

УДК 621.642.3

Цыдыпов Базарсадо Сергеевич

Tsydyпов Bazarsado Sergeevich

Магистрант

Master student

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of

Emergency Situations of Russia

Железногорск, Россия

Zheleznogorsk, Russia

РАСЧЕТ ИНДИВИДУАЛЬНОГО И СОЦИАЛЬНОГО РИСКОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НЕФТЕБАЗЫ

CALCULATION OF INDIVIDUAL AND SOCIAL RISKS FIRE HAZARD OF OIL DEPOSITS

Аннотация: Расчеты рисков пожарной опасности, прогнозирование объемов и площадей разливов нефтепродуктов, границы зон чрезвычайных ситуаций с учетом результатов оценки рисков, ситуационные модели наиболее опасных чрезвычайных ситуаций и их социально-экономических последствий нефтебазы.

Abstract: Calculations of fire hazard risks, forecasting the volumes and areas of oil spills, the boundaries of emergency zones, taking into account the results of risk assessment, situational models of the most dangerous emergencies and their socio-economic consequences of the tank farm.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, технологический процесс, резервуарный парк, горючая среда, разгерметизация, розлив, пожарный риск.

Key words: fire, fire safety, technological process, tank farm, combustible medium, depressurization, bottling, fire risk.

Для определения потенциальных источников разливов нефти и нефтепродуктов в соответствии с требованиями Постановления Правительства

РФ № 2451 от 31.12.2020 г., особое внимание уделено максимально возможным разливам нефтепродуктов. Установленные возможные потенциальные источники разливов нефти и нефтепродуктов, являются объектами основной технологической цепи [9, 10].

Особую опасность для персонала нефтебазы могут представлять участки слива нефтепродуктов из железнодорожных цистерн и их налива в автомобильные цистерны, при этом наибольшие потери в случае аварии (ЧС) могут произойти именно на железнодорожной эстакаде.

Сливной фронт светлых нефтепродуктов (железнодорожная эстакада) как потенциальный источник разлива нефтепродуктов, имеет намного большие размеры, включая индивидуально взятые железнодорожные цистерны, чем автоцистерны, находящиеся на соответствующей площадке налива.

Прогнозирование объемов и площадей разливов нефтепродуктов

В соответствии с утвержденными критериями [9] максимально возможный объем разлившихся нефтепродуктов при эксплуатации железнодорожных цистерн определяется как 50 процентов общего объема цистерны в железнодорожном составе. Эксплуатируемый на нефтебазах сливной фронт в среднем предназначен на 4 вагон – цистерны емкостью по 60 тн. На основании вышеизложенного, максимальная возможность разлива принимается равной 50% состава, т.е. 120 тн. На нефтебазах в основном производственная площадка эстакады слива исполнена из монолитного железобетона и оборудована отбортовкой для предотвращения разлива топлива при аварийной ситуации с отводом топлива в аварийные подземные резервуары высотой 0,2 м: 1 резервуар объемом 80 м³ и 2 резервуара объемом – 60 м³ (на примере ПАО «Нефтемаркет»). В связи с вышеизложенным, при аварии с железнодорожными цистернами весь объем разлившихся нефтепродуктов (120 м³) самотеком поступит в резервуары аварийного слива, вследствие чего площадь разлива будет соответствовать огражденной территории эстакады и составляет, как было показано ранее, 180 м².

Границы зон чрезвычайных ситуаций с учетом результатов оценки риска разливов нефтепродуктов

Для определения вероятности (частоты) возникновения аварий на сливно-наливной ж/д эстакаде используются среднестатистические данные частот отказов (разгерметизации) технологического оборудования (таблица 1).

Таблица 1 – Статистические данные по оценке частоты отказов оборудования на объектах транспортировки нефтепродуктов

Тип отказа оборудования	Вероятность отказа (инцидента)	Масштабы сброса опасных веществ
-------------------------	--------------------------------	---------------------------------

Разгерметизация (частичное разрушение) ж/д цистерны (в т.ч. разрыв сварных швов и фланцев трубопроводов обвязки)	10^{-4} в год	Объем, вытекший через отверстие диаметром 25 мм за время перекрытия потока
Полное разрушение ж/д цистерны	10^{-5} в год	Содержимое ж/д цистерны
Разрыв соединительных рукавов при сливе/наливе железнодорожных цистерн	10^{-2} на 1 шланг (рукав) в год	Объем сброса, вытекший через сливное отверстие за время перекрытия потока

Таким образом, степень риска возникновения аварий на сливо-наливной ж/д эстакаде составит:

- разгерметизация шланга при сливе нефтепродукта с ж/д цистерны — $15 \cdot 10^{-2}$ аварий в год;
- полное разрушение ж/д цистерны — 10^{-5} аварий в год;
- разгерметизация ж/д цистерны — 10^{-4} аварий в год.

Аварии, связанные с выходом нефтепродукта в окружающую среду, могут развиваться следующим образом:

- если в момент аварийного выброса имеется источник зажигания, происходит мгновенное воспламенение паров продукта и возникновение «огненного шара» или горение факела струи выброса;
- если в момент аварийного выброса отсутствует источник зажигания, происходит образование взрывоопасного облака (в 20% образующееся облако рассеивается), дрейф облака, попадание облака в зону нахождения источника зажигания, взрыв облака.

Вероятность реализации различных сценариев аварии рассчитывают по формуле [13]:

$$Q(A_i) = P_{ав} \cdot Q(A_i)_{ст}, \quad (1)$$

где $P_{ав}$ – вероятность аварийного выброса (разгерметизация резервуара, трубопровода); $Q(A_i)_{ст}$ – статистическая вероятность развития аварии, определяется по таблице 2.

Результаты расчета вероятностей аварий на ж/д эстакаде нефтебазы представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Статистическая вероятность развития аварии

Сценарий аварии	Вероятность	Сценарий аварии	Вероятность
Факел	0,0574	Сгорание с развитием	0,0119
Огненный шар	0,7039	избыточного давления	
Горение пролива	0,0287	Без горения	0,0292
Сгорание облака	0,1689	Итого	1

Таблица 3 – Вероятность аварий на ж/д эстакаде нефтебазы

Авария	Вероятность возникновения аварии	Сценарий развития аварии	Вероятность сценария	Вероятность сценария аварии год ¹
Полное разрушение цистерны	10 ⁻⁵	C1 - Без горения	0,0292	2,92·10 ⁻⁷
		C2 - Факел	0,0574	5,74·10 ⁻⁷
		C3 - Огненный шар	0,7039	7,039·10 ⁻⁶
		C4 - Сгорание с развитием избыточного давления	0,0119	1,19·10 ⁻⁷
		C5 - Горение пролива	0,0287	2,87·10 ⁻⁷
Разгерметизация цистерны	10 ⁻⁴	C1 - Без горения	0,0292	2,92·10 ⁻⁶
		C2 - Факел	0,0574	5,74·10 ⁻⁶
		C3 - Огненный шар	0,7039	7,039·10 ⁻⁵
		C4 - Сгорание с развитием избыточного давления	0,0119	1,19·10 ⁻⁶
		C5 - Горение пролива	0,0287	2,87·10 ⁻⁶
Разгерметизация шланга при сливе нефтепродукта с ж/д цистерны	15·10 ⁻²	C1 - Без горения	0,0292	4,38·10 ⁻³
		C2 - Факел	0,0574	8,61·10 ⁻³
		C3 - Огненный шар	0,7039	1,056·10 ⁻¹
		C4 - Сгорание с развитием избыточного давления	0,0119	1,785·10 ⁻³
		C5 - Горение пролива	0,0287	4,31·10 ⁻³

Значения параметров опасного фактора пожара, при которых наблюдается тот или иной уровень поражения людей (детерминированные критерия).

В случае использования детерминированных критериев условная вероятность поражения принимается равной 1, если значение критерия превышает предельно-допустимый уровень, и равной 0, если значение критерия не превышает предельно допустимый уровень поражения людей.

Возможные критерии показывают, какова условная вероятность поражения людей при заданном значении ОФП.

Для необходимости определения условной вероятности поражения человека при быстром сгорании паровоздушной смеси в открытом пространстве, находящегося вне здания, волной давления используем пробит - функцию определенного вида. Формулы для пробит - функции для воздействия волны давления на человека, находящегося вне здания, имеют вид [13]:

$$\bar{P} = \frac{\Delta P}{P_0}; \quad (2)$$

$$\bar{i} = \frac{I^+}{P_0^{1/2} \cdot m^{1/3}}; \quad (3)$$

$$S = \frac{4,2}{\bar{P}} + \frac{1,3}{\bar{i}}; \quad (4)$$

$$P_r = 5,0 - 5,74 \cdot \ln S, \quad (5)$$

где m - масса тела человека, кг;

ΔP - избыточное давление волны давления, Па;

I^+ - импульс волны давления, Па·с;

P_0 - атмосферное давление, Па.

Для того чтобы определить значение условной вероятности поражения человека, находящегося вне здания, при быстром сгорании паровоздушной смеси в открытом пространстве определяем по таблице П4.2 [13]:

$$Q_{в.д.} = 0.$$

Для определения величины эффективного времени экспозиции (t) используем формулу [13]:

$$t = t_0 + \frac{x}{u}, \quad (6)$$

$$t = 5 + \frac{105}{5} = 26.$$

где t_0 – характерное время, за которое человек обнаруживает пожар и принимает решение;

x – расстояние от места расположения человека до безопасной зоны;

u – средняя скорость движения человека к безопасной зоне.

Для того чтобы оценить поражение человека тепловым излучением пожара пролива используем пробит-функцию вида [13]:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}), \quad (7)$$

где t - эффективное время экспозиции, с;

q - интенсивность теплового излучения, кВт/м².

В данном случае значение условной вероятности поражения человека тепловым излучением пожара пролива будет определяться по следующей таблице П4.2 [13]:

$$Q_{п.п.} = 1.$$

Для определения величины эффективного времени экспозиции (t) применяемо формулу:

$$t = 0,92 \cdot m^{0,303}; \quad (8)$$

где m - масса горючего вещества, участвующего в образовании огненного шара, кг;

Для того чтобы оценить поражение человека тепловым излучением огненного шара используем пробит-функцию вида [13], подобную записанной выше:

$$Pr = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q_{\text{о.ш.}}^{4/3}). \quad (9)$$

Также значение условной вероятности поражения человека тепловым излучением огненного шара определяем по таблице П4.2 [13]:

$$Q_{\text{о.ш.}} = 1.$$

Индивидуальный пожарный риск для работника объекта – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий.

Величину потенциального пожарного риска $P(r)$ в определенной точке (r) на территории объекта при эксплуатации резервуара с нефтью определим по формуле [13]:

$$P(r) = \sum_{j=1}^J Q_{dj}(r) \cdot Q_j, \quad (10)$$

где Q_i – частота реализации в течение года i -го сценария развития пожароопасной ситуации (год^{-1})

$Q_{dj}(r)$ – условная вероятность поражения человека в определенной точке территории (r) в результате реализации i -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающему определенному иницирующему аварии событию.

$$P(r) = Q_1 Q_{\text{п.п}} + Q_2 Q_{\text{в.д.п.п}} + Q_3 Q_{\text{о.ш.}}, \text{ год}^{-1}. \quad (11)$$

Для того чтобы определить вероятность нахождения работника на расстоянии r от центра резервуара (то есть на рабочем месте) применим формулу [13]:

$$P_{\text{при}} = \frac{\tau_i \cdot n_i}{T}, \quad (12)$$

где τ_i – время нахождения работающего в пределах зон поражающих факторов в одну смену, ч;

T – количество часов в году;

n_i – количество рабочих смен в году. Примечание- $\tau = 0,5-7$ ч, $T = 8760$ ч и $n = 226$ смен (1 смена в сутки):

$$P_{\text{при}} = \frac{7 \cdot 226}{8760} = 0,181.$$

Из следующего выражения можем определить величину индивидуального пожарного риска (R_m) для работника:

$$R_m = P(r) P_{\text{при}}, \text{ год}^{-1}. \quad (13)$$

В соответствии со ст. 93 [14] нормативные значения индивидуального пожарного риска регламентируются для работника объекта защиты.

Параметры расчетов условной вероятности поражения человека избыточным давлением представлены в таблице 4. Параметры расчетов условной вероятности поражения человека тепловым излучением представлены в таблице 5.

При расчете индивидуального риска учитываем вероятности сгорания с развитием избыточного давления и образованием «огненного шара», вероятности развития аварии в остальных случаях принимаем равным 0.

Таблица 4 – Параметры расчетов условной вероятности поражения человека избыточным давлением

Характер повреждений	Радиус зоны, м	Избыточное давление, Па	Импульс волны давления, i Па·с	Пробит-функция, P_r	Условная вероятность поражения человека
Разгерметизация шланга для слива нефтепродукта с ж/д цистерны					
Повреждение человека волной давления	20	296000	944,2	7,85	0,998
	50	46924	377,7	5,638	0,74
Разгерметизация ж/д цистерны с перегретым нефтепродуктом					
Повреждение человека волной давления	10	417000	639,5	6,9	0,97
	50	19561	127,9	3,058	0,02

Таблица 5 – Параметры расчетов условной вероятности поражения человека тепловым излучением

Характер повреждений	Радиус зоны	Интенсивность теплового излучения, кВт/м ²	Время существования «огненного шара», с	Пробит-функция, P_r	Условная вероятность поражения человека
Разгерметизация ж/д цистерны с образованием «огненного шара»					
Повреждение человека тепловым излучением	10	111,8	22	9,07	-
	50	97,6	22	8,6	0,99
Разгерметизация шланга для слива нефтепродукта с ж/д цистерны с возгоранием					
Повреждение человека тепловым излучением	10	116	-	10,6	-
	50	50	-	7,7	0,99

Индивидуальный риск R , год⁻¹, составит:

Авария: разгерметизация ж/д цистерны

$$Q_{10} = 1,19 \cdot 10^{-6} \cdot 0,97 + 7,039 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 7,154 \cdot 10^{-5}$$

$$Q_{50} = 1,19 \cdot 10^{-6} \cdot 0,02 + 7,039 \cdot 10^{-5} \cdot 0,99 = 7,207 \cdot 10^{-5}$$

Авария: полное разрушение ж/д цистерны

$$Q_{10} = 1,19 \cdot 10^{-7} \cdot 0,97 + 7,039 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 7,154 \cdot 10^{-6}$$

$$Q_{50} = 1,19 \cdot 10^{-7} \cdot 0,02 + 7,039 \cdot 10^{-6} \cdot 0,99 = 7,207 \cdot 10^{-6}$$

Авария: разгерметизация шланга при сливе нефтепродукта

$$Q_{20} = 1,785 \cdot 10^{-3} \cdot 0,998 + 7,039 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 1,851 \cdot 10^{-3}$$

$$Q_{50} = 1,785 \cdot 10^{-3} \cdot 0,74 + 7,039 \cdot 10^{-5} \cdot 0,99 = 1,391 \cdot 10^{-3}$$

При взрыве ТВС возможное число погибших людей N составит:
Разгерметизация шланга для слива нефтепродукта с ж/д цистерны

$$N = 0,998 \cdot 8 = 8.$$

Разгерметизация ж/д цистерны с перегретым нефтепродуктом

$$N = 0,495 \cdot 8 = 4.$$

Возможное число погибших людей N при образовании «огненного шара» составит:

Разгерметизация ж/д цистерны

$$N = 0,99 \cdot 8 = 8.$$

Возможное число погибших людей N при горении разлившихся нефтепродукта составит (разгерметизация шланга для слива нефтепродукта с ж/д цистерны):

$$N = 0,99 \cdot 8 = 8.$$

Для работников нефтебазы социальный риск для всех сценариев аварий принимаем равным 0. Исключением является сценарий разгерметизации ж/д цистерны, для которого социальный риск составит:

$$S = 1,19 \cdot 10^{-7} + 7,039 \cdot 10^{-6} = 7,158 \cdot 10^{-6}.$$

Таким образом, социальный риск для работников нефтебазы составит $7,158 \cdot 10^{-6}$.

Ситуационные модели наиболее опасных чрезвычайных ситуаций и их

социально-экономических последствий для персонала, населения и окружающей среды прилегающей территории

На объектах нефтяных баз наиболее вероятными и опасными аварийными ситуациями, связанными с разливами нефтепродуктов, являются:

- разрушение (разгерметизация) резервуара с нефтепродуктом;
- разрушение (разгерметизация) железнодорожного состава на маневровых путях;
- разгерметизация пожарной автоцистерны;
- разгерметизация технологического трубопровода.

Возможными последствиями разлива нефтепродукта на объектах нефтебазы являются:

- при испарении нефтепродукта - выброс в атмосферу загрязняющих веществ с поверхности разлива;
- возгорание разлива нефтепродукта;
- при возгорании разлива ожидается выброс в окружающую среду токсичных продуктов горения нефтепродукта;
- загрязнение территории промышленной площадки нефтяных баз;
- гибель и травмирование персонала нефтебазы, находящегося в зоне поражения при возникновении пожара разлива нефтепродукта;
- повреждение технологического оборудования, зданий и сооружений нефтебазы, находящихся в зоне действия при возникновении пожара разлива нефтепродукта;
- экономические потери, обусловленные нарушением нормальной работы нефтебазы.

В таблице 6 представлены сценарии развития наиболее опасных аварийных ситуаций, разработанные с учетом требований к разработке планов ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов – разлив нефтепродукта без возгорания, разлив нефтепродукта с последующим возгоранием.

Таблица 6 – Прогноз развития наиболее опасных аварийных ситуаций

№ п/п	Аварийные положения	Прогноз развития аварийной ситуации
1	2	3
1	Разрушение резервуара вертикального стального	<ul style="list-style-type: none"> – разрушение резервуара → разлив нефтепродукта с выходом за пределы обвалования резервуарного парка → распространение разлива нефтепродукта по территории промышленной площадки нефтебазы → загрязнение территории промышленной площадки нефтебазы, прилегающей территории, а также загрязнение атмосферного воздуха; – разрушение резервуара хранения → разлив нефтепродукта с выходом за пределы обвалования

		<p>резервуарного парка → распространение разлива нефтепродукта по территории промышленной площадки нефтебазы → возгорание разлива нефтепродукта при наличии источника воспламенения → тепловое влияние пожара на персонал, технологическое оборудование, здания и сооружения нефтяных баз, а также загрязнение окружающей среды продуктами горения нефтепродукта.</p>
2	Разгерметизация резервуара вертикального стального	<ul style="list-style-type: none"> – в следствии разгерметизации резервуара → растекание и разлив нефтепродукта внутри обвалования резервуарного парка → в конечном итоге получим загрязнение нефтепродуктом обвалования резервуарного парка, а также загрязнение атмосферного воздуха; – разгерметизация резервуара → разлив нефтепродукта и его растекание внутри обвалования резервуарного парка → возгорание разлива нефтепродукта при наличии источника зажигания → термическое воздействие пожара на персонал, – технологическое оборудование, здания и сооружения нефтебазы, а также загрязнение атмосферного воздуха продуктами горения нефтепродукта
3	Разгерметизация резервуара горизонтального стального	<ul style="list-style-type: none"> – разгерметизация резервуара → разлив нефтепродукта и его растекание по территории промышленной площадки нефтебазы → загрязнение территории промышленной площадки нефтебазы, а также загрязнение атмосферного воздуха; – в следствии разгерметизации резервуара → произойдет разлив нефтепродукта и его растекание по территории промышленной площадки нефтяных баз → далее возгорание разлива нефтепродукта при наличии источника зажигания → термическое воздействие пожара на персонал, технологическое оборудование, здания и сооружения нефтяных баз, а также загрязнение атмосферного воздуха продуктами горения нефтепродукта.
4	Разгерметизация ж/д состава на маневровых путях (с выходом 50 % общего объема цистерн в железнодорожном составе)	<ul style="list-style-type: none"> – разгерметизация железнодорожного состава → разлив нефтепродукта и его растекание по территории промышленной площадки нефтебазы → загрязнение территории промышленной площадки нефтебазы, а также загрязнение атмосферного воздуха; – разгерметизация железнодорожного состава → разлив нефтепродукта и его растекание по территории промышленной площадки нефтяных баз → возгорание разлива нефтепродукта при

		наличии источника зажигания → термическое воздействие пожара на персонал, технологическое оборудование, здания и сооружения нефтебазы, а также загрязнение атмосферного воздуха продуктами горения нефтепродукта.
5	Разгерметизация автоцистерны	<ul style="list-style-type: none"> – разгерметизация автоцистерны → растекание нефтепродуктов по территории нефтебазы →загрязнение окружающей среды; – разгерметизация автоцистерны → растекание нефтепродуктов по территории нефтебазы →возгорание пролива нефтепродуктов при наличии источника зажигания →термическое воздействие пожара на окружающую среду, оборудование и персонал.
6	Разгерметизация технологического трубопровода	<ul style="list-style-type: none"> – разгерметизация технологического трубопровода → разлив нефтепродукта и его растекание по территории промышленной площадки нефтебазы → загрязнение территории промышленной площадки нефтебазы, а также загрязнение атмосферного воздуха; – разгерметизация технологического трубопровода → разлив нефтепродукта и его растекание по территории промышленной площадки нефтебазы → возгорание разлива нефтепродукта при наличии источника зажигания → термическое воздействие пожара на персонал, технологическое оборудование, здания и сооружения нефтяных баз, а также загрязнение атмосферного воздуха продуктами горения нефтепродукта.

С точки зрения воздействия на персонал и окружающую среду наиболее опасной ЧС на объектах нефтяных баз, будет являться перелив нефтепродуктов с последующим загоранием.

Вывод: Исходя из полученных результатов риска аварий на нефтяных базах, приходим к следующим выводам:

1. Наиболее опасным блоком является железнодорожная эстакада (наиболее высокая вероятность возникновения аварии как по величине, так и по вероятности возникновения события).

2. Наиболее вероятным прогнозом (вероятность $4,31 \cdot 10^{-3}$ аварий в год) в блоке является прогноз С5. При этом пострадавшими будут в основном персонал нефтебазы, максимальное количество пострадавших 8 человек.

Возможная вероятность причинения вреда персоналу нефтяных баз (коллективный риск) составит: $8 \cdot 4,31 \cdot 10^{-3} = 3,4 \cdot 10^{-2}$ чел./год. Средний индивидуальный риск: $1,621 \cdot 10^{-3}$.

3. При возникновении аварии с наиболее опасными последствиями (сценарий С3 - перегрев ж/д цистерны, взрыв ТВС и образование «огненного шара») вероятность может составить $7,039 \cdot 10^{-6}$ аварий в год, на которых в первую

очередь пострадавшими будет персонал нефтебазы. В таких случаях смертельное поражение получают работники нефтебазы, на которых вероятное число погибших - 4 человека. Средний индивидуальный риск: $7,181 \cdot 10^{-6}$. Социальный риск: $7,158 \cdot 10^{-6}$.

Наибольшее количество травмированных выявится со следующими симптомами: с ожогом первой степени - 6, с ожогом второй степени - 4, с ожогом третьей степени - 3 человека.

Коллективный риск составит: ожог первой степени - $600 \cdot 7,039 \cdot 10^{-6} = 4,2 \cdot 10^{-3}$ чел./год; ожог второй степени - $400 \cdot 7,039 \cdot 10^{-6} = 2,8 \cdot 10^{-3}$ чел./год; ожог третьей степени - $350 \cdot 7,039 \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-3}$ чел./год.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 22 июля 2008г № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” (с изменениями 2018 года).
2. ГОСТ 12.1.033-81 Пожарная безопасность. Термины и определения.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
5. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности.
6. ВППБ 01-05-99 Правила пожарной безопасности при эксплуатации магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть».
7. РД 03-418-01«Методическими указаниями по проведению анализа риска опасных производственных объектов»
8. Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012г № 390. “О противопожарном режиме. Правила противопожарного режима в РФ”.
9. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2451 «Об утверждении Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации, а также о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».
10. Приказ МЧС РФ от 28 декабря 2004 г. № 621 «Об утверждении Правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».
11. Постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 г. № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».
12. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами -М.: Недра, 2004 г. 360 с.
13. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, утвержденная приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. №404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
14. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст]: федеральный закон № 123-ФЗ. – М.: Проспект, 2018. – 139 с.
15. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. «Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». Москва, Ин-октава, 2005 г. 480с.
16. Акимов В. А., Новиков В. Д., Радаев Н. Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. М.: Деловой экспресс, 2001 г. 345 с.
17. Губенко В.К. Цистерны. Устройство, эксплуатация, ремонт: справочное пособие / В.К. Губенко, А.П. Никодимов, Г.К. Жилин и др. М.: Транспорт, 1990. 151 с.

18. Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И.. «Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». Москва, Ин-октава, 2005 г. 480с.
19. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник.- М.: «Наука», 2000 г. 713с.
20. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. Изд.: в 2 книгах; кн. 1/А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. - М., Химия, 1990. – 496с.
21. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов / Д. М. Гордиенко, Ю. Н. Шебеко, А. Ю. Шебеко и др. – М.: ВНИИПО, 2012. – 242 с.
22. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2002 года № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации»
23. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в РФ».
24. Постановление Правительства РФ от 21 августа 2000 года N 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».
25. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2451 «Об утверждении Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации, а также о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».
26. Правила противопожарного режима в Российской Федерации [Текст] : [постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации "]. – М. : Омега-Л, 2020. – 98 с.
27. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ – 6 и ПУЭ – 7. 7-й выпуск. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2014. – 854 с.
28. Приказ МЧС РФ от 28 декабря 2004 г. № 621 «Об утверждении Правил разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».
29. РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
30. Российская Федерация. Законы. О безопасности [Текст] : федеральный закон № 390-ФЗ. – М. : Проспект, 2017. - 14 с.
31. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности [Текст] : федеральный закон № 69-ФЗ. – М. : Проспект, 2018. – 31 с.
32. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст] : федеральный закон № 123-ФЗ. – М. : Проспект, 2018. – 139 с.
33. Седов Д. В. Оценка индивидуального пожарного риска объектов нефтепродуктообеспечения [Электронный ресурс]: // [сайт]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-individualnogo-pozharnogo-riska-obektov->

nefteproduktoobespecheniya-1 (дата обращения 20.09.2021).

34. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.

35. Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятий. Курс пожарно-технического минимума: Справочник. - изд. 8-е, доп. (с изм.) - М.: Спецтехника, 2011. – 496 с.

36. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

37. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов.

38. СП 4.13130.2013 Ограничение распространения пожара на объекте защиты.

39. Противопожарная защита резервуарного парка. Тушение пожаров в резервуарах [Электронный ресурс]: // [сайт]. – Режим доступа: <https://www.pnx-spb.ru/catalog/rezervuary> (дата обращения 20.09.2021).

40. Тимофеева, С.С. Анализ, оценка, прогноз гибели и травмирования людей при пожарах в Российской Федерации / С.С. Тимофеева, Е.А. Хамидуллина, В.В. Гармышев // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. 2018. № 2. С. 1–8. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-otsenka-prognoz-gibeli-i-travmirovaniya-lyudey-pri-pozharah-v-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 20.09.2021).