волны будет существенно значительнее в силу намного более густой заселенности долины реки Баксан, а экологический ущерб губительно скажется на экосистемах рек Баксан и Терек вплоть до Каспийского моря.

В качестве необходимых мер, направленных на улучшение ситуации или предотвращение дальнейшего её ухудшения, следует рекомендовать:

- проведение полномасштабной инспекции всех основных элементов комплекса ГТС хвостохранилища Тырнаузского ГОК, в частности состояния водоотводного тоннеля № 2;
- проведение работ по обеспечению полноценного примыкания вала отсечной дамбы к входному створу аварийного открытого водоотводного канала хвостохранилища;
- расчистка аварийного открытого водоотводного канала и проведение противооползневых мероприятий на соответствующем участке;
- проведение работ по укреплению русла водоотводного канала, исключаящих негативное воздействие отводимого потока на тело основной плотины;
- мониторинг низового откоса каскада основной плотины с целью контроля неблагоприятных фильтрационных и деформационных процессов.

### Библиографический список

1. Хвостохранилища – объекты повышенной селевой опасности // Сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 6-й междунар. конф. (Душанбе–Хорог, Таджикистан). Т. 1. // Отв. ред. С.С. Черноморец, К.С. Висхаджиева. – Душанбе: ООО «Промоушн», 2020. – С. 25-38.
2. Запорожченко Э.В., Докукин М.Д. Об угрозе разрушения Тырнаузского хвостохранилища на р. Гижгит в Кабардино-Балкарской Республике. // Геориск. – 2019. – Том XIII, 1. – С. 72-85.
3. Запорожченко Э.В., Докукин М.Д. Хвостохранилища на р. Гижгит в Кабардино-Балкарской Республике (Россия) и его проблемы. IX International scientific and technical conference “Moderin problems of water management, environmental protection, architecture and construction”. – Tbilisi: Georgia, 2019. – pp 301-310.

### References

1. Dokukin M.D., Zaporozhchenko E.V., Znamensky D.V. Hvastohranilishcha – objekty povyshennoj selevoj opasnosti // Sb.: Selevye potoki: katastrofy, risk, prognoz, zaschita. Trudy 6-j Mezhdun. konf. (Dushanbe–Horog, Tajikistan). T. 1. / Otv. red. S.S. Chernomorets, K.S. Viskhadzieva. – Dushanbe: ООО «Promoushn», 2020. – S. 25-38.
2. Zaporozhchenko E.V., Dokukin M.D. Ob ugroze razrusheniya Tyrnauzskogo hvostohranilishcha na reke Gizhgit v Kabardino-Balkarskoj Respublike // Georisk. – 2019. – Tom XIII, № 1. – S. 72-85.
3. Zaporozhchenko E.V., Dokukin M.D. (2019b). Hvastohranilische na r. Gizhgit v Kabardino-Balkarskoj Respublike (Rossiya) i ego problemy. IX International scientific and technical conference “Moderin problems of water management, environmental protection, architecture and construction”. Tbilisi, Georgia: pp 301-310.

4. **Запорожченко Э.В., Докукин М.Д.** 2019. Тырныаузское хвостохранилище – объект повышенного экологического риска. Устойчивое развитие горных территорий Кавказа: коллективная монография. Т. II. – М.: РАН, 2019. – С. 224-237.

5. **Запорожченко Э.В.** Вглядываясь в прошедшее. – Пятигорск: РИА – КМВ, 2019. – С. 30-60.

6. **Запорожченко Э.В.** Река Гижгит – источник паводковой опасности для сооружений Тырныаузского горно-обогатительного комбината (ТГОК). Вопросы повышения эффективности строительства. Сборник трудов конф. Вып. 2. – Нальчик: 2004. – С. 159-169.

7. **Запорожченко Э.В.** Новые селевые опасности у г. Тырныауза. Устойчивое развитие горных территорий: проблемы и перспективы интеграции науки и образования, Мат-лы V Междун. конф. – Владикавказ, 2004. – С. 269-276.

8. **Запорожченко Э.В.** Северный Кавказ: селевые вызовы XXI века. Геориск. – 2014. – № 3. – С. 42-57.

9. **Запорожченко Э.В.** Тырныаузское хвостохранилище на р. Гижгит в Кабардино-Балкарской Республики: проблемы сохранности, устойчивости и экологической безопасности. Сб.: научных трудов. Вып. 21, – Нальчик: ОАО Севкавгипроводхоз, 2015. – С. 127-138.

10. **Гегиев К.А.** Экологические проблемы Тырныаузского хвостохранилища на реке Гижгит / Шерхов А.Х., Гергокова З.Ж., Анахаев К.К. // Вестник МГСУ. – 2018. – Том 13, Вып. 11. – С. 1386-1394. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2018.11.1386-1394>.

11. **Глотов В.Е.** 2010. Хвостохранилище Карамкенского горно-металлургического комбината: инженерно-геологические проблемы и причины аварийного разрушения / Глотова Л.П., Бульбан А.П., Митрофанов И.Д. // Вестник Дальневосточного отделения РАН. – 2010. – № 3. – С. 31-39.

12. **Докукин М.Д., Черноморец С.С., Сейнова И.Б.** О селях 2011 года на северном склоне Центрального Кавказа. – Геориск, – 2013. – № 2. – С. 30-40.

13. **Бортников Н.С., Богатиков О.А., Карамурзов Б.С.** Захороненные промышленные отходы Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината // Вестник Владикавказского научного центра. – 2013. – Том 13, № 1. – С. 41-53.

14. **Бортников Н.С., Богатиков О.А., Карамурзов Б.С.** Оценка воздействия захороненных промышленных отходов Тырныаузского комбината на почвенно-растительный слой Приэльбрусья // Вестник Владикавказского научного центра. – 2013. – Том 13, № 2. – С. 35-45.

15. **Бортников Н.С., Богатиков О.А., Карамурзов Б.С.** Результаты исследования воздействия захороненных промышленных отходов Тырныаузского вольфрамово-молибденового комбината на воду р. Баксан и ее притоков // Вестник Владикавказского научного центра. – 2013. – Том 13, № 3. – С. 22-30.

#### Критерии авторства

Шерхов А.Х., Гергокова З.Ж. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Шерхов А.Х., Гергокова З.Ж. имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Статья поступила в редакцию 30.07.2022

Одобрена после рецензирования 12.09.2022

Принята к публикации 19.09.2022

4. **Zaporozhchenko E.V., Dokukin M.D.** Tyrnyauzskoe hvostohranilische – objekt povyshennogo ekologicheskogo riska. Ustojchivoe razvitie gornyh territorij Kavkaza: kollektivnaya monografiya. Tom II. M.: RAN, 2019. – 224-237.

5. **Zaporozhchenko E.V.** (2019d). Vglyadyvayas v proshedshee. – Pyatigorsk, RIA – KMV. – 212 s.

6. **Zaporozhchenko E.V.** 2004. Reka Gizhgit – istochnik pavodkovo opasnosti dlya sooruzhenij Tyrnyauzskogo gorno-obogatitel'nogo kombinata (TGOK). Voprosy povysheniya effektivnosti stroitelstva. Sb. trudov konferentsii. Vyp. 2. – Nalchik: 2004. – S. 159-169.

7. **Zaporozhchenko E.V.** Novye selevye opasnosti u g. Tyrnyauza. Ustojchivoe razvitie gornyh territorij: Problemy i perspektivy integrtsii nauki i obrazovaniya. Mat-ly V Mezhdun. konf. – Vladikavkaz: 2004. – S. 269-276.

8. **Zaporozhchenko E.V.** Severny Kavkaz: selevye vyzovy XXI veka // Georisk. – 2014. – № 3. – S. 42-57.

9. **Zaporozhchenko E.V.** 2015. Tyrnyauzskoe hvostohranilische na r. Gizhgit v Kabardino-Balkarskoj Respublike: problemy sohrannosti, ustojchivosti i ekologicheskoy bezopasnosti. Sb. nauchnyh trudov. Vyp. 21, – Pyatigorsk: ОАО "Sevkavgiprovodhoz", 2015. – S. 127-138.

10. **Gegiev K.A.** 2018. Ekologicheskie problemy Tyrnyauzskogo hvostohranilisha na reke Gizhgit / Sherhov A.Kh., Gergokova Z.Zh., Anahaev K.K. Vestnil MGSU. – 2018. – Tom 13, Vyp. 1. – S. 1386-1394, <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2018.11.1386-1394>.

11. **Glotov V.E.** Hvostohranilische Karamkenskogo gorno-metallurgicheskogo kombinata: inzhenerno-geologicheskoe problemy i prichiny avarijnogo razrusheniya / Glotova L.P., Bulban A.P., Mitrofanov I.D. // Vestnik Dalnevostochnogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk. – 2010. – № 3. – S. 31-39.

12. O selyah 2011 goda na severnom sklone Tsentralnogo Kavkaza / Dokukin M.D., Chernomorets S.S., Sejnova I.B. // Georisk. – 2013. – № 2. – S. 30-40.

13. Zahoronennye promyshlennye othody Tyrnyauzskogo volframovo-molibdenovogo kombinata / Bortnikov N.S., Bogatikov O.A., Karamurзов B.S. i dr. // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra. – 2013. – Tom 13. № 1. – S. 41-53.

14. Otsenka vozdeystviya zahoronennyh promyshlennyh othodov Tyrnyauzskogo kombinata na pochvenno-rastitelnyj sloj Prielbrusya / Bortnikov N.S., Bogatikov O.A., Karamurзов B.S. i dr. // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra. – 2013. – Tom 13. № 2. – S. 35-45.

15. Rezultaty issledovaniya vozdeystviya zahoronennyh promyshlennyh othodov Tyrnyauzskogo volframovo-molibdenovogo kombinata na vodu r. Baksan i ee pritokov / Bortnikov N.S., Bogatikov O.A., Karamurзов B.S. i dr. // Vestnik Vladikavkazskogo nauchnogo tsentra. – 2013. – Tom 13. № 3. – S. 22-30.

#### Criteria of authorship

Sherhov A.Kh., Gerkova Z.Zh. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Sherhov A.Kh., Gerkova Z.Zh. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

#### Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 30.07.2022

Approved after reviewing 12.09.2022

Accepted for publication 19.09.2022