

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ АВАРИЯХ С РАЗЛИВОМ МАЗУТА

✉ Савчук Олег Николаевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ oleg-savchuk@mail.ru

Аннотация. На основе анализа экологических катастроф на территории и акватории России в течение последних пяти лет представлены данные по причинам возникновения их, масштабам последствий загрязнения среды обитания людей, материальному ущербу, а также длительности ликвидации последствий. На примере экологической чрезвычайной ситуации, связанной с разливом мазута в акватории Черного моря подробно рассмотрены и вскрыты проблемы в обеспечении экологической безопасности подобных катастроф, в предотвращении их и ликвидации последствий загрязнения, особенностей при загрязнении мазутом. Предложены пути совершенствования мер экологической безопасности при авариях с разливом мазута на прибрежных акваториях морей и океанов: уточнение законов по охране окружающей среды, строгому надзору за техническим состоянием танкеров, совершенствованию мониторинга и прогнозирования таких аварий, повышение оперативной готовности личного состава танкеров в целях предупреждения и ликвидации загрязнения акватории путем обучения и проведения учений, разработка более эффективных способов и технических средств ликвидации загрязнений мазутом.

Ключевые слова: экологическая катастрофа, нефтепродукты, мониторинг и прогнозирование последствий экологических чрезвычайных ситуаций, ликвидация последствий загрязнения нефтепродуктами, специализированные рекреационные водоемы

Для цитирования: Савчук О.Н. Проблемы и пути совершенствования мер экологической безопасности при авариях с разливом мазута // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2025. № 3 (55). С. 23–32. DOI: 10.61260/2307-7476-2025-2-23-32.

Scientific article

PROBLEMS AND WAYS TO IMPROVE ENVIRONMENTAL SAFETY MEASURES IN CASE OF ACCIDENTS WITH FUEL OIL SPILLS IN THE WATER AREA

✉ Savchuk Oleg N.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ oleg-savchuk@mail.ru

Abstract. In the article on the basis of the analysis of ecological catastrophes on the territory and water area of Russia during the last five years the data on the reasons of their occurrence, scales of consequences of pollution of human habitat, material damage, and also duration of liquidation of consequences are presented. On the example of ecological emergency connected with fuel oil spill in the Black Sea water area the problems in providing ecological safety of such catastrophes, in their prevention and liquidation of pollution consequences, peculiarities in case of fuel oil pollution, are considered in detail and revealed.

The ways of improvement of measures of ecological safety at accidents with fuel oil spill on coastal water areas of seas and oceans are offered: specification of laws on environmental protection, strict supervision over technical condition of tankers, improvement of monitoring and forecasting of such accidents, increase of operational readiness of tanker personnel for prevention and liquidation of pollution of water areas by training and carrying out of exercises, development of more effective ways and technical means of liquidation of pollution by fuel oil.

Keywords: environmental disaster, oil products, monitoring and forecasting of the consequences of environmental emergencies, elimination of the consequences of oil product pollution, specialized recreational water bodies.

For citation: Savchuk O.N. Problems and ways to improve environmental safety measures in case of accidents with fuel oil spills in the water area // Prirodnye i tekhnogennye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2025. № 3. P. 23–32. DOI: 10.61260/2307-7476-2025-3-23-32.

Введение

В условиях современного мира, где экологические и техногенные катастрофы становятся все более частыми и масштабными, вопросы обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях (ЧС) приобретают особую актуальность. ЧС не только могут угрожать жизни и здоровью людей, но и наносить значительный ущерб окружающей среде и экономике. Экологическая катастрофа в Черном море, произошедшая в декабре 2024 г. в результате разлива мазута из танкеров, показала как быстро и непредсказуемо может случиться такая экологическая ЧС, требующая немедленного реагирования и комплексного подхода к решению возникших проблем.

Актуальность исследования в этом направлении обусловлена не только масштабами последствий, вызванных данной катастрофой, но и необходимостью рассмотрения путей совершенствования мер экологической безопасности на современном этапе. В условиях глобальных изменений климата и увеличения нагрузки на природные ресурсы, подобные инциденты могут повторяться, и, следовательно, необходимо заранее подготовиться к их последствиям. Важно понимать, что экологические катастрофы не только наносят ущерб экосистемам, но и могут иметь долгосрочные последствия для здоровья населения, экономики и социальной стабильности.

Целью исследования является анализ экологической катастрофы в 2024 г. на Черном море при катастрофе двух нефтеналивных танкеров, а также последствия, которой вызвала загрязнение мазутом морской экосистемы и прибрежных территорий. На основе анализа причин и недостатков в оперативной ликвидации последствий сформулировать пути совершенствования механизмов предупреждения и реагирования на экологические катастрофы. Исследования направлены на проведение комплексного анализа проблем обеспечения безопасности в ЧС, на примере экологической катастрофы в Черном море, что позволит выработать рекомендации для предотвращения подобных ситуаций в будущем.

Анализ экологических катастроф на территории и акватории России в 2020–2025 гг.

Аварии на объектах, содержащих нефтепродукты, могут нанести значительный ущерб экосистемам и потребуют существенных ресурсов и технических средств для их ликвидации. Одной из самых сложных экологических проблем является разлив нефти и нефтепродуктов в почве и водоемах из-за физико-химических свойств нефти, которая содержит как тяжелые, так и летучие углеводороды [1].

По данным исследований, ежегодно в результате таких аварий в акватории мирового океана оказывается от 1,3 до 1,8 млн т нефти и нефтепродуктов. Значительная часть этих выбросов связана с авариями танкеров, нефтяных платформ и трубопроводов. Разливы нефти

Экологические катастрофы проявляются в различных формах: от опустошительных лесных пожаров до загрязнения водоемов, включая, как например, экологическую катастрофу в Черном море. Особенно уязвимыми к разливам нефти являются замкнутые водоёмы, такие как Баренцево, Охотское и Чёрное моря, где замедленный водообмен способствует длительному сохранению загрязнений.

Экологические катастрофы, связанные со сбросом радиоактивных отходов и утечкой опасных химических веществ, создают долгосрочные и зачастую необратимые последствия. Например, качество воды в Черном море продолжает ухудшаться из-за огромных объемов вредных веществ, попадающих в экосистему. Это требует постоянного мониторинга и вмешательства [1].

В табл. представлен анализ крупных аварий разлива нефти в России с 2020–2025 гг. [2–5].

Таблица

Анализ крупных аварий разлива нефти в России в 2020–2025 гг.

Авария	Место происшествия	Причины происшествия	Последствия	Материальный ущерб	Длительность ликвидации аварии
Разлив дизельного топлива в г. Норильске (май 2020 г.)	г. Норильск, ТЭЦ-3; реки Амбарная и Далдыкан; о. Пясино	Разгерметизация резервуара из-за проседания свайного основания (таяние вечной мерзлоты)	Загрязнение водоёмов; угроза экосистеме Северного Ледовитого океана	«Норникель» выплатил штраф в размере 146,2 млрд руб. за нанесённый экологии вред	Работы по очистке и реабилитации загрязнённых земель завершились к концу 2023 г.
Разлив нефти в Республике Коми (май 2021 г.)	Ошское месторождение; вблизи р. Колва	Разгерметизация трубопровода, по которому транспортировалась нефть	В результате аварии в почву попало около 100 т нефтепродуктов, из которых приблизительно 9 т достигли р. Колва. Загрязнённая территория охватила около 1,3 га. Разлив нефти привёл к загрязнению водных ресурсов и почвы, что негативно сказалось на местной экосистеме	Более 374 млн руб.	Работы по очистке и реабилитации загрязнённых земель завершились к июлю 2022 г.

Авария	Место происшествия	Причины происшествия	Последствия	Материальный ущерб	Длительность ликвидации аварии
Разлив нефтепродуктов в г. Новороссийске (февраль 2024 г.)	Инцидент произошёл из-за утечки нефтепродуктов с борта судна Hai Jin Jiang под флагом Панамы	Разлив произошёл из-за утечки нефтепродуктов с борта судна Hai Jin Jiang под флагом Панамы	Загрязнение акватории Черного моря на площади 300 кв. м. Оперативные меры позволили предотвратить дальнейшее распространение нефтепродуктов	Росприроднадзор оценил ущерб окружающей среде более чем в 450 млн руб.	Спасатели Азово-Черноморского филиала Морспасслужбы завершили операцию по ликвидации разлива, собрав и передав на утилизацию около 40 т нефтепродуктов
Крушение танкеров в Керченском проливе (15 декабря 2024 г.)	Путь, соединяющий Чёрное и Азовское море; Краснодарский край	В результате сильного шторма танкеры «Волгогонефть-212» и «Волгогонефть-239» потерпели крушение	В море вылилось более 4 тыс. т мазута, что привело к загрязнению более 60 км побережья Чёрного моря	Материальный ущерб с учетом объёма разлива и масштабов ликвидационных работ оценивается в 85 млрд руб.	Ликвидация последствий продолжается. Пляжи и прибрежная часть моря в районе г. Анапы и Темрюкского района Краснодарского края непригодны по санитарным нормам в течение летнего сезона 2025 г.
Разлив нефтепродуктов в порту Хомск на Сахалине (20 апреля 2025 г.)	Инцидент произошёл в акватории морского порта Хомск у причала № 6 ПАО «Холмский морской торговый порт»	Разлив произошёл при перекачке нефтепродуктов из танкера «Александр Кащук» в береговые емкости	В море вылилось часть содержимого топлива, что привело к загрязнению акватории порта. Информация о масштабах загрязнения, причинах инцидента и возможном ущербе окружающей среде пока не уточняется	Материальный ущерб с учетом объёма разлива и масштабов ликвидационных работ еще не подсчитан	Приняты экстренные меры по нераспространению пятна разлива с применением бонового ограждения. Ликвидация последствий продолжается

Современные проблемы обеспечения безопасности в ЧС, особенно в контексте экологических катастроф, требуют всестороннего анализа и продуманных решений. Наступление ЧС может быть вызвано как природными факторами, так и техногенными авариями, что приводит к значительным изменениям в нормальной жизни общества и окружающей среды [2].

Анализ большинства аварий с разливом нефтепродуктов в водоемы и акватории морей, представленных в таблице, показывает, что основной причиной их является человеческий фактор: несоблюдение правил безопасного судовождения, в ряде случаев

Поэтому проблема загрязнения окружающей среды и, прежде всего, загрязнения акваторий является актуальной и требует повышенного внимания со стороны властей, бизнеса и общества [5]. Например, резкие изменения в экосистемах Черного моря, вызванные промышленными сбросами и кораблекрушениями, остаются одной из ключевых опасностей для морской флоры и фауны [4]. Соответственно, данная ситуация требует принятия не просто локальных мер, но разработки системного подхода к поиску способов предотвращения и оперативной ликвидации последствий экологических ЧС, связанных с загрязнением акваторий.

Рассмотрим причины и возникающие проблемы по предотвращению и ликвидации последствий экологической аварии, произошедшей 5 декабря 2024 г на акватории Черного моря.

Во время сильного шторма танкеры «Волгонефть-212» и «Волгонефть-239» потерпели крушение. В результате в море попало свыше 4 тыс. т мазута, один человек погиб, 27 чел. спасли. В результате шторма оба танкера раскололись, один из них с оставшейся частью корпуса и танками сел на мель, другой затонул. Впервые в практике столкнулись с проблемой ликвидации такой экологической ЧС, связанной с разливом мазута. Особенностью такой катастрофы по сравнению с разливом нефти и топлива явилось то, что в мазуте отсутствуют легколетучие фракции нефти и площадь разлива будет зависеть от температуры поверхностного слоя, если ранее не произойдет выброс их на берег или осаждение на дно. За счет последующих штормов и господствующего течения в регионе аварии произошло загрязнение свыше 70 км прибрежной территории Краснодарского края и Крыма. Площадь загрязнения акватории Черного моря составила около 400 км². Погибло более 20 тыс. птиц, около 70 дельфинов. По подсчетам специалистов экологический ущерб ориентировочно составляет более 85 млрд руб. По мнению экологов полное восстановление экосистемы в данном регионе возможно через 5–10 лет. На курортный сезон 2025 г. по несоблюдению санитарных норм закрыты пляжи в районах г. Анапы и Темрюкского района Краснодарского края. В связи с этим до конца еще не подсчитан ущерб от туристического посещения загрязненного побережья Краснодарского края и Крыма.



Рис. 1. Последствия загрязнения мазутом на побережье г. Анапы

Данная катастрофа выявила ряд проблем как связанных с предотвращением, так и с ликвидацией последствий таких аварий:

1. Основной причиной катастрофы явился «человеческий фактор». Ответственные лица компании допустили использование устаревших танкеров со сроком их гарантийного использования превышающим свыше 10 лет. Не проводились положенные регулярные

проверки по безопасности их судовождения. Крушение танкеров произошло в шторм с высотой волны в 9 м при допуске их плавания при волнении моря с высотой волны до 2,5 м.

2. Впервые в практике ликвидации последствий разлива нефтепродуктов столкнулись с масштабным разливом мазута. В связи с особенностями характера загрязнения не эффективны оказались боновые ограждения. Ликвидация последствий затянулась в связи с последующими штормами и продолжающим выбросом на берег комков мазута.

3. Не было оперативного реагирования по ликвидации последствий вследствие недостаточной подготовленности экипажей танкеров к таким авариям, и вмешался «природный фактор»: длительное время в течение почти 9 сут не могли начать работы по ликвидации загрязнения вследствие продолжающихся штормов.

4. Масштабное загрязнение потребовало для ее ликвидации привлечения большого количества сил и средств, а также волонтеров (рис. 2).



Рис. 2. Участие волонтеров в ликвидации последствий загрязнения мазутом при аварии в Керченском проливе 2025 г.

5. Масштабное загрязнение привело к трудностям по спасению флоры и фауны бассейна Черного моря. При спасении волонтерами загрязненных мазутом птиц, а их было спасено более тысячи, потребовалось до 1 ч на обработку каждой (рис. 3).



Рис. 3. Спасение птиц, подвергшихся загрязнению мазутом

6. Возникли проблемы с утилизацией загрязненного песка, что потребовало организации для этой цели сети специализированных полигонов и привлечения транспортной техники. За четыре месяца было очищено свыше 300 км берега, собрано около 180 тыс. т загрязненного грунта, вывезено на полигоны около 160 тыс. т.

7. Проблемные трудности с предотвращением и ликвидацией последствий мазутного загрязнения на дне моря. По подсчетам специалистов на дне моря еще остается до 5 тыс. т. Представляет из себя «экологическую бомбу» замедленного действия затонувший танкер.

8. Были вскрыты проблемы по обеспечению безопасности личного состава, принимающего участие в ликвидации последствий загрязнения побережья. От испарения мазута и попадания его сгустков на открытые участки тела многие из населения в районах прибрежных загрязненных участках местности и волонтеры вынуждены были обратиться в медпункты. Тяжелые условия работы водолазов по ликвидации последствий загрязнения мазутом на дне моря привели к гибели одного из них, несмотря на их профессиональную подготовку.

Пути совершенствования мер экологической безопасности при авариях с разливом мазута на акватории

Сложность решения вышеперечисленных проблем заключается в том, что такого рода ЧС могут возникать неожиданно и с высокой степенью вероятности размаха. Глобальные вызовы, связанные с изменением климата, также оказывают влияние на частоту и интенсивность экологических катастроф. Поэтому необходима не только реакция на уже возникшие ситуации, но и активная работа по предотвращению ЧС. Это может быть достигнуто путем внедрения современных технологий и методов управления природными ресурсами, а также интернационального сотрудничества [2]:

1. В целях предотвращения загрязнения акватории Черного моря мазутом при авариях танкеров целесообразно исключить для транспортировки мазута танкеры «река-море», используемых свыше гарантийного срока и не рассчитанные на плавание при сильных штормах.

2. Повысить контроль за техническим состоянием танкеров, перевозящих нефтепродукты. Стого соблюдать учет и периодичность обучения личного состава танкеров, перевозящих нефтепродукты, по предотвращению и оперативным действиям в случаях аварийного разлива нефтепродуктов. В этих целях целесообразно периодически проводить с ними учения с имитацией непштатных ситуаций разлива нефтепродуктов и особенно мазута.

3. В целях оперативного реагирования важнейшими аспектами эффективной организации предотвращения и ликвидации последствий таких ЧС являются мониторинг и прогнозирование, которые позволяют заранее выявлять потенциальные угрозы и достаточно быстро реагировать на них [5]. Без этих мер минимизация последствий становится практически невозможной, и подвергается рискам не только экосистема, но и здоровье населения.

Следует отметить, что существующие методики прогнозирования разлива нефтепродуктов на морских акваториях [6, 7] в целом хорошо проработаны для разлива нефти с учетом типа ее, режима истечения, прогноза ветра, течения, параметров волнения моря, уровня и температуры поверхности моря. Однако следует адаптировать ее и к разливам мазута, что позволит более достоверно получать данные не только о площади разлива в верхних слоях моря, но и площади донных загрязнений и возможных выбросов в результате последующих штормов.

4. Законы о защите окружающей среды и ответственности за загрязнение должны быть разработаны с учетом множества факторов и специфики регионов, что позволит более эффективно контролировать и предотвращать экологические ЧС [4].

5. Масштабное загрязнение побережья Черного моря при катастрофах двух танкеров показало, что к ликвидации последствий требуется подключение не только сил МЧС России,

но и волонтеров. Волонтерские организации часто помогают в восстановлении природных территорий и в проведении экологических акций, которые повышают заинтересованность людей в сохранении природы [3]. Однако требуется разработка более эффективных технических средств по очистке песка и донных загрязнений мазутом на вооружении сил, привлекаемых для ликвидации последствий. Сегодня задача научно-исследовательских организаций на основе нано- и биотехнологий заключается в поиске эффективных средств по оперативной очистке разливов мазута до его погружения на дно [8–10].

6. В целях оперативной ликвидации последствий целесообразна разработка подводных роботов по очистке дна от мазута, что позволит снизить нагрузку на спасателей-водолазов. Возникающую проблему по оперативной утилизации загрязненного песка пляжей предлагается решать путем разработки новых способов предотвращения выбросов донных комков мазута во время шторма, а также очистки загрязненного песка пляжей мазутом. Например, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева предложил безопасный сорбционный материал, который вступает в соединение с мазутом и отцепляет его от песка. С помощью такого сорбента тонна загрязненного песка мазутом может быть очищена за 2 ч. Это существенно может снизить время очистки по сравнению с применяемым способом волонтерами просеивания песка.

7. При массовом спасении птиц, загрязненных мазутом, выявились проблема их реабилитации: вследствие очистки их кожи от мазута наступало переохлаждение птиц, что вело в последующем к их гибели. Для их спасения целесообразно создание сети специализированных рекреационных водоемов по побережью Черного моря. Это позволит сохранить популяцию редких птиц, занесенных в Красную книгу, посещающих данный регион.

8. В целях обеспечения безопасности населения, проживающего вблизи прибрежных загрязненных участков нефтепродуктами, определить ограничительные зоны с учетом господствующего ветра с моря и усилить контроль за их посещением. Для обеспечения безопасности волонтеров и лиц, принимающих участие в ликвидации последствий загрязнения прибрежных участков, соблюдать строгие правила работы в средствах индивидуальной защиты и периодов их непрерывной работы с учетом санитарных требований по безопасности.

Заключение

Соблюдение путей предотвращения и совершенствование мер безопасности при авариях с разливом мазута, а также оперативной ликвидации последствий позволит повысить защищенность акватории Черного моря.

Кроме того, анализ последствий масштабной экологической ЧС показал, что для решения выявленных проблем требуется комплексный подход участия многих министерств и ведомств по организации оперативного привлечения их к предотвращению и ликвидации последствий загрязнения нефтепродуктами, особенно на акватории Черного моря – всероссийской здравнице населения страны. Это потребует сочетание научных исследований, практического опыта и вовлечения общественности в решении вскрытых проблем. От того, насколько эффективно будет организована система стратегического управления экологическими ЧС, зависит не только здоровье экосистемы, но и благополучие будущих поколений. Поэтому важно продолжать работать в направлении повышения безопасности и устойчивости к экологическим катастрофам, осознавая, что ценнейший наш ресурс – это природа, которая требует бережного отношения и заботы.

Список литературы

1. Соромотин А.В. Аварийные Разливы нефти и нефтепродуктов. Ликвидация последствий разливов // International agricultural journal. Пермь, 2021. Т. 64. № 1. С. 9.
2. Фадеева А., Бурмистрова С., Подобедова Л. ЧС с разливом дизеля в Норильске. Что важно знать. URL: <https://www.rbc.ru> (дата обращения: 22.09.2025).
3. Киракосян Д.В., Молчанова Я.П. Анализ первых последствий нефтяного разлива в Норильске // Успехи в химии и химической технологии. 2021. Т. 35, № 2(237). С. 43–46.
4. Шаталова Л., Бардин Д. Разлив нефти в ХМАО. URL: <https://neft.media> (дата обращения: 22.09.2025).
5. Ракитин М.С. Проблема ликвидации разливов нефти // Academy. Архангельск, 2017. № 4(19). С. 25–27.
6. Методические рекомендации по прогнозированию распространения нефти и нефтепродуктов в случае аварийного разлива на морских акваториях. М.: Росгидромет. ФГБУ «ГОИН». 2016. С 101.
7. Прогнозирование распространение нефти и нефтепродуктов в случае аварийного разлива на морских акваториях: Науч.-метод. пособие. / С.Н. Зацепа [и др.] М., 2018. С. 140.
8. Федорова Н.А. Анализ методов ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов // Вестник науки. Волгоград, 2023. Т. 2, № 11(68). С. 875–879.
9. Новые углеродные материалы для ликвидации разливов нефти / Б.А. Темирханов [и др.]. // Фундаментальные исследования. 2012. № 6–2. С. 471–475.
10. Бухтеева А.А., Морозов А.В., Мокочунина Т.В. Современные и перспективные методы ликвидации разливов нефти на акваториях Российской Федерации: Техносферная безопасность: материалы IX Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием. Омск: Омский государственный технический университет, 2022.

References

1. Soromotin A.V. Avarijnye Razlivy nefti i nefteproduktov. Likvidaciya posledstvij razlivov // International agricultural journal. Perm', 2021. T. 64. № 1. S. 9.
2. Fadeeva A., Burmistrova S., Podobedova L. CHS s razlivom dizelya v Noril'ske. CHto vazhno znat'. URL: <https://www.rbc.ru> (data obrashcheniya: 22.09.2025).
3. Kirakosyan D.V., Molchanova Y.A.P. Analiz pervyh posledstvij neftyanogo razliva v Noril'ske // Uspekhi v himii i himicheskoy tekhnologii. 2021. T. 35, № 2(237). S. 43–46.
4. SHatalova L., Bardin D. Razliv nefti v HMAO. URL: <https://neft.media> (data obrashcheniya: 22.09.2025).
5. Rakitin M.S. Problema likvidacii razlivov nefti // Academy. Arhangel'sk, 2017. № 4(19). S. 25–27.
6. Metodicheskie rekomendacii po prognozirovaniyu rasprostraneniya nefti i nefteproduktov v sluchae avarijnogo razliva na morskikh akvatoriyah. M.: Rosgidromet. FGBU «GOIN». 2016. S 101.
7. Prognozirovaniye rasprostranenie nefti i nefteproduktov v sluchae avarijnogo razliva na morskikh akvatoriyah: Nauch.-metod. posobie. / S.N. Zacepa [i dr.] M., 2018. S. 140.
8. Fedorova N.A. Analiz metodov likvidacii razlivov nefti i nefteproduktov // Vestnik nauki. Volgograd, 2023. T. 2, № 11(68). S. 875–879.
9. Novye uglerodnye materialy dlya likvidacii razlivov nefti / B.A. Temirhanov [i dr.]. // Fundamental'nye issledovaniya. 2012. № 6–2. S. 471–475.
10. Buhteeva A.A., Morozov A.V., Mokochunina T.V. Sovremennye i perspektivnye metody likvidacii razlivov nefti na akvatoriyah Rossijskoj Federacii: materialy IX Vseros. nauch.-tekhn. konf. s mezhdunar. uchastiem. Omsk: Omskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2022.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 14.05.2025; одобрена после рецензирования: 10.10.2025;
принята к публикации: 15.10.2025

Information about the article:

The article was submitted to the editorial office: 14.05.2025; approved after review: 10.10.2025;
accepted for publication: 15.10.2025

Сведения об авторах:

Савчук Олег Николаевич, профессор кафедры экологии и обеспечения безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, e-mail: sb@igps.ru, oleg-savcuk@mail.ru, SPIN-код: 5156-1928

Information about the authors:

Savchuk Oleg N., professor of the department of ecology and life safety of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, professor, honored worker of the higher school of the Russian Federation, e-mail: sb@igps.ru, oleg-savcuk@mail.ru, SPIN: 5156-1928