

Евразийский Союз Ученых. Серия: междисциплинарный

Ежемесячный научный журнал

№ 04 (112)/2024 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

• **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

• **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

• **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

• **Карпенко Юрий Дмитриевич**

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

• **Ильясов Олег Рашитович**

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

• **Глазунов Николай Геннадьевич**

AuthorID: 297931

Самарский государственный социально-педагогический университет, кафедра философии, истории и теории мировой культуры (Москва), кандидат философских наук

• **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Дылева Т.Г., Горбунова О.В.

ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ И МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ЕГО НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В АЭРОПОРТАХ..... 4

Лолаев А.Б.¹, Бадоев А.С., Петров Ю.С., Оганесян А.Х., Дзебоев С.О., Мирзоев Г.Г.

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАМЫВНЫХ МАССИВОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ... 7

НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

УДК 534.836

ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ И МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ЕГО НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В АЭРОПОРТАХ

Дылева Татьяна Геннадьевна

магистр

Горбунова Ольга Владимировна

к-т биологических наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

THE IMPACT OF NOISE ON HUMAN HEALTH AND MEASURES TO REDUCE ITS NEGATIVE IMPACT AT AIRPORTS

Tatiana Dyleva Gennadijevna

Master

Olga Gorbunova Vladimirovna

PhD of Biological Sciences, Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

В статье исследуется влияние шума на здоровье людей в аэропортах и предлагаются меры для снижения его негативного воздействия. Шум в аэропортах является одним из основных источников шумового загрязнения в близлежащих жилых и рабочих районах. Он может привести к различным психологическим и физиологическим проблемам, таким как появление сонливости, ухудшение качества сна, повышение уровня стресса и возникновение проблем со здоровьем, включая сердечно-сосудистые заболевания и проблемы с психическим здоровьем.

This article explores the impact of noise on human health in airports and proposes measures to reduce its negative effects. Noise in airports is a major source of noise pollution in nearby residential and working areas. It can lead to various psychological and physiological problems, such as decreased alertness, deterioration in sleep quality, increased stress levels, and the development of health issues, including cardiovascular diseases and mental health problems.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, здоровье, воздействие на людей, аэропорты, меры по снижению.

Keywords: noise pollution, health, impact on people, airports, mitigation measures.

Проблема шумового загрязнения не была столь актуальна как в нынешнее время. С развитием транспортного средства, и в особенности воздушных судов и аэропортов, рос и коэффициент шума, который стал частью современной жизни [1-5]. Такое воздействие на физическое и ментальное здоровье человека, провоцирует низкое качество сна, что вызывает стресс, повышенную агрессию, рассеянную концентрацию на решении задач, и это не говоря, о серьезных заболеваниях, таких как истощению клеток головного мозга, снижению иммунитета, и сердечным проблем, которые могут привести к летальному исходу [6]. В данной статье мы рассмотрим влияние шума на здоровье людей и предложим меры по снижению его негативного воздействия в аэропортах.

При возведении новых аэропортов, следует учитывать уровень шума всего процесса работы предприятия. Но самой шумной частью является взлет и приземление воздушного судна, особенно если аэропорт с большой интенсивностью полетов самолетов находится вблизи к населенному пункту, таких как мегаполисы или регионы с высокой плотностью населения, где уровень шума тоже является проблемой [7].

Шум производится совокупностью шума силовых агрегатов (двигателей) самолета, в момент взлета и приземления, и шума аэродинамики сопротивления воздуха. Тогда само строительство аэропорта ставится под сомнение, и может быть не реализовано (рис. 1).



Рисунок 1. Низкий полет над жилыми зданиями

Как говорилось ранее, шум отрицательно влияет как на психическое здоровье, так и на организм человека. Но стоит отметить основное негативное влияние на субъект воздействия шумового загрязнения, последствиями которого может стать развитие неустойчивости эмоционального состояния, ухудшения способности мышления и памяти, развитие шумовой болезни и панических атак.

Постоянное подверженность высокому уровню шума может вызывать стресс, тревогу и депрессию у людей. Это может привести к плохому самочувствию, ухудшению психического здоровья и даже развитию серьезных психосоматических заболеваний.

Шум может нарушать качество сна, что в свою очередь влияет на общее физическое и психологическое состояние человека. Недостаток сна связан с ухудшением иммунной системы, повышенным риском развития сердечно-

сосудистых заболеваний, проблемами с концентрацией и памятью [8].

Высокий уровень шума может привести к повышению артериального давления, ухудшению слуха, проблемам со зрением, головным болям и даже когнитивным нарушениям. Длительное воздействие шума может быть связано с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, таких как инфаркт и инсульт.

В 1969 г. по инициативе международной организации гражданской авиации состоялась всемирная конференция по проблемам шума в районах аэропортов. И в 1971 г. по результатам конференции было разработано Приложение 16 Конвенции о международной гражданской авиации «Охрана окружающей среды». Первая и вторая части данного Приложения посвящены вопросам авиационного шума и эмиссии авиационных двигателей (рис. 2).



Рисунок 2. Логотип международной организации гражданской авиации

На основании данного Приложения и исследований, направленных на решении проблемы шумового загрязнения, разработаны методы борьбы с авиационным шумом.

Внедрение современных технологий шумоподавления, таких как звукопоглощающие материалы и шумопоглощающие экраны, может значительно снизить уровень шума вокруг аэропортов. Эти технологии могут быть применены на старте и посадке самолетов, на авиационных маршрутах и вокруг жилых районов, что поможет защитить здоровье и благополучие окружающих людей.

Вторым способом решения проблемы стала оптимизация авиационных процедур. Изменение или оптимизация авиационных процедур, таких как маршруты полетов и высоты полета, может помочь снизить уровень шума, особенно вблизи населенных пунктов. Это требует сотрудничества между аэропортами, авиакомпаниями и контролем воздушного движения для разработки эффективных и экологически-ориентированных решений [9-11].

Звукоизоляция зданий является третьим методом. Проведение звукоизоляционных работ в жилых и общественных зданиях вблизи аэропортов может существенно уменьшить проникновение шума внутрь помещений. Это может включать в себя установку специальных окон, дверей и изоляционных материалов, которые помогут создать более тихую и комфортную среду для проживания и работы.

Следующим способом считается регулирование операций в ночное время: Введение ограничений на операции в ночное время или введение более строгих шумовых норм в это время может помочь снизить негативное воздействие шума на сон и отдых людей. Это может быть особенно важно для жилых районов, расположенных вблизи аэропортов.

Проведение информационных кампаний и образовательных программ для местного населения о влиянии шума на здоровье и доступных мерах по его снижению может помочь повысить осведомленность и поддержку общественности в решении этой проблемы.

Высокий уровень шума в аэропортах оказывает негативное воздействие на здоровье людей. Однако с помощью технических решений, оптимизации авиационных процедур, звукоизоляции зданий, регулирования операций в ночное время и образования общественности, можно снизить негативное воздействие шума и создать более комфортную и здоровую среду вокруг аэропортов. Необходимо стремиться к балансу между развитием авиационной индустрии и защитой здоровья людей. [12-14].

Подводя итог, отметим, что различные исследования показывают, что длительное воздействие высокого уровня шума может вызывать стресс, снижение качества сна, проблемы со слухом, а также повышение риска сердечно-сосудистых заболеваний. Снижение негативного

воздействия шума вокруг аэропортов возможно благодаря применению технических решений, оптимизации авиационных процедур, звукоизоляции зданий, регулированию операций в ночное время и образовательной деятельности. Необходимо стремиться к достижению баланса между развитием авиационной индустрии и защитой здоровья людей, чтобы создать комфортную и безопасную среду для всех.

Литература

1.Бахарева А.А., Смирнова Е.Э. Анализ внедрения культуры безопасности в РФ и странах ЕЭС // Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР). Материалы Молодежной программы 26-ой Международной специализированной выставки и Форума. – М.: Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты, 2023. – С. 129–132.

2.Смирнова Е.Э., Ларин Д.В. Методологические проблемы экологической безопасности в строительстве и городском хозяйстве // Обращение с отходами: современное состояние и перспективы. Сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Уфа, УГНТУ, 2020. – С. 284–290.

3.Проблема шума в аэропортах. Теория Авиации. URL: <https://dzen.ru/a/XyqNMRxgnD9uyfPc> (дата обращения: 21.10.2023).

4.Зубова Н.А., Смирнова Е.Э. Совершенствование безопасных условий труда в рамках рискориентированного подхода регуляторной гильотины // Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР). Материалы Молодежной программы 26-ой Международной специализированной выставки и Форума. – М.: Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты, 2023. – С. 164–167.

5.Смирнова Е.Э., Бахарева А.А. О наиболее продуктивных методиках в сфере изучения культуры безопасности //Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности. Материалы IX Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей. – Волгоград: ВГТИ, 2022. – С. 224–228.

6.Семенов Р.Р., Бабуринов А.А., Миронова В.А., Чижевская М.В. Влияние авиационного шума на человека // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2014. Т. 1. № 10. – С 238–239.

7.Цыплухина Ю.В., Манченко Е.В. Воздействие авиационного шума на здоровье населения // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: в 2-х ч. Сборник статей по материалам всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 28-29 апр. 2016 г.; [редкол.: пред. Ю.Н. Зенин и др.]. –

Воронеж, Воронежский ин-т ГПС МЧС России, 2016. – Вып. 7. № 1. – Ч. 1. – С. 356–360.

8. Сазонов Э.В., Сухорукова И.А. Оценка шумового загрязнения территорий поселений, находящихся в зоне влияния аэродромов // Вестник МГСУ. – 2012. – № 2. – С. 130–134.

9. Развейкин С.В., Столбун Б.М. и др. Изучение влияния интенсивного авиационного шума на сердечно-сосудистую систему человека. Гигиена и санитария. 1980; (5): 12–4.

10. Карагодина И.Л. и др. Изучение влияния звукового и инфразвукового воздействия полетов самолетов на организм человека в природных условиях. В кн.: Сборник научных трудов МНИИГ им. Ф.Ф.Эрисмана. М.; 1978.

11. Смирнова Е.Э., Соломатин И.А. Культура безопасности как экологический средообразующий фактор для обеспечения безопасной жизнедеятельности населения // Безопасность в строительстве. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – СПб.: СПбГАСУ, 2023. – С. 337–342.

12. Смирнова Е.Э., Бахарева А.А. Повышение культуры безопасности в РФ и странах ЕЭС: аспекты и проблемы // Безопасность – 2021. Материалы XXVI Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск: ИРНТУ, 2021. – С. 58–60.

13. Смирнова Е.Э. Экология и экономика природопользования. – СПб.: Деметра, 2005. – 112 с. EDN: DKCZEZ

14. ГОСТ 22283–2014. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения. М.: Стандартиформ, 2015.

15. ГОСТ Р 12.4.212–99 (ИСО 48692–94). Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Противошумы. Оценка результирующего значения А-корректированных уровней звукового давления при использовании средств индивидуальной защиты от шума. – Введ. 01.01.2002. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2000. – 11 с.

16. Измеров Н.Ф. Человек и шум / Н.Ф. Измеров, Г.А. Суворов, Л.В. Прокопенко. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2001. – 384 с.

17. Бобылев О.В. Воздействие авиационного шума на здоровье населения в условиях комплексного техногенного загрязнения среды обитания: диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени к.м.н. – М., 1997. – 78 с.

18. Фокин М.В. Оценка риска для здоровья населения от воздействия авиационного шума // Гигиена и санитария. – 2009. – № 5. – С. 29–32.

19. Почекаева Е.И. Влияние аэропортов на здоровье населения // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2008. – № 2. – С. 54–56.

20. Солдатов С.К. Человек и авиационный шум / С.К. Солдатов, В.Н. Зинкин, А.В. Богомолов, Ю.А. Кукушкин. – М.: Новые технологии, 2012. – 24 с.

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАМЫВНЫХ МАССИВОВ ХВОСТОХРАНИЛИЩ

*Лолаев А.Б.^{1,2}, Бадоев А.С.¹, Петров Ю.С.³,
Оганесян А.Х.¹, Дзедоев С.О.¹, Мирзоев Г.Г.²*

¹Владикавказский научный центр РАН, Пригородный район,
с. Михайловское, Россия.

²Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова,
г. Владикавказ, Россия;

³Северо-Кавказский горн. металлургический институт
(государственный технологический университет),
г. Владикавказ, Россия

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2024.7.112.2044

АННОТАЦИЯ

Статья рассматривает необходимость перехода к новой стратегии оценки и прогнозирования устойчивости ограждающих дамб на хвостохранилищах. В работе проведен анализ аварий на хвостохранилищах и рассмотрены различные методы, которые использовались разными авторами. Неоднородность данных и методов требует единого методологического подхода для интерпретации результатов. Объектом исследования является Унальское хвостохранилище, расположенное в Республике Северной Осетия-Алания, проведены расчеты опасности техногенных массивов. Важным шагом для обеспечения безопасности хвостохранилищ и предотвращения загрязнения окружающей среды является стандартизация методов и создание единого банка данных для дальнейшего улучшения качества и обработки полученных результатов. Статья представляет метод оценки опасности хвостохранилищ - Индекс опасности хвостохранилища (ИОХ) и Индекс Риска Хвостохранилища (ИРХ). Методы помогают выявить наиболее рискованные объекты и спланировать меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций. Также отмечается необходимость дальнейшей работы над разработкой единого методологического подхода к изучению свойств хвостов для повышения точности и достоверности данных, а также безопасности эксплуатации хвостохранилищ.

Ключевые слова: Хвостохранилище, экологическая безопасность, окружающая среда, Индекс Опасности Хвостохранилища, Индекс Риска Хвостохранилища

Введение

Согласно государственному докладу Министерства природных ресурсов и экологии РФ [Доклад Минприроды, 2022], в настоящее время наибольший объем образования отходов производства приходится на добычу полезных ископаемых. Примерно 90% продукта идет в отходы, формируя 7.257 млрд. тонн отходов. Это увеличивает загрязнение окружающей среды и повышает экологические риски. Аварии на хвостохранилищах вызывают серьезные последствия для здоровья человека и природы, требуя значительных экономических затрат. Всего за последние 60 лет было зарегистрировано 323 несчастных случая, с тенденцией снижения числа аварий после 1990 года.

За последнее десятилетие количество аварий вернулось к уровню 1970-х годов, в 2019 году произошло 7 аварий на хвостохранилищах, с двумя крупными с большим количеством жертв. Тенденция аварий растет, поэтому необходимо принимать меры, чтобы избежать большего количества.

Современные методы наблюдения и визуальная запись широко распространены, но исторические данные могут быть неточными. За последние 60 лет на хвостохранилищах произошло 2599 смертей. Количество потерь человеческих жизней за последние 20 лет значительно увеличилось. В результате 13 аварий за последние 10 лет погибло 480 человек. В 2019 году 327 человек погибли или пропали без вести из-за двух аварий. [Винкельман-Оэй, Ридль и др., 2023 г.].

Если посмотреть на последние 60 лет, то в результате 323 аварий хвостохранилищ было сброшено в общей сложности почти 250 миллионов м³ хвостов. За последние 10 лет количество сброшенных отходов значительно увеличилось, 58 разрушенных дамб хвостохранилищ привело к выбросу более 100 миллионов м³ хвостов в окружающую среду [Винкельман-Оэй, Ридль и др., 2023 г.].

В России функционирует около 26 тысяч гидротехнических сооружений, 30% из них безопасны, а более 10% бесхозные. Кроме дамб и водохранилищ, к гидротехническим сооружениям относятся шламонакопители и хвостохранилища. Общий объем промышленных отходов, хранящихся в российских шламонакопителях, составляет около 8 млрд кубометров. Горно-металлургический комплекс играет определяющую роль в формировании общего объема мировых минеральных отходов, из которых на Россию приходится 7 млрд тонн (38-40%). Накопление отходов создает реальные экологические угрозы, особенно в регионах с развитой горнорудной промышленностью. Промышленная и экологическая безопасность тесно связана с состоянием гидротехнических сооружений,

которые требуют постоянного наблюдения и обслуживания. Строительство ограждающих дамб и контроль за фильтрацией технических вод являются ключевыми требованиями к созданию хранилищ отходов. Оптимизация природоохранной деятельности и снижение экологических последствий строительства и эксплуатации техногенных месторождений становятся все более актуальными.

Анализ аварий на хвостохранилищах явно показывает необходимость перехода к новой стратегии более точной оценки и прогноза устойчивости ограждающих дамб. Различные попытки унификации методов, такие как управление рисками [Лолаев и др., 2018], использование теории нечетких множеств [Lolaev et al., 2020, Lolaev et al., 2023], и расчет устойчивости с помощью программы UniFos [Lolaev et al., 2020], уже были предприняты.

В то же время, данные экспериментов разных авторов обладают существенной неоднородностью, как самих показателей, так и уровней их ошибок. Это приводит к неоднозначности интерпретации указанных результатов применительно к задачам практики. Объясняется это отсутствием единого методологического подхода к постановке экспериментов и описанию их результатов.

Для обеспечения экологической безопасности хвостохранилищ и предотвращения загрязнения окружающей среды, минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций и обеспечению безопасного обращения с отходами необходим комплексный подход, включающий изучение физико-механических свойств хвостов не только на макро-, но и на микроуровне, что должно привести к качественно новому пониманию процессов, происходящих в массиве грунта, разработку эффективных мер по предотвращению загрязнения окружающей среды и минимизации рисков аварийных ситуаций. Стандартизация методов и описание результатов экспериментов от различных авторов позволит создать единый банк данных и повысить качество и обработку полученных результатов в будущем.

Объект исследования

На территории Северного Кавказа расположены хранилища промышленных отходов обогатительных фабрик Садонского (Pb, Zn, Cd, Ag), Фиагдонского (Pb, Zn, Cd), Тырныаузского (W, Mo, Sb, Bi), Урупского (Cu, As, Pb, Zn) и Лермонтовского (U, V) горно-обогатительных комбинатов.

Пилотными исследованиями на хвостохранилищах Садонского свинцово-цинкового комбината (ССЦК) установлены:

• **резко-повышенные концентрации** тяжелых и экологически опасных металлов; в водах р. Ардон, в долине которого расположены рудные месторождения;

• значительная степень техногенных загрязнений почв сельхозугодий, природных пастбищ с превышением норм предельно допустимых концентрации (ПДК) по ряду элементов в 10 и более раз.

Унальское хвостохранилище Мизурской обогатительной фабрики (МОФ), входящей в состав ССЦК площадью около 60 000 м² и высотой насыпной дамбы до 30 м, находится в долине р. Ардон в 700 м в густонаселенном районе севернее сел. Унал и напротив сел. Зинцар.

По гребню дамбы проложен пульпопровод для слива пульпы в хвостохранилище. Хвостохранилище является уникальным комплексным техногенным месторождением металлического и неметаллического сырья. На сегодняшний день в хвостохранилище захоронено 2,6 млн. тонн промышленных отходов.

Приблизительно оцененные суммарные запасы металлов составляют: Pb - 5450 тонн, Zn - 8320 тонн, Cu - 2600 тонн, Ti - 4680 тонн, Fe - 161 тыс. тонн, Mn - 4160 тонн, Ag - первые десятки тонн. Имеются значительные запасы и других элементов, часть которых являются элементами-токсикантами.

Унальское хвостохранилище расположено в сейсмо- и селеопасном районе [Гурбанов, Лолаев А. и др., 2019 г.], где и в настоящее время фиксируются слабые тектонические подвижки. Следовательно, в случае возникновения природных катастрофических событий (селевой поток, наводнение, землетрясение с М 6-7), защитные дамбы Унальского хвостохранилища могут быть разрушены и вниз по долинам рек Ардон, пойдут техногенные сели, сметая и загрязняя тяжелыми металлами и токсичными элементами все на своем пути. А это уже будут природно-техногенные катастрофы регионального масштаба.

Методология исследования

Для оценки опасности хвостохранилищ можно использовать индекс опасности хвостохранилища (ИОХ) [Винкельман-Оэй, Ридль и др., 2023 г.]. Этот индекс позволяет быстро выявить хвостохранилища с наибольшим потенциалом опасности, что помогает определить

необходимость дополнительных мер безопасности. Рекомендуется применять этот индекс для ранжирования хвостохранилищ на региональном, национальном и международном уровнях. Методология предлагает индексную оценку опасности хвостохранилищ, что позволяет определить приоритеты и использовать ограниченные ресурсы эффективно. Критерии, лежащие в основе ИОХ, разработаны в сотрудничестве с международными экспертами и усовершенствованы на основе прошлых аварийных ситуаций. Индекс также полезен для графического картирования хвостохранилищ в различных странах или международных регионах, таких как ЕЭК ООН или речные бассейны.

В метод индекса опасности хвостохранилищ (ИОХ) входит:

- объем хвостохранилища;
- токсичность хвостовых материалов;
- статус управления хвостохранилищем;
- природные условия;
- безопасность дамбы;

Согласно указанным выше параметрам, процедура расчета ИОХ включает пять шагов. В случае, если значения некоторых параметров недоступны или невозможно идентифицировать, необходимо использовать максимальные значения (наихудший сценарий). Таким образом, ожидается, что опасность, связанная с недоступным параметром хвостохранилища (например, токсичностью), будет самой высокой [Винкельман-Оэй, Ридль и др., 2023 г.].

Токсичность ИОХ_{Токс} - оценивается на основе класса опасности для воды (WHC) материалов в хвостохранилищах [Винкельман-Оэй, Ридль и др., 2023 г.]. Чтобы комплексно оценить токсичность важно иметь параметр, отражающий все потенциальные угрозы водной экосистеме в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Метод WHC считается проверенной методологией в мире, который объединил все потенциальные угрозы для водных экосистем.

Но также в качестве альтернативы можно самостоятельно определить степень токсичности по классификации ООН (Таблица 1):

Таблица 1

Классы опасности ИОХ_{Токс}

Класс опасности	ИОХ _{Токс}
Не опасно	0
Низкий уровень опасности	1
Средний уровень опасности	2
Высокий уровень опасности	3

«Управление хвостохранилищем» (ИОХ_{Управ}) – статус хвостохранилища, который оценивается с Таблицы 2.

Таблица 2

Статусы хвостохранилища ИОХ _{Управ}	
Статус хвостохранилища	ИОХ _{Управ}
Рекультивированное	0
Закрытое	1
Законсервированное	2
Заброшенное/бесхозное	3
Активное	3

«Природные условия» (ИОХ_{Природ}) – относятся к экологическим рискам, которые часто связаны с авариями хвостохранилищ. В частности, землетрясения, проливные дожди и наводнения.

«Безопасность дамбы» (ИОХ_{Дамба}) – фактор прочности откосов насыпных дамб.

ИОХ рассчитывается по следующей формуле с учетом всех остальных параметров:

$$\text{ИОХ} = \text{ИОХ}_{\text{Емк}} + \text{ИОХ}_{\text{Токс}} + \text{ИОХ}_{\text{Управ}} + \text{ИОХ}_{\text{Природ}} + \text{ИОХ}_{\text{Дамба}}$$

Результаты и обсуждение

Расчёт Индекса опасности Унальского хвостохранилища (ИОХ) (Таблица 3).

Таблица 3

Общие сведения Унальского хвостохранилища	
Общие сведения	Значение
Широта и долгота участка	42.869004 44.151744
Объем хвостохранилища (млн м ³)	2.6
Статус управления	Законсервированное
Расположение в зоне, подверженной сейсмоопасности	Да

1-й шаг: Вместимость хвостохранилища

$$\text{ИОХ}_{\text{Емк}} = \text{Log}_{10} [2600000] = 6.4$$

2-й шаг: Токсичность

$$\text{ИОХ}_{\text{Токс}} = 2$$

3-й шаг: Управление условиями:

Так как, хвостохранилище является законсервированным ИОХ_{Управ} = 2

4-й шаг: Природные условия

Хвостохранилище находится в сейсмической зоне - HQ-500, и эталонный PGA превышает 0,1 м²/с, поэтому:

$$\text{ИОХ}_{\text{Прир}} = \text{ИОХ}_{\text{сейсм}} + \text{ИОХ}_{\text{навод}} = 1+1=2$$

5-й шаг: Дамба

$$\text{ИОХ}_{\text{Дамба}} = 1$$

6-й шаг: Общий ИОХ

$$\text{ИОХ} = \text{ИОХ}_{\text{Емк}} + \text{ИОХ}_{\text{Токс}} + \text{ИОХ}_{\text{Управ}} + \text{ИОХ}_{\text{Прир}} + \text{ИОХ}_{\text{Дамба}} = 6,4+2+2+2+1=13,4$$

Был также определен уровень риска аварий на хвостохранилище методом ИРХ [Винкельман-Оэй, Ридль и др., 2023 г.]. Оценка ИРХ (Индекс риска хвостохранилища) учитывает общий потенциал опасности, а также население и водоемы ниже по течению как потенциальные реципиенты, подверженные риску в случае аварии.

Согласно методике [Методология повышения безопасности хвостохранилищ, 2018 г.] Индекс Опасности Хвостохранилища (ИОХ) может принимать минимальное значение – 0, максимальное – 17.

Для более точной оценки текущего состояния и уровня опасности конкретного хвостохранилища была разработана градация, условно разделяющая хвостохранилища на четыре категории в зависимости от рассчитанного значения ИОХ (Таблица 4).

Таблица 4

Уровни опасности хвостохранилища		
Уровень опасности		Диапазон
Безопасные	I	От 0 До 4 включ.
Повышенной опасности	II	От 4 До 8 включ.
Опасные	III	От 8 До 13 включ.
Критические	IV	От 13 До 17 включ.

По формуле определения ИОХ был рассчитан уровень опасности Унальского хвостохранилища (рисунок 1).

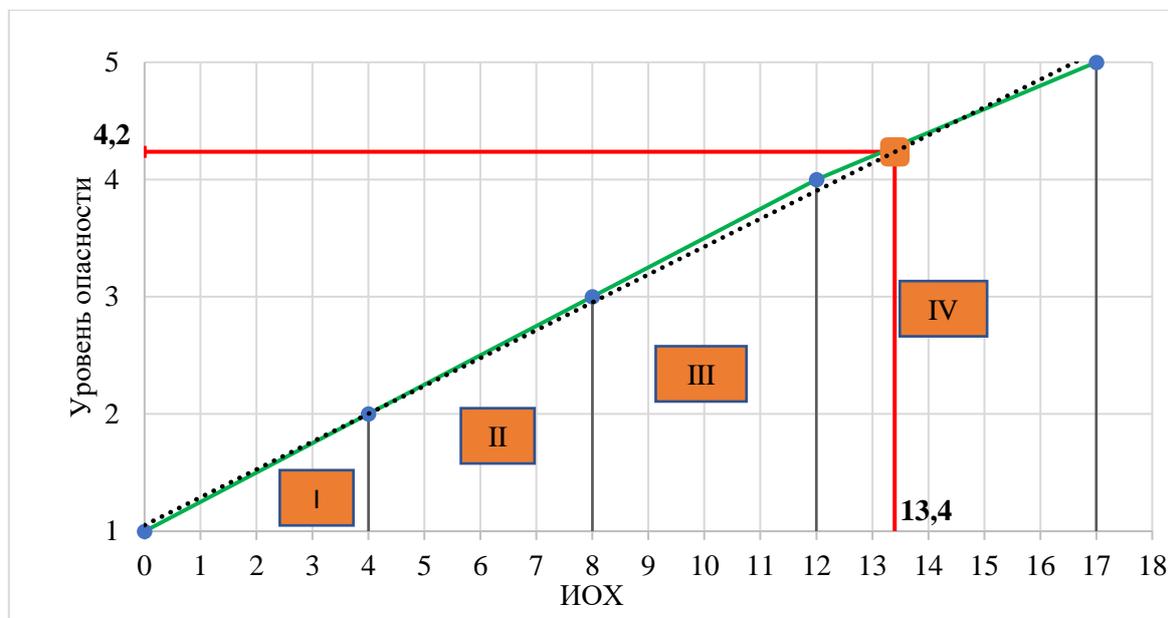


Рисунок 1 Уровень опасности Унальского хвостохранилища

Это позволяет оперативно выделить наиболее критические объекты и предпринять необходимые меры по повышению их безопасности, а также оптимизировать процессы управления и обслуживания хвостохранилищ для снижения потенциальных рисков.

Вышеизложенный расчет показывает, что Унальское хвостохранилище входит в IV (Таблица 4) уровень опасности и является критическим объектом.

Метод ИРХ сначала оценивает потенциальное прямое воздействие на население и окружающую среду путем расчета значений индекса воздействия хвостохранилища (ИВХ) для обоих рецепиентов. Затем ИВХ объединяется с ИОХ, в результате чего получается ИРХ.

Шаг 1-й Влияние на население:

Так как население вниз по течению до 10 км от хвостохранилища примерно составляет 228 человек (с. Нижний Унал, с. Зинцар, с. Биз), то $ИВХ_{нпр} = 3$.

Шаг 2-й Влияние на окружающую среду:

$ИВХ_{окр}$ - это фактор, учитывающий размер ближайшего к хвостохранилищу водоема, расположенного ниже по течению на расстоянии 10 км от хвостохранилища, который может быть загрязнен в результате аварии на хвостохранилище. Вблизи Унальского хвостохранилища находится р. Ардон и расход реки составляет $17,6 \text{ м}^3/\text{с}$, то $ИВХ_{окр} = 2$.

Шаг 3-й Общий ИВХ:

$$ИВХ = ИВХ_{нпр} + ИВХ_{окр} = 3 + 2 = 5$$

Шаг 4-й ИРХ:

$$ИРХ = ИВХ + ИОХ = 13,4 + 5 = 18,4$$

Согласно методике [Винкельман-Оэй, Ридль и др., 2023 г.] Индекс Риска Хвостохранилища (ИРХ) может принимать минимальное значение – 4, максимальное – 27.

В данном случае градация была условно разделена на четыре категории риска хвостохранилища в зависимости от рассчитанного значения ИРХ (Таблица 5).

Таблица 5

Уровни риска хвостохранилища

Уровень риска		Диапазон
Низкий	I	От 4 До 9 включ.
Средний	II	От 9 До 14 включ.
Повышенный	III	От 14 До 21 включ.
Опасный	IV	От 21 До 27 включ.

Полученное значение Индекса Риска Хвостохранилища (ИРХ) равно 18,4 попадает в категорию «Повышенный» уровень риска (Рисунок 2).

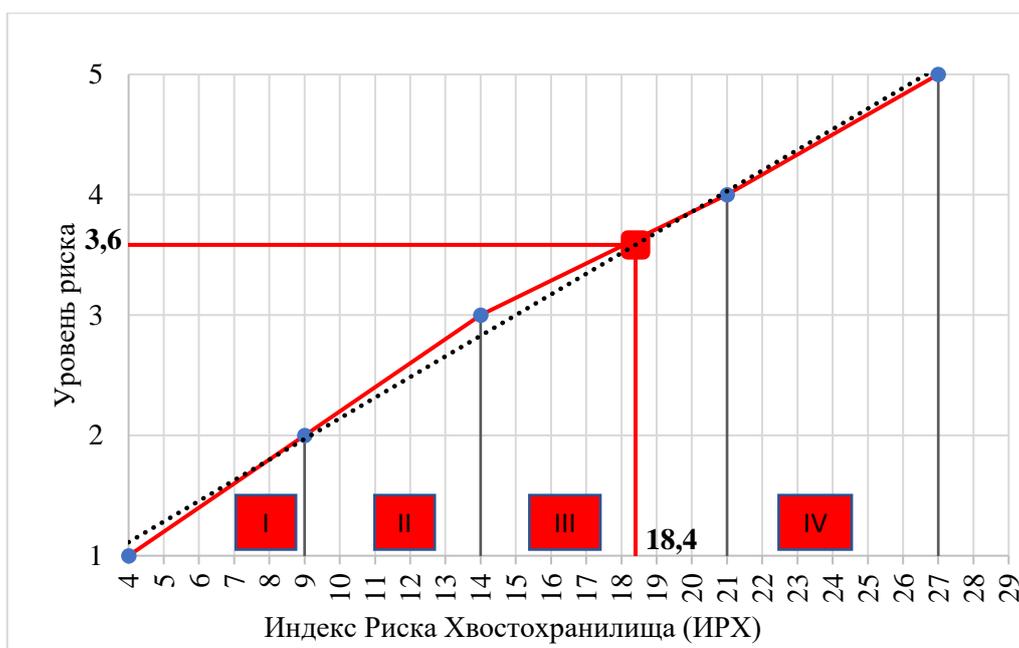


Рисунок 2 Оценка уровня риска хвостохранилища

Для определения потенциальной зоны риска при аварии на хвостохранилище был установлен радиус в 10 км от соответствующего хвостохранилища. Затем были определены

населенные пункты, которые находятся ниже по течению от хвостохранилища и могут быть затронуты в случае аварии (Рисунок 3).

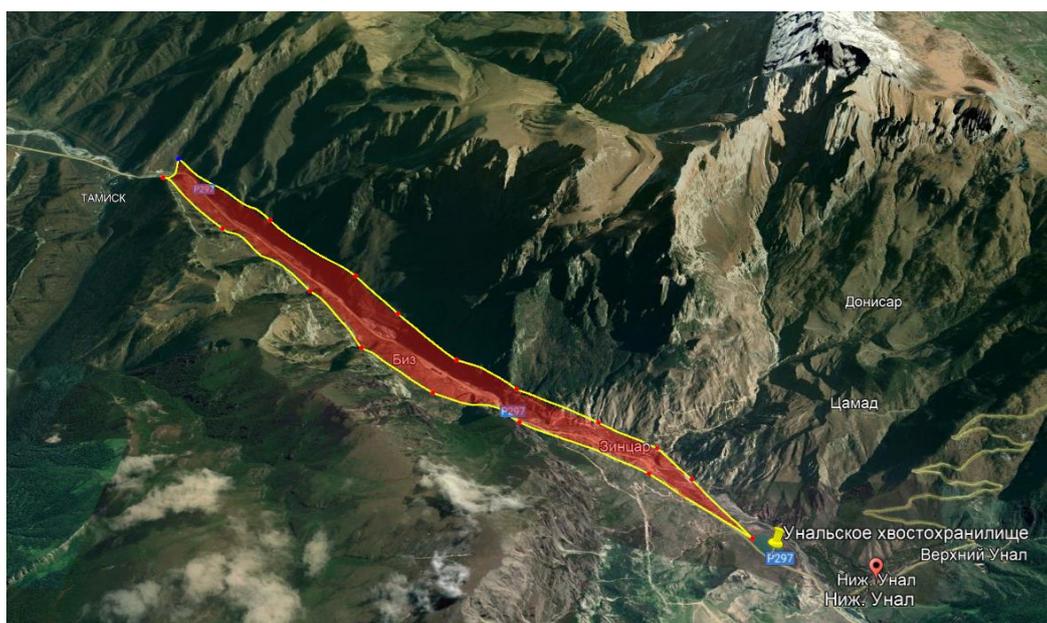


Рисунок 3 Потенциальная зона риска

Это указывает на необходимость более внимательного контроля и управления процессами хвостохранилища, регулярного мониторинга состояния систем, проведения дополнительных проверок и технического обслуживания для снижения вероятности инцидентов или аварий.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Индекс опасности хвостохранилища (ИОХ) - это разработанный метод оценки степени потенциальной опасности, которую представляют собой отходы, сбрасываемые в хвостохранилища.

Он учитывает различные параметры, такие как химический состав отходов, их объем, удаленность от населенных пунктов и водоемов, а также наличие защитных экосистем вокруг хвостохранилища. Использование данного индекса помогает выявить наиболее рискованные объекты и спланировать меры в случае чрезвычайных ситуаций.

2. Путем применения ИОХ можно быстро и эффективно определить хвостохранилища, которые представляют наибольшую угрозу для окружающей среды и человеческого здоровья. Это позволяет администрации и экологическим

службам принимать дополнительные меры безопасности, контролировать ситуацию и минимизировать последствия возможных аварий.

3. Методология ИОХ основана на простом индексном методе, что делает его доступным и понятным для широкого круга специалистов. При этом данный метод позволяет эффективно ранжировать хвостохранилища по степени потенциальной опасности, что является важным инструментом для планирования экологической безопасности.

4. Важно отметить, что критерии ИОХ были разработаны с участием международных экспертов и прошли процедуру согласования, что гарантирует их эффективное использование не только на региональном, но и на международном уровнях. Это способствует обмену информацией и совместным действиям по улучшению экологической безопасности.

5. Несмотря на значимость проведенных исследований, требуется дальнейшая работа над разработкой единого методологического подхода к изучению физико-механических свойств грунтов в районах хвостохранилищ. Это поможет улучшить точность и достоверность получаемых данных, что имеет важное значение для планирования и проведения мероприятий по безопасной эксплуатации данных объектов.

Список литературы

1. Г. Винкельман-Оэй, А. Ридль, Ф. Мадай, А. Ковач. Методология обеспечения безопасности хвостохранилищ [Текст] / Г. Винкельман-Оэй, А. Ридль, Ф. Мадай, А. Ковач. 115/2023. — Дессау-Рослау: German Environment Agency, 2023 — 89 с.

2. Хвостохранилища: нормативные документы по АСДК / [Электронный ресурс] // [sodislab.com](https://www.sodislab.com): [сайт]. — URL: <https://www.sodislab.com/ru/shm-standards-tailings> (дата обращения: 30.04.2024).

3. А. Г. Гурбанов, А. Б. Лексин, В. М. Газеев, О. А. Гурбанова, А. Б. Лолаев, В. Э. Илаев. Закономерности в характере распределения в вертикальных разрезах и по латерали содержаний базовых металлов в керне скважин в Фиагдонском хвостохранилище (Республика Северная Осетия - Алания) [Текст] / А. Г. Гурбанов, А. Б. Лексин, В. М. Газеев, О. А. Гурбанова, А. Б. Лолаев, В. Э. Илаев // Вестник Владикавказского научного центра. — 2019. — №2. — С. 78-88.

4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. - М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2023. - 686 с.

5. Лолаев А. Б., Оганесян А. Х., Бадоев А. С., Оганесян Э. Х. "К вопросу установления оптимальных технологических параметров ограждающей дамбы при формировании техногенных месторождений" // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2018. – № S25. – С. 52-60. – DOI: 10.25018/0236-1493-2018-6-25-52-60.

6. Lolaev A., Oganessian A., Badoev A., Oganessian E. (2020) "Geotechnical Modelling of Optimization of Technological Parameters of the Tailing Dam Alluvium". In: Duc Long P., Dung N. (eds) Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 62. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2184-3_151.

7. Lolaev, A.; Badoev, A.; Oganessian, A.; Oganessian, E.; Dzeboev, S.; Tvauri, I. Scientific Research Support for the Construction and Operation of Inwashed Tailing Dumps at Operating Sites. Mining 2023, 3, 483-515. <https://doi.org/10.3390/mining3030028>

Евразийский Союз Ученых. Серия: междисциплинарный

Ежемесячный научный журнал

№ 04 (112)/2024 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

• **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

• **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

• **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

• **Карпенко Юрий Дмитриевич**

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

• **Ильясов Олег Рашитович**

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

• **Глазунов Николай Геннадьевич**

AuthorID: 297931

Самарский государственный социально-педагогический университет, кафедра философии, истории и теории мировой культуры (Москва), кандидат философских наук

• **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.