

Научная статья  
УДК 614.842/.847  
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2024.50.96.008

## Обеспечение тушения пожара полевого склада дизельного топлива

**Магомет Ибрагимович Саутиев**  
**Алексей Михайлович Данилов**  
**Павел Владимирович Ширинкин**  
**Сергей Александрович Макаров**

*Академия государственной противопожарной службы ГПС МЧС России, Москва, Россия*  
**Автор ответственный за переписку:** Магомет Ибрагимович Саутиев,  
*m.sautiev@academygps.ru*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается вопрос обеспечения пожарной безопасности в области тушения пожара дизельного топлива в обваловании. Обосновывается это тем, что местоположение месторождений по добыче нефти и газа труднодоступны. Хранение дизельного топлива для хозяйственных нужд объекта в районах неразвитой инфраструктурой происходит в эластичных полимерных резервуарах. Далее рассматривается проектный пожар, ограниченный обвалованием. Выполнена оценка безопасных расстояний, на которых возможно нахождение участников тушения пожара в различного рода защитной одежды. Следующий вопрос, решаемый авторами это требуемый расход огнетушащих веществ на тушение пожара дизельного топлива в обваловании. Нормативная интенсивность, на основе пены низкой кратности для нефтепродукта с температурой вспышки более 28 °С. Обосновано применение пены низкой кратности на основе фторированного пенообразователя как основного огнетушащего вещества. Определен запас пенообразователя, хранящегося на объекте защиты.

**Ключевые слова:** полевой склад, дизельное топливо, безопасное расстояние, тушение пожара пеной низкой кратности, фторированный пенообразователь

**Для цитирования:** Саутиев М.И., Данилов А.М., Ширинкин П.В., Макаров С.А. Обеспечение тушения пожара полевого склада дизельного топлива // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 2 (33). С. 168-176. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.50.96.008>

Original article

## Provision of fire extinguishing of the diesel fuel field warehouse

**Magomet I. Sautiev**  
**Aleksey M. Danilov**  
**Pavel V. Shirinkin**  
**Sergey A. Makarov**

*Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia*  
**Corresponding author:** Magomet I. Sautiev, *m.sautiev@academygps.ru*

**Abstract.** This article discusses the issue of ensuring fire safety in the field of extinguishing a diesel fuel fire in a collapse. This is justified by the fact that the location of oil and gas fields is difficult to access. Storage of diesel fuel for the economic needs of the facility in areas with undeveloped infrastructure takes place in elastic polymer tanks. Next, a design fire limited to collapse is considered. An assessment of the safe distances at which it is possible to find fire extinguishing participants in various types of protective clothing has been carried out. The next issue to be solved by the authors is the required consumption of fire extinguishing agents for extinguishing a diesel fuel fire in a collapse. Standard intensity, based on low-multiplicity foam for petroleum products with a flash point of more than 28 °C. The use of low-density foam based on a fluorinated foaming agent as the main extinguishing agent is justified. The stock of foaming agent stored at the protection facility has been determined.

**Keywords:** field warehouse, diesel fuel, fire extinguishing with foam of low multiplicity, fluorinated foaming agent

**For Citation:** Sautiev M.I., Danilov A.M., Shirinkin P.V., Makarov S.A. Provision of fire extinguishing of the diesel fuel field warehouse // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2024. № 2 (33). С. 168-176. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.50.96.008>

На сегодняшнее время отрасль по добыче нефти и газа и производству нефтепродуктов играет важную роль в экономике страны. Так, к примеру, за 2022 год федеральный бюджет пополнен на 11 586,2 млрд. руб. за счет реализации нефтегазовых продуктов [1]. Решение задач, стоящих перед нефтяной отраслью потребует поддержания добычи нефти и газового конденсата в период до 2024 года в диапазоне 555 - 560 млн. тонн, а в период до 2035 года - в диапазоне 490 - 555 млн. тонн [2].

Учитывая географическое местоположение месторождений по добыче нефти, расположенных в районах с неразвитой инфраструктурой, одним из решений по временному хранению дизельного топлива является применение эластичных полимерных (бескаркасных) резервуаров (далее – ПЭР). Полевые склады дизельного топлива предназначены для хранения, приемки и выдачи топлива, горюче-смазочных материалов для нужд объекта в непосредственной близости к потребителю – парку техники предприятия, организации.

Эластичный полимерный резервуар ПЭР-100Н (представлен на Рис.1) применяется для хранения горючих смазочных материалов в полевых условиях, при различных климатических условиях начиная от минус 55 °С и до плюс 50 °С. Основной материал оболочки, который используется при изготовлении хранилища это полиэфирная ткань баллистического плетения, в свою очередь она выполняет механическую прочность изделия, аналогию можно провести по силе с грузовой стропой. Полимерное непроницаемое покрытие с двух сторон инкапсулируется в ткань основы и выполняется из полиуретана специального топливного качества [3].



*Рис.1. Эластичный полимерный резервуар ПЭР-100Н (для дизельного топлива)*

В соответствии с требованиями норм пожарной безопасности все резервуары, как на стационарных, так и на полевых складах ГСМ и нефтебазах должны располагаться в непроницаемом для нефтепродуктов каре обвалования. Схема и пример размещения полевого склада дизельного топлива изображены на Рис.2.

Производители эластичных полимерных резервуаров выделяют ряд преимуществ ПЭР относительно стальных резервуаров, а именно:

- экономия до 70% капитальных затрат на устройство полевого склада горючего (доставка, монтаж, обслуживание и пр.);
- стоимость ПЭР в несколько раз ниже стальных резервуаров;
- высокая мобильность за счет веса и габаритов в транспортировочном виде;
- универсальность применения в различных климатических зонах в температурном диапазоне от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ ;
- неподверженность резервуара коррозии и неблагоприятным воздействиям окружающей среды;
- ПЭР рассчитаны на многократный цикл применения;

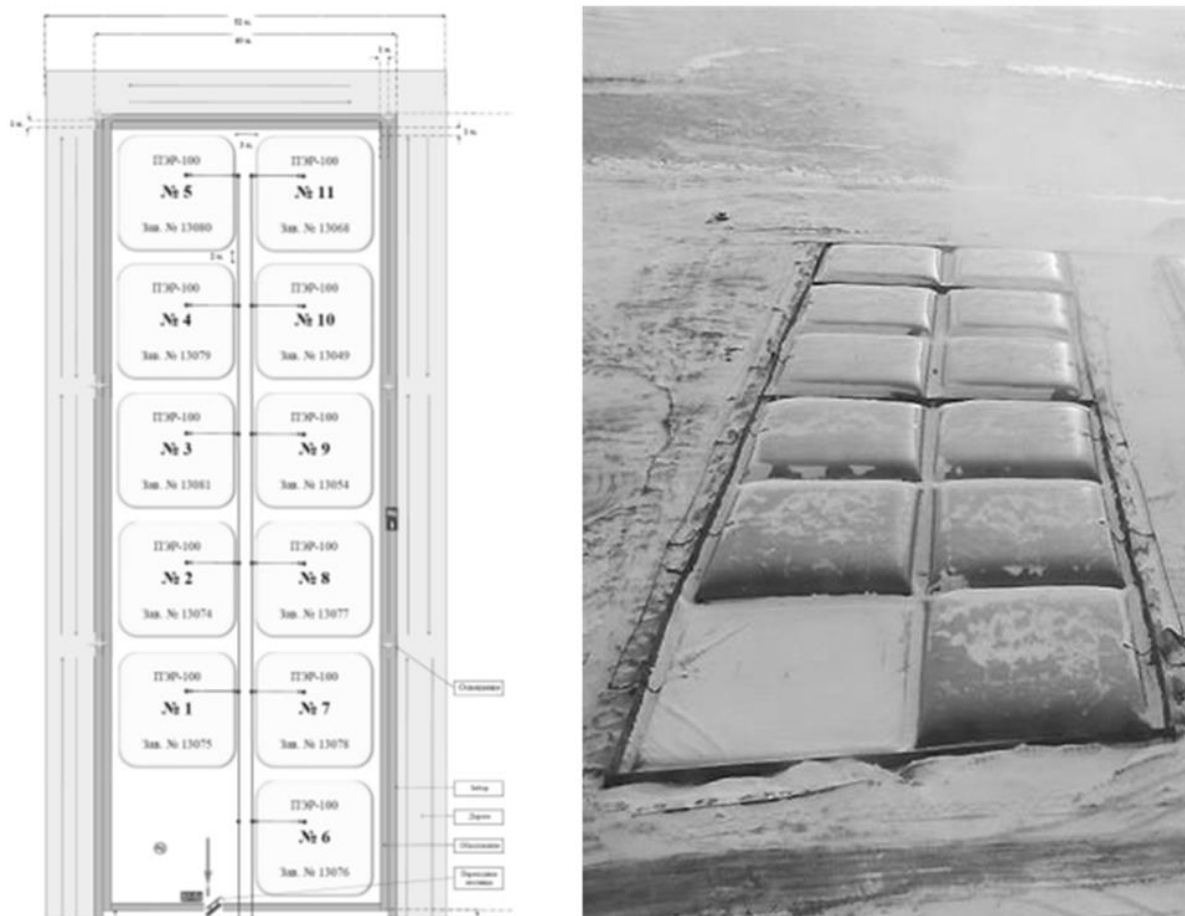


Рис.2. Схема и пример размещения полевого склада дизельного топлива

– быстрый и простой монтаж в течении нескольких дней не требующий специальной подготовки площадки и обустройства фундамента;

– экологическая безопасность и отсутствие техногенного загрязнения [4]. Применения ПЭР не требует рекультивации земель после эксплуатации мобильной нефтебазы.

Согласно статье 22 [5] тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ на каждом объекте защиты представляет действия направленные на спасение людей, имущества и ликвидацию пожаров.

Пожары нефтепродуктов в резервуарах отличаются характерными особенностями и возможной реализацией ряда специфических процессов, к примеру, образования паровоздушного облака, реализация пожара-вспышки, тепловое излучение от пожара пролива или огненного шара и прочих других. Для выполнения оценки пожарной опасности при проведении расчетов необходимо определить площадь максимального проектного пожара, которая зачастую может быть ограничена обвалованием. Однако в случае квазимгновенного разрушения резервуара может быть реализован сценарий, при котором происходит перелив жидкости через обвалование. При оценке возможности реализации события с квазимгновенным разрушением резервуара важную роль играет высота резервуара, которая учитывается при проведении расчетной оценки, к примеру, резервуар горизонтальный стальной объемом 100 м<sup>3</sup>, согласно техническим характеристикам, имеет высоту около 4,5 метров, резервуар вертикальный стальной имеет высоту около 6 метров, в то время как эластичный полимерный резервуар того же объема ПЭР-100Н имеет высоту всего 1,3 метра. Исходя из этого, можно отметить дополнительную положительную характеристику, связанную с тем, что низкая высота резервуара, снижает вероятность перелива жидкости через обвалование резервуара при его

квализмгновенном разрушении, что отражает зависимость доли перелившейся через обвалование жидкости, представленной на рис. ПЗ.3 Методики [6].

Рассматривая проектный пожар, ограниченный обвалованием, выполним оценку расстояний, на которых возможно нахождение участвующих в тушении пожара в различного рода защитной одежде. При выполнении расчетной оценки, принимаются следующие допущения:

- температура окружающей среды принимается максимальной температуре Московской области, равной 38 °С;

- при размещении одного резервуара, размеры ПЭР-100Н принимаются как для порожнего 8,2х11,4 м., расстояние от резервуара до обвалования принимается равным 1 метр.

- при групповом размещении принимается 4 резервуара ПЭР-100Н, расстояние между резервуарами и от резервуара до обвалования принимается равными 1 метр. При аварийной разгерметизации одного резервуара принимается, что в зоне пожара окажутся все резервуары, размещаемые в обваловании. Площадь обвалования принимается 500,5 м<sup>2</sup>.

- поверхность пролива – грунтовое покрытие.

Результаты определения безопасных расстояний для человека по тепловому потоку в результате реализации сценария пожара пролива в соответствии с Методикой [6] представлены в Таблице 1.

Для практических расчетов глубина тушения для ручных пожарных стволов принимается – 5 метров, а для лафетных стволов – 10 метров. При этом, исходя из результатов выполненных расчетов установлено, что тушение возможно производить исключительно в теплоотражающем костюме.

Исходя из конструктивных особенностей эластичных полимерных резервуаров, размещаемых в обваловании резервуарного парка, принимается, что в случае пожара при аварийной разгерметизации одного резервуара в зоне пожара окажутся все резервуары, размещаемые в обваловании. В связи, с чем расчеты по определению расходов и запасов огнетушащих веществ необходимо проводить исходя из площади обвалования (ограждения) резервуаров.

Для тушения пожара дизельного топлива принята воздушно-механическая пена низкой кратности. Для подачи пены низкой кратности на тушение пожара следует применять лафетные стволы (переносные, возимые – монтируемые на прицепе).

**Таблица 1. Результаты воздействия теплового потока на человека при реализации пожара пролива**

№ п/п	Объем диз. топлива, м <sup>3</sup> .	Площадь пролива, м <sup>2</sup> .	Степень возможного поражения человека	Интенсивность теплового излучения q (кВт/м <sup>2</sup> )	Расстояние, м
1	100	136,7	Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4	47,14
			Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	24,37
			Непереносимая боль через 20 - 30 с. Ожог 1 степени через 15 - 20 с. Ожог 2 степени через 30 - 40 с.	7,0	17,82
			Непереносимая боль через 3 - 5 с. Ожог 1 степени через 6 - 8 с.	10,5	13,38

№ п/п	Объем диз. топлива, м <sup>3</sup> .	Площадь пролива, м <sup>2</sup> .	Степень возможного поражения человека	Интенсивность теплового излучения q (кВт/м <sup>2</sup> )	Расстояние, м
			Ожог 2 степени через 12 - 16 с.		
			Безопасно в теплоотражающем пожарном костюме (ТОК-800) поверх боевой одежды пожарных (БОП-1) в течение 960 секунд	18	8,66
2	400	500,5	Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4	75,76
			Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	39,8
			Непереносимая боль через 20 - 30 с. Ожог 1 степени через 15 - 20 с. Ожог 2 степени через 30 - 40 с.	7,0	29,3
			Непереносимая боль через 3 - 5 с. Ожог 1 степени через 6 - 8 с. Ожог 2 степени через 12 - 16 с.	10,5	22,10
			Безопасно в теплоотражающем пожарном костюме (ТОК-800) поверх боевой одежды пожарных (БОП-1) в течение 960 секунд	18	14,51

Определим требуемый расход раствора пенообразователя на тушение разлива дизельного топлива за расчетное время тушения ( $T_{расч.туш}$ ). Принимаем худший сценарий развития пожара – разгерметизация одного резервуара с дальнейшей эскалацией пожара в обваловании. При этом разрушение всех резервуаров ПЭР-100Н в обваловании и прогрев слоя дизельного топлива займет определённое время, что будет способствовать минимальному затрачиваемому времени при тушении пожара. В связи с этим принято расчетное время тушения пожара 15 минут.

Требуемый расход раствора пенообразователя рассчитывается исходя из нормативной интенсивности подачи раствора пенообразователя и площади пожара. Одним из главных факторов, определяющих нормативную интенсивность подачи раствора пенообразователя, является физико-химические свойства горючего – дизельного топлива.

Требуемый расход раствора пенообразователя на тушение разлива в полевом складе дизельного топлива за  $T_{расч.туш} = 15$  мин составит:

$$Q_{p-ра} = S_t * I = 400 * 0,05 = 20 \text{ л/с}$$

где:

$S_t$  – расчетная площадь тушения пожара;

$I$  – нормативная интенсивность подачи раствора пенообразователя, л/(с·м<sup>2</sup>).

$I = 0,05$  л/(с·м<sup>2</sup>) пенной низкой кратности для нефтепродукта с температурой вспышки более 28 °С (приложения А Табл. А.1 [7]).

Для тушения пожара принят наиболее эффективный пенообразователь – фторированный «пленкообразующий» типа AFFF. После прекращения подачи пены, полученной на основе пенообразователя типа AFFF, при полной ликвидации горения на всей поверхности горючей жидкости образуется устойчивый пенный слой толщиной до 10 см, который в течение 2-3 ч защищает поверхность горючей жидкости от повторного воспламенения.

Количество стволов подачи пены низкой кратности (лафетных стволов подачи пены низкой кратности) вычисляется по формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{р-ра}}}{Q_{\text{ф.пр}}} = \frac{20}{20} = 1 \text{ ствол}$$

Исходя из расхода одного лафетного ствола подачи пены и необходимого количества стволов, расход раствора пенообразователя принимается 20 л/с (допускается применение одного лафетного ствола подачи пены низкой кратности с расходом 20 л/с).

При анализе результатов научных исследований в области тушения пожаров, выяснилось, что глубина тушения пожара лафетным стволом может составлять от 16,6 до 21,5 м [8]. В свою очередь в справочнике РТП глубина тушения лафетным стволом составляет 10 м [9].

При определении расчетной площади тушения легковоспламеняющихся жидкостей или горючих жидкостей следует учитывать расход огнетушащего вещества, обращая внимание на интенсивность их подачи на один квадратный метр. Исходя из вышесказанного расчетная площадь тушения, 400 м<sup>3</sup> принимается для наземных резервуаров, которые в свою очередь состоят в одной группе резервуаров общим объемом не более 4000 м<sup>3</sup> – в границах обвалования этой группы, но не более 300 м<sup>2</sup> расчетной площади тушения.

Данное требование распространяется на углеводородный пенообразователь. Так в статье показано, что раствор на основе углеводородного пенообразователя не только не способен к растеканию по топливу, но и преимущественно смачивается топливом. В результате огнетушащая эффективность углеводородного пенообразователя значительно хуже, чем у фторированного пленкообразующего пенообразователя. При этом критическая и оптимальная интенсивность пен на основе фторированного пенообразователя в 3-4 раза выше, чем у пены на основе углеводородного пенообразователя [10]. Отсюда следует что при использовании фторированного пленкообразующего пенообразователя эффективность тушения будет выше, что дает возможность принять площадь тушения большую на 33 %. Тогда расчетная площадь тушения составит 400 м<sup>2</sup>.

Фактический расход по воде при концентрации пенообразователя 1 % составит:

$$Q_{\text{ф.в}} = Q_{\text{р-ра}} * K_{\text{ПО}} = 20 * 0,99 = 19,8 \text{ л/с}$$

Фактический расход по пенообразователю составит:

$$Q_{\text{ф.по}} = Q_{\text{р-ра}} - Q_{\text{ф.в}} = 20 - 19,8 = 0,2 \text{ л/с}$$

Учитывая площадь пролива в группе обвалования S=500,5 м<sup>2</sup> и хранящиеся в объеме 400 м<sup>3</sup> дизельного топлива, при разгерметизации одного резервуара с дальнейшей эскалацией пожара в пределах обвалования группы резервуарного парка высота слоя дизельного топлива составит 0,8 м. Отсюда следует что при скорости выгорания дизельного топлива 0,2 м/ч, полностью выгорание дизельного топлива произойдет за 4 часа [9].

При учете подачи одного лафетного ствола на тушение пожара время тушения составит более 2 часов. В связи с этим было принято подавать сразу два лафетных ствола на тушение пожара с расходом более 20 л/с каждый, что в свою очередь сократит время тушения пожара почти в два раза.

Расчетная площадь тушения пожара двумя лафетными стволами составляет S<sub>туш</sub>=800 м<sup>2</sup>, площадь обвалования резервуарного парка дизельного топлива составляет S<sub>п</sub>=3724 м<sup>2</sup>, отсюда следует необходимый запас пенообразователя на время тушения пожара составит:

при концентрации пенообразователя 1 %:

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{ф.по}} * T_{\text{расч.туш}} * \frac{S_{\text{П}}}{S_{\text{туш}}} * K = \frac{0,4}{1000} * 15 * 60 * \frac{3724}{800} * 3 = 5,02 \text{ м}^3$$

где:  $Q_{\text{ф.по}}$  – фактический расход по пенообразователю;

$T_{\text{расч.туш}} = 15$  мин (расчетное время тушения пожара принимается – 15 мин (прил. А3 [7])).

$K$  – коэффициент запаса пенообразователя (принимается  $K=3$ )

На основании результатов проведенных расчетов, необходимо сделать вывод, что:

– Безопасное расстояние от места пожара без негативных последствий для организма в течение длительного времени составит 76 метров, а при тушении пожара в теплоотражающем пожарном костюме ТОК-800 поверх боевой одежды пожарных БОП-1 в течение 960 секунд безопасное расстояние составит 15 метров;

– для подачи воздушно-механической пены низкой кратности целесообразно применять переносные лафетные стволы с осциллятором, с расходом не менее 20 л/с, предназначенные для формирования сплошной струи пены низкой кратности или сплошной компактной струи;

– нормативный запас пенообразователя, необходимый на тушение максимального проектного пожара составит 5,02 м<sup>3</sup>.

### Список источников

1. Сведения о формировании и использовании дополнительных нефтегазовых доходов федерального бюджета // Минфин России: сайт. – URL: [https://minfin.gov.ru/ru/statistics/fedbud/oil?id\\_57=122094-svedeniya\\_o\\_formirovanii\\_i\\_ispolzovanii\\_dopolnitelnykh\\_neftegazovykh\\_dokhodov\\_federalnogo\\_byudzheta\\_v\\_2018-2022\\_godu](https://minfin.gov.ru/ru/statistics/fedbud/oil?id_57=122094-svedeniya_o_formirovanii_i_ispolzovanii_dopolnitelnykh_neftegazovykh_dokhodov_federalnogo_byudzheta_v_2018-2022_godu) (дата обращения 18.09.2023).
2. Российская Федерация. Об Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г. Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р // КонсультантПлюс: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_354840/feb387ba6cb412e94e5c4fd72de0228c1a68af25/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354840/feb387ba6cb412e94e5c4fd72de0228c1a68af25/) (дата обращения 13.09.2023).
3. Барышев И.Г. Мобильные полевые склады горючего - эластичные резервуары высокоэффективные технологии ТЭК // Научно-технический журнал «Экспозиция Нефть Газ» 2013, № 5 (30), С. 54-57. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_20212061\\_70427224.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_20212061_70427224.pdf) (дата обращения 02.05.2023).
4. Мальцев В. Эффективное решение для организации полевых складов горючего в арктических условиях // Научно-технический журнал «Экспозиция Нефть Газ» 2015, № 4 (43), С.74-77. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23820029\\_40069253.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23820029_40069253.pdf) (дата обращения 25.05.2023).
5. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ // КонсультантПлюс: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения 05.10.2023).
6. Российская Федерация. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: Приказ МЧС России от 10 июля 2009 года №404 // Гарант: сайт. – URL: <https://base.garant.ru/196118> (дата обращения: 07.10.2023).
7. Российская Федерация. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности Свод правил 155.13130.2014: Приказ МЧС России от 26 декабря 2013 г. № 837 Гарант: сайт. – URL: [https://base.garant.ru/70586964/#block\\_1000](https://base.garant.ru/70586964/#block_1000) (дата обращения: 12.10.2023).
8. Денисов А.Н., Журавлев Н.М., Шевцов М.В., Захаревский В.Б. Глубина тушения пожара как основание для ресурсного обоснования сил и средств пожарных подразделений // Интернет-журнал Технологии техносферной безопасности 2011, № 5 (39), С 1-9. URL: <https://agps-2006.narod.ru/ttb/2011-5/02-05-11.ttb.pdf> (дата обращения: 03.05.2023).
9. Повзик Я.С. Справочник РТП. – М.: ЗАО «Спецтехника», 2000 – 361с.
10. Хиль Е.И., Саутиев М.И., Шароварников А.Ф., Бастриков Д.Л. Сравнительная огнетушащая эффективность углеводородных и фторсодержащих пенообразователей // Научно-технический журнал «Пожаровзрывобезопасность» 2015, ТОМ 24, № 2, С 71-75. URL: <https://www.fire-smi.ru/jour/article/view/364> (дата обращения: 09.02.2023).



## References

1. Information on the formation and use of additional oil and gas revenues of the federal budget // Ministry of Finance of the Russian Federation: website. – URL: [https://minfin.gov.ru/ru/statistics/fedbud/oil?id\\_57=122094-svedeniya\\_o\\_formirovani\\_i\\_ispolzovanii\\_dopolnitelnykh\\_neftegazovykh\\_dokhodov\\_federalnogo\\_byudzheta\\_v\\_2018-2022\\_godu](https://minfin.gov.ru/ru/statistics/fedbud/oil?id_57=122094-svedeniya_o_formirovani_i_ispolzovanii_dopolnitelnykh_neftegazovykh_dokhodov_federalnogo_byudzheta_v_2018-2022_godu) (accessed 09.18.2023).
2. Russian Federation. On the Energy Strategy of the Russian Federation for the period up to 2035, Decree of the Government of the Russian Federation No. 1523-r dated June 9, 2020 // ConsultantPlus: website. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_354840/feb387ba6cb412e94e5c4fd72de0228c1a68af25/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354840/feb387ba6cb412e94e5c4fd72de0228c1a68af25/) (accessed 09.13.2023).
3. Baryshev I.G. Mobile field fuel depots - elastic reservoirs highly efficient technologies of fuel and energy complex // Scientific and technical journal «Exposition Oil Gas» 2013, No. 5 (30), pp. 54-57. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_20212061\\_70427224.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_20212061_70427224.pdf) (accessed 02.05.2023).
4. Maltsev V. An effective solution for the organization of field fuel depots in Arctic conditions // Scientific and technical journal «Exposition Oil Gas» 2015, No. 4 (43), pp.74-77. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23820029\\_40069253.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23820029_40069253.pdf) (accessed 05.25.2023).
5. Russian Federation. Laws. On Fire Safety, Federal Law No. 69-FZ of December 21, 1994 // ConsultantPlus: website. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (accessed 05.10.2023).
6. Russian Federation. Methodology for determining the calculated values of fire risk at production facilities: Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated July 10, 2009 No. 404 // Garant: website. – URL: <https://base.garant.ru/196118> (date of application: 07.10.2023).
7. Russian Federation. Warehouses of oil and petroleum products. Fire safety requirements Code of Rules 155.13130.2014: Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated December 26, 2013 No. 837 Guarantor: website. – URL: [https://base.garant.ru/70586964/#block\\_1000](https://base.garant.ru/70586964/#block_1000) (date of application: 12.10.2023).
8. Denisov A.N., Zhuravlev N.M., Shevtsov M.V., Zakharevsky V.B. The depth of fire extinguishing as a basis for resource justification of the forces and means of fire departments // Online Journal of Technosphere Safety Technology 2011. No. 5 (39). From 1-9. URL: <https://agps-2006.narod.ru/ttb/2011-5/02-05-11.ttb.pdf> (date of reference: 05.03.2023).
9. Povzik Ya.S. Handbook of RTP. – M.: CJSC "Special Equipment", 2000 – 361s.
10. Khil E.I., Sautiev M.I., Sharovarnikov A.F., Batrikov D.L. Comparative fire extinguishing efficiency of hydrocarbon and fluorinated foaming agents // Scientific and technical journal "Fire and Explosion safety" 2015. VOLUME 24, No. 2. FROM 71-75. URL: <https://www.fire-smi.ru/jour/article/view/364> (date of application: 02.09.2023).

### Информация об авторах

М. И. Саутиев – кандидат технических наук

П. В. Ширинкин – кандидат технических наук, доцент

С.А. Макаров – кандидат технических наук, доцент

### Information about the author

M. I. Sautiev – Ph.D. of Engineering Sciences

P. V. Shirinkin – Ph.D. of Engineering Sciences, associate professor

S.A. Makarov – Ph.D. of Engineering Sciences, associate professor

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 23.05.2024; одобрена после рецензирования 06.06.2024; принята к публикации 13.06.2024.

The article was submitted 23.05.2024, approved after reviewing 06.06.2024, accepted for publication 13.06.2024.