

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Научная статья

УДК 656.025; DOI: 10.61260/2307-7476-2025-2-40-48

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ В УСЛОВИЯХ УГРОЗЫ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ

✉ Савчук Олег Николаевич.

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

✉ oleg-savcuk@mail.ru

Аннотация. Рассматривается проблема обеспечения безопасности населения при перевозке нефтепродуктов автомобильным транспортом в населенных пунктах при осуществлении террористических актов, приведен анализ их возможных сценариев и предложены пути повышения безопасности при транспортировке путем совершенствования конструкций автоцистерн, используемых для перевозки нефтепродуктов, с повышенными прочностными характеристиками от воздействия применяемых современных средств поражения террористами, выбора безопасных для населения маршрутов перемещения автотранспорта с нефтепродуктами в черте населенных пунктов, совершенствования организации способов предотвращения терактов и оперативной ликвидации их последствий с минимальным ущербом для людей.

Ключевые слова: автоцистерна, террористический акт, избыточное давление на фронте ударной волны, масса паров бензина в первичном облаке, масса паров бензина во вторичном облаке

Для цитирования: Савчук О.Н. Пути повышения безопасности населения при перевозке нефтепродуктов автомобильным транспортом в условиях угрозы террористических актов // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2025. № 2 (54). С. 40–48. DOI: 10.61260/2307-7476-2025-2-40-48.

Scientific article

WAYS TO IMPROVE PUBLIC SAFETY WHEN TRANSPORTING PETROLEUM PRODUCTS BY ROAD IN THE FACE OF THE THREAT OF TERRORIST ATTACKS

✉ Savchuk Oleg N.

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

✉ oleg-savcuk@mail.ru

Abstract. The article examines the problem of ensuring public safety when transporting petroleum products by road in populated areas during terrorist attacks, analyzes possible scenarios for them, and suggests ways to improve transportation safety by improving the designs of tanker trucks used to transport petroleum products with increased strength characteristics from the effects

of modern means of destruction used by terrorists., choosing routes that are safe for the population to transport vehicles with petroleum products within the boundaries of populated areas, improving the organization of ways to prevent terrorist attacks and promptly eliminate their consequences with minimal damage to people.

Keywords: tanker truck, terrorist attack, overpressure at the shock wave front, mass of gasoline vapor in the primary cloud, mass of gasoline vapor in the secondary cloud

For citation: Savchuk O.N. Ways to improve public safety when transporting petroleum products by road in the face of the threat of terrorist attacks // Prirodnye i tekhnogenye riski (fiziko-matematicheskie i prikladnye aspekty) = Natural and man-made risks (physico-mathematical and applied aspects). 2025. № 2 (54). P. 40–48. DOI: 10.61260/2307-7476-2025-2-40-48

Введение

В настоящее время, несмотря на появление новых альтернативных энергетических источников, все еще широко используются продукты переработки нефти в промышленности, транспорте, энергоисточниках. Россия является одним из основных источников поставки нефти за рубеж по нефтепроводам и железнодорожным транспортам. Перевозка нефтепродуктов осуществляется по правилам транспортировки опасных грузов, так как нефть по европейской классификации опасных грузов относится к грузам третьего класса. В случае террористических актов на таких объектах возможны возгорания, взрывы, загрязнение почвы и водоисточников при проливе нефтепродуктов.

Как правило, экономически обоснованы и широко используются перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом, особенно в населенных пунктах с учетом доставки бензина, авиакеросина, дизельного топлива до автозаправочных станций (АЗС), терминалов промышленных объектов, нефтебаз. Перевозка нефтепродуктов автомобильным транспортом обоснована особенно в местах, где отсутствуют железнодорожные магистрали и нефтепроводы. В то же время недостатками перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом являются высокие затраты по сравнению с использованием других видов транспорта, сравнительно небольшие объемы грузоподъемности, снижение скорости движения и, соответственно, времени доставки в зависимости от состояния дорог и плотности грузопотоков.

Наиболее опасна доставка топлива автомобильным транспортом с терминалов нефтебаз на АЗС вследствие вынужденного прохождения в селитебных участках населенных пунктов с массовым скоплением людей при возможных технологических авариях, связанных с разгерметизацией автоцистерн, а также последствий террористических актов, связанных с подрывом и пробитием автоцистерн.

Россия в рейтинге по Глобальному индексу терроризма занимает 34 место [1]. В настоящее время высока вероятность риска террористических актов, направленных на подрыв и разгерметизацию автомобильного транспорта с топливом, особенно в населенных пунктах приграничных областей с Украиной в связи с проведением специальной военной операции (СВО), а также в крупных населенных пунктах европейской части страны. Статистика последних пяти лет показывает, что от 50 до 70 % совершаемых террористических актов связано с транспортом. Террористические акты на транспорте являются разновидностью технологического терроризма, направленного против потенциально опасных стационарных и подвижных объектов и объектов жизнеобеспечения, разрушение или повреждение которых может повлечь за собой массовую гибель людей и большой экономический ущерб. Характерными особенностями технологического терроризма являются: большое количество погибших и травмированных людей, значительные объемы материального ущерба; способность спровоцировать чрезвычайные ситуации техногенного характера. Особенностью терроризма на транспорте как формы технологического терроризма является то, что объекты автотранспортной инфраструктуры представляют собой повышенную опасность, особенно в связи с перевозкой опасных грузов.

Поэтому вопросам повышения безопасности на транспорте уделяется большое внимание на современном этапе. В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «О транспортной безопасности» от 9 февраля 2007 г. № 16-ФЗ транспортная безопасность определяется как состояние защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств от актов незаконного вмешательства. В связи с этим актуальна проблема по повышению безопасности автотранспортной инфраструктуры, задействованной на перевозку нефтепродуктов в черте населенных пунктов. В состав автотранспортной инфраструктуры входят: терминалы налива (заправки) автоцистерн нефтепродуктами, непосредственно автотранспорт, перевозящий нефтепродукты, терминалы слива на местах доставки нефтепродуктов. Статистика аварий, связанных с перевозкой нефтепродуктов автотранспортом, показывает, что большинство из них – свыше 55 % – происходит на терминалах заправки и слива, а при перевозке – до 25 %.

Перевозка нефтепродуктов автомобильным транспортом осуществляется с помощью специализированных автоцистерн [2], изготовленных из углеродистой, нержавеющей стали, алюминия, стеклопластика и имеющих от одного до трех отсеков для доставки различных видов нефтепродуктов. Например, на рисунке представлен бензовоз с автоцистерной АЦ-7,5.



Рис. Общий вид бензовоза с автоцистерной АЦ-7,5

Технические характеристики основных автоцистерн для перевозки светлых нефтепродуктов представлены в таблице.

Таблица

Технические характеристики основных автоцистерн для перевозки светлых нефтепродуктов

Типы цистерн	Длина цистерны, м	Диаметр цистерны, м	Количество секций	Количество нефтепродукта, объем цистерны, л (м ³)
АЦ-5,5	5,66	2,2	1	5 500 л
АЦ-6,5	5,66	2,2	1–3	6 500 л
АЦ-7,5	5,66	2,2	2	7 500 л
АЦ-9	10,62	2,2	1	9 000 л
АЦ-10	10,62	2,2	1	10 000 л
МАЗ-5334	5,66	2,2	1	9,2 м ³
МАЗ-5337	5,66	2,2	2	10 м ³

Следует отметить, что толщина стенки автоцистерн не превышает 5 мм, между отсеками устанавливается интервал не менее 1,75 м с объемом заполнения нефтепродуктами не менее 7,5 м³ [2]. При установленной степени заполняемости отсеков 95 % объема количество перевозимого, например, бензина АИ-95 в отсеке составит 5,34 т.

Анализ возможных сценариев аварий на объектах автотранспортной инфраструктуры с нефтепродуктами, вызванных террористическими актами

Рассмотрим возможные сценарии аварий (разрушений) на объектах автотранспортной инфраструктуры с нефтепродуктами. Наибольшую опасность представляют терминалы, так как могут содержать большое количество нефтепродуктов. Согласно [3] объем хранимого нефтепродукта в резервуаре на нефтебазе, расположенной в черте города, может составить от 1 м³ до 50 000 м³ с содержимым от 0,5 до 995 т. В связи с повышенной опасностью возгорания (взрыва) таких резервуаров с общей значительной вместимостью, определяемой при заданном графике поступления и отгрузки, устанавливается соответствующая санитарно-защитная зона [4] для обеспечения безопасности населения в населенном пункте и соблюдения повышенных мер по охране и мероприятий безопасности налива (слива) нефтепродуктов. В связи с этим риск проведения террористических актов на таких объектах менее вероятен, чем при транспортировке их автотранспортом в черте населенных пунктов.

Не всегда возможна транспортировка нефтепродуктов до потребителя (АЗС, нефтебаз предприятий) автотранспортом в черте города по маршрутам, расположенным вне густонаселенной части его. При этом расстояние до ближайших домов при прохождении такого автотранспорта может составлять от 25 до 50 м. В таких местах более высока вероятность полного или частичного разрушения автотранспорта с топливом в результате террористических актов с использованием дронов-«камикадзе», гранатометов или стрелкового оружия.

Испытания современного стрелкового оружия на полигоне показали, что на расстоянии 100 м автомат Калашникова АК-74 калибра 7,62 мм способен пробивать сталь до 10 мм бронебойно-зажигательными патронами, а ручной пулемет Калашникова РПК калибра 5,45 мм – обычными патронами.

Таким образом, наибольшую опасность при транспортировке автотранспортом топлива в черте населенных пунктов представляет подрыв цистерны или пробивание ее с помощью стрелкового оружия террористами в процессе перемещения на маршруте, особенно в населенной части города и вблизи прохождения потенциально опасных объектов.

Рассчитаем возможные последствия подрыва или пробивания цистерны АЦ-10 бронебойно-зажигательными патронами на маршруте террористами согласно методике [5]: количество перевозимого бензина АИ-95 ($\rho_{ж} = 750 \text{ кг/м}^3$) с учетом заполняемости 95 % объема согласно таблице составит 7,125 т, удаление транспорта от ближайших домов на маршруте составляет 50 и 25 м, температура кипения $T_{кип} = 453 \text{ К}$, температура окружающей среды – 27 °C ($T_{о.с.} = 300 \text{ К}$).

Найдем массу паров бензина в первичном облаке по формуле [5]:

$$m_{n1} = \alpha \frac{M(V_1 P_1)}{R T_{ж}} = 0,05 \frac{113,3(10 \cdot 101,3 \cdot 10^3)}{8310 \cdot 300} = 2,3 \text{ кг},$$

где α – объемная доля цистерны, заполненная газом испарившегося бензина ($\alpha = 0,05$); M – молекулярная масса бензина АИ-95 (113,3 кг/кмоль); V_1 – объем автоцистерны 10 м³; P_1 – атмосферное давление в автоцистерне ($P_1 = 101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$); R – универсальная газовая постоянная газа (8310 Дж/(К·кмоль); $T_{ж}$ – температура бензина в автоцистерне, равная 300 К.

Массу паров во вторичном облаке при испарении разлитого бензина определяем по формуле:

$$m_{n.исп} = W S_{разл} t_{исп} = 1,033 \cdot 10^{-5} \cdot 1424,54 \cdot 3600 = 53 \text{ кг},$$

где W – интенсивность испарения бензина, кг/(м²· с), определяемая по формуле для ненагретых ЛВЖ [6]:

$$W=1 \cdot 10^{-6} P_{\text{нac}} \sqrt{M} = 1 \cdot 10^{-6} 0,97 \sqrt{113,3} = 1,033 \cdot 10^{-5},$$

где $P_{\text{нac}}$ – давление насыщенного пара, кПа, определяемое по формуле:

$$P_{\text{нac}}=101,3 \exp[L_{\text{кип}} M(T_{\text{кип}}^{-1} - T_{\text{oc}}^{-1})/R] = 101,3 \exp[310 \cdot 113,3 (453^{-1} - 300^{-1})/8,31] = 0,97;$$

$S_{\text{раз}} = \frac{(7125 - 2,3)}{0,75} 0,15 = 1424,54 \text{ м}^2$ (согласно [5] нефтепродукты разливаются из расчета 0,15 л/м²);
 $t_{\text{исп}}=3\ 600 \text{ с}$ (из условия времени ликвидации аварии).

Тогда суммарная масса паров бензина в облаке будет:

$$m_{\text{пc}} = 2,3 + 53 = 55,3 \text{ кг.}$$

Радиус взрывоопасного облака (м) определяем по формуле [5]:

$$R_{\text{НКПР}} = 3,1501 \sqrt{\frac{t_{\text{исп}}}{3600}} \left(\frac{P_{\text{нac}}}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,813} \left(\frac{m_{\text{пc}}}{\rho_{\text{п}} P_{\text{нac}}} \right)^{1/3} = 3,1501 \sqrt{\frac{3600}{3600}} \left(\frac{0,97}{0,04} \right)^{0,813} \left(\frac{55,3}{4,13 \cdot 0,97} \right)^{1/3} = 100,85 \text{ м.}$$

Плотность паров бензина $\rho_{\text{п}}$ (кг/м³) определяем по формуле [5], принимаем $t_p = 61 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (расчетная температура при отсутствии данных по максимально возможной температуре воздуха в данной климатической зоне):

$$\rho_{\text{п}} = \frac{M}{V_0(1+0,00367t_p)} = \frac{113,3}{22,4(1+0,00367 \cdot 61)} = 4,13 \text{ кг/м}^3,$$

где V_0 – мольный объем 22,4 м³/кмоль.

Радиус зоны детонационного взрыва (м), определяем по формуле [5]:

$$R_{\text{дв}} = 10 \left(\frac{m_{\text{пc}} \beta}{M c_{\text{стx}}} \right)^{1/3} = 10 \left(\frac{55,3 \cdot 0,06}{113,3 \cdot 2,1} \right)^{1/3} = 2,44 \text{ м},$$

где β – коэффициент, характеризующий способ хранения горючих веществ (для аварийного разлива ЛВЖ $\beta=0,06$); $c_{\text{стx}}$ – стехиометрическая концентрация газа и смеси, об. % (для бензина равна 2,1 (таблица 5.9 работы [5])).

В зоне детонационного взрыва $\Delta P_{\phi} = 1750 \text{ кПа}$.

Согласно [7] радиус выброса горящей жидкости из автоцистерны определяем по формуле:

$$R_{\text{выб.гж}} = 16d_{\text{ц}} = 16 \cdot 2,2 = 35,2 \text{ м},$$

где $d_{\text{ц}}$ – диаметр автоцистерны АЦ-10 (2,2 м).

Рассчитаем избыточное давление на фронте ударной волны при взрыве парогазовоздушной смеси по формуле [5] на удалении X от эпицентра взрыва 25 и 50 м:

$$\Delta P_{\phi} = 81 \frac{m_{\text{пр}}^{1/3}}{X} + 303 \frac{m_{\text{пр}}^{2/3}}{X^2} + 505 \frac{m_{\text{пр}}}{X^3} = 81 \frac{56,52^{1/3}}{25} + 303 \frac{56,52^{2/3}}{25^2} + 505 \frac{56,52}{25^3} = 21,37 \text{ кПа.}$$

На удалении X=50 м $\Delta P_{\phi} = 8,21 \text{ кПа}$.

Приведенная масса паров $m_{\text{пр}}$ определяется по формуле [5]:

$$m_{\text{пр}} = \frac{E_r}{E_{\text{тнт}}} m_{\text{пc}} k = \frac{46200}{4520} 55,3 \cdot 0,1 = 56,52 \text{ кг,}$$

где E_r – энергия взрыва газа бензина (определяется по таблице 5.9 [5] и равна 46 200 кДж/кг); $E_{\text{тнт}}$ – энергия взрыва тротила (тринитротолуола) (согласно таблице 5.6 [5] равна 4 520 кДж/кг); k – коэффициент участия горючих газов и паров в горении, принимаемый равным 0,1.

Согласно проведенным расчетам за счет ΔP_f жилые кирпичные многоэтажные здания на расстоянии 25 м могут получить сильные разрушения, а грузовые автомобили – слабые повреждения. На расстоянии 50 м жилые кирпичные многоэтажные здания могут получить слабые разрушения (таблица 5.1 [5]). На этих расстояниях люди могут получить повреждения легкой степени (5 кПа), в виде контузий и травм (10 – 20 кПа), а также повреждения за счет разрушения остекления в жилых домах. Следует отметить опасность возгорания зданий на расстоянии 25 м вследствие выброса горящей жидкости из автоцистерны, особенно при неблагоприятном направлении и большой скорости ветра.

Расчеты показывают, что пробитие и воспламенение бензина с последующим взрывом даже одного отсека в автоцистерне с содержанием 5,34 т приведет к детонации и воспламенению всего содержимого в автоцистерне за счет создания высокого избыточного давления ΔP_f при возгорании бензина в отсеке.

Таким образом, даже при соблюдении существующих правил по перевозке опасных грузов [8, 9] не обеспечивается в полной мере безопасность населения при транспортировке нефтепродуктов автомобильным транспортом в черте городской застройки в случае проведения террористических актов на маршрутах их перемещения. В основном эти правила предусматривают обеспечение безопасности перевозки нефтепродуктов автотранспортом при авариях, связанных с разгерметизацией автоцистерн при техногенных чрезвычайных ситуациях. В случаях подрыва или возгорания с последующим взрывом автоцистерны от пробития ее боеприпасами в результате теракта имеющиеся у водителя и сопровождающих лиц средства индивидуальной защиты их не спасут. Наличие стандартных средств пожаротушения в автомобиле может эффективно сработать в случаях разгерметизации и разлива лишь незначительного количества топлива и его воспламенения.

В случаях частичной разгерметизации автоцистерны с нефтепродуктами при террористических актах средствами стрелкового вооружения без последующего воспламенения оценку последствий целесообразно проводить, используя методику [10] по определению количества пролитого нефтепродукта для последующего определения массы паров во вторичном облаке. В этих случаях количество пролитой массы будет зависеть от общей площади пробоин и места их по высоте цистерны. При таком сценарии зона поражающих факторов будет меньше, чем в рассмотренных выше сценариях, но также может представлять опасность для движущегося за автоцистерной транспорта.

В связи с этим в настоящее время с учетом возрастания угроз проведения терактов и совершенствования способов и средств их осуществления следует пересмотреть и усилить меры безопасности при перевозке нефтепродуктов (особенно топлива) автотранспортом к потребителям в черте города на маршрутах их перемещения.

Пути повышения безопасности населения при перевозке нефтепродуктов автотранспортом в условиях возможного проведения теракта

Наряду с соблюдением существующих мер безопасности при перевозке опасных грузов при террористической угрозе для автотранспорта, перевозящего нефтепродукты, возможны следующие пути совершенствования мер безопасности по следующим направлениям:

1. Разработка и осуществление активных мер защиты по предотвращению терактов автотранспорта с нефтепродуктами на маршрутах перемещениях в черте населенных пунктов.
2. Повышение прочностных характеристик и конструкций автоцистерн.
3. Применение инновационных технологий перевозки нефтепродуктов с временным снижением уровня пожаровзрывоопасности.
4. Совершенствование организации способов и выбора безопасных маршрутов доставки нефтепродуктов потребителям в черте города.
5. Разработка способов оперативной ликвидации последствий теракта на автотранспорте, перевозящем нефтепродукты, на маршрутах перемещения.

Для предотвращения терактов при транспортировке автотранспортом нефтепродуктов на объекты в черте города целесообразно согласовывать время, дату и маршруты перемещения не только с ГИБДД, но и с местным отделом Федеральной службы безопасности (ФСБ). В планах по перемещению автотранспортом нефтепродуктов предусмотреть разработку мер по тесному взаимодействию отправителя с ГИБДД, ФСБ и территориальным органом МЧС России. С местным ГИБДД согласовывается оптимальный с точки зрения безопасности для окружающих маршрут и меры по сопровождению транспорта. С ФСБ согласовывается дата и время транспортировки, с МЧС России – обеспечение безопасности населения на маршруте в случае реализации теракта. В эскорте перемещения целесообразно иметь средства противодронной активной защиты, а в местах потенциально опасных рисков осуществления терактов следует организовать защиту с помощью средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ).

В целях повышения прочности корпуса автоцистерн, перевозящих нефтепродукты, к внешним воздействиям целесообразно совершенствование их конструкций путем разработки и использования перспективных материалов с повышенной устойчивостью пробиваемости для их изготовления. Для обеспечения приемлемого уровня безопасности при перевозке нефтепродуктов в черте города целесообразно изготавливать и использовать только автоцистерны с секциями. Вместимость каждой из секций не должна превышать значений топлива, при которых в случае их разгерметизации с воспламенением и взрывом могут получить повреждения ближайшие здания и люди в них. Предусмотреть оборудование автотранспорта с нефтепродуктами средствами пассивной противодронной защиты в виде навесных сеток.

Целесообразна разработка добавок на основе современных достижений нанотехнологий в содержимое автоцистерн с нефтепродуктами на этапе перемещения их в целях снижения их пожаровзрывоопасности.

Тщательная организация выбора оптимального маршрута, проходящего, по возможности, в менее населенной людьми части населенного пункта и вдали от потенциально опасных объектов и массового скопления людей позволяет снизить последствия терактов на таких объектах. Целесообразно перемещения осуществлять только в ночное время с соблюдением всех мер безопасности и выставлении сил охраны на маршруте на наиболее уязвимых участках с целью исключения теракта.

Целесообразно предварительное выдвижение оперативных групп МЧС России на потенциально опасные участки маршрута, где наиболее вероятно может быть осуществлен теракт в целях оперативной локализации и ликвидации последствий теракта.

Таким образом, поиск способов и дальнейшее совершенствование и реализация мероприятий по повышению безопасности населения при перевозке нефтепродуктов автотранспортом в условиях возможного проведения терактов на современном этапе позволит повысить уровень безопасности населения.

Список источников

1. Хиршман К. Изменения глобального терроризма // Evropeishce Sicherheit. 2000. № 5.
2. ГОСТ 33666–2015. Автомобильные транспортные средства для транспортирования и заправки нефтепродуктов. Технические требования. Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
3. Резервуары наземные технические характеристики и условия эксплуатации. URL: rezervuar.info (дата обращения: 10.02.2025).
4. СанПиН 2.21/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
5. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учеб. пособие. М.: Академия, 2011.

6. Нормы пожарной безопасности НПБ 107–97. Определение категорий наружных установок по пожарной опасности (приказ ГУГПС МВД РФ от 17 февр. 1997 г. № 8). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Временное методическое руководство по оценке экологического риска деятельности нефтебаз и АЗС от 21 дек. 1999 г. (Госкомитет Российской Федерации по охране окружающей среды.). Доступ из инф.-правового портала «Гарант».

8. Правила перевозки опасных грузов автотранспортом: постановление правительства Рос. Федерации от 15 апр. 2011 г. № 272. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9. ДОПОГ 2019 2020 (ADR 2019 2020). Международное соглашение о дорожной перевозке опасных грузов. Доступ из инф.-правового портала «Гарант».

10. Савчук О.Н. Системный анализ прогнозирования возможных последствий при авариях (разрушениях) химически опасных объектов: монография. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2012.

References

1. Hirshman K. Izmeneniya global'nogo terrorizma // Evropeishce Sicherheit. 2000. № 5.
2. GOST 33666–2015. Avtomobil'nye transportnye sredstva dlya transportirovaniya i zapravki nefteproduktov. Tekhnicheskie trebovaniya. Dostup iz inf.-pravovogo portala «Garant».
3. Rezervuary nazemnye tekhnicheskie harakteristiki i usloviya ekspluatacii. URL: rezervuar.info (data obrashcheniya: 10.02.2025).
4. SanPiN 2.21/2.1.1.1200–03. Sanitarno-zashchitnye zony i sanitarnaya klassifikaciya predpriyatiy, sooruzhenij i inyh ob"ektov. Dostup iz inf.-pravovogo portala «Garant».
5. Mastryukov B.S. Bezopasnost' v chrezvychajnyh situaciyah v prirodno-tehnogennoj sfere. Prognozirovanie posledstvij: ucheb. posobie. M.: Akademiya, 2011.
6. Normy pozharnoj bezopasnosti NPB 107–97. Opredelenie kategorij naruzhnyh ustanovok po pozharnoj opasnosti (priказ GUGPS MVD RF от 17 fevr. 1997 g. № 8). Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
7. Vremennoe metodicheskoe rukovodstvo po ocenke ekologicheskogo riska deyatel'nosti neftebaz i AZS ot 21 dek. 1999 g. (Goskomitet Rossijskoj Federacii po ohrane okruzhayushchey sredy.). Dostup iz inf.-pravovogo portala «Garant».
8. Pravila perevozki opasnyh gruzov avtotransportom: postanovlenie pravitel'stva Ros. Federacii ot 15 apr. 2011 g. № 272. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPlyus».
9. DOPOG 2019 2020 (ADR 2019 2020). Mezhdunarodnoe soglashenie o dorozhnoj perevozke opasnyh gruzov. Dostup iz inf.-pravovogo portala «Garant».
11. Savchuk O.N. Sistemnyj analiz prognozirovaniya vozmozhnyh posledstvij pri avariyah (razrusheniyah) himicheski opasnyh ob"ektov: monografiya. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2012.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 18.05.2025; одобрена после рецензирования: 05.06.2025; принята к публикации: 08.06.2025

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 18.05.2025; approved after review: 05.06.2025; accepted for publication: 08.06.2025

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