

УДК 614.84

parf01@inbox.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА ПРИ ОЦЕНКЕ  
ЗНАЧЕНИЙ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ДЛЯ МНОГОТОПЛИВНЫХ  
АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ**

**APPLICATION OF A PROBABILISTIC APPROACH TO THE ASSESSMENT  
OF FIRE RISK VALUES FOR MULTIFUEL PETROL STATIONS**

*Парфёненко А. П., кандидат технических наук, доцент,  
Тимофеев А. Б.,*

*Национальный исследовательский Московский  
государственный строительный университет, Москва*

*Брюхов Е.Н., кандидат педагогических наук*

*Уральский институт Государственной противопожарной службы, Екатеринбург*

*Parfyonenko A., Timofeev A.,*

*Moscow State University of Civil Engineering, Moscow*

*Bryukhov E.,*

*Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg*

В статье описаны основные положения нормативно-правовой базы по проектированию автомобильной газозаправочной станции, выполненной как самостоятельный участок многотопливной автомобильной заправочной станции (АЗС) на противопожарных расстояниях по отношению к объектам, не относящимся к технологическому оборудованию сжиженного углеводородного газа, а также на территории в составе многотопливной АЗС, представлены основание и необходимость разработки специальных технических условий на проектирование противопожарной защиты модульной автомобильной газозаправочной станции и обоснована необходимость включения типовых дополнительных мероприятий, отсутствующих в нормативных документах. Показаны неучтенные в существующей методике по определению расчетных величин пожарного риска на производственных объектах доли времени присутствия потребителей топлива на многотопливной АЗС, результаты расчетных величин индивидуального пожарного риска для потребителей сжиженного углеводородного газа и жидкого моторного топлива без и с учетом принятых проектных решений в части производственных программ технологического участка сжиженного углеводородного газа и участка жидкого моторного топлива многотопливной АЗС. Разработаны организационно-технические мероприятия, обеспечивающие нормативные значения расчетных величин пожарного риска для потребителей сжиженного углеводородного газа и жидкого моторного топлива на многотопливных АЗС.

*Ключевые слова:* пожарный риск, противопожарные расстояния, безопасность людей, пожарная безопасность, противопожарная преграда.

The article describes the main provisions of the regulatory framework for the design of an automobile gas filling station, made as an independent section of a multi-fuel automobile filling station (gas station) at fire-fighting distances in relation to objects that are not related to the technological equipment of liquefied petroleum gas, as well as on the territory of a multi-fuel gas station, the basis and necessity of developing special technical conditions for the design of fire protection of a modular automobile gas station and the

inclusion of standard additional measures that are not included in regulatory documents. The results of the calculated values of individual fire risk for consumers of liquefied petroleum gas and liquid motor fuel without and taking into account the adopted design decisions regarding the production programs of the technological section of liquefied petroleum gas and the section of liquid motor fuel are shown, unaccounted for in the existing methodology for determining the calculated values of fire risk at production facilities, the proportion of the time of the presence of fuel consumers at a multi-fuel gas station, the results of the calculated values of individual fire risk for consumers of liquefied petroleum gas and liquid motor fuel without and taking into account the design decisions taken in terms of the production programs of the technological section of liquefied petroleum gas and the section of liquid motor fuel multi-fuel gas station. Organizational and technical measures have been developed to ensure regulatory values of calculated fire risk values for consumers of liquefied petroleum gas and liquid motor fuel at multi-fuel filling stations.

*Keywords:* fire risk, fire distances, human safety, fire safety, fire barrier.

## **Введение**

В связи со стремительным темпом роста численности людей на Земле, растет и количество транспортных средств, что ведет к развитию транспортной инфраструктуры.

Одним из наиболее востребованных и доступных видов транспортных средств является автомобиль. Однако автомобильный транспорт – один из наиболее загрязняющих источников выбросов веществ в атмосферу. Постоянный рост цен на традиционные виды топлива (бензин и дизельное топливо) вынуждают потребителей и государство всех стран мира переходить на альтернативные виды топлива такие, как компримированный природный газ (КПГ), сжиженный углеводородный газ (СУГ).

## **Анализ нормативно-правовой базы при проектировании многопливной автозаправочной станции (МАЗС)**

Правительством Российской Федерации утверждена Энергетическая стратегия, целью которой является развитие энергетики Российской Федерации максимальное содействие социально-экономическому развитию страны, укрепление и сохранение позиций Российской Федерации в мировой энергетике как минимум на период до 2035 г. [1]. Для достижения целей, указанных в [1], разработана «дорожная карта» по развитию рынка малотоннаж-

ного сжиженного природного газа и газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2025 г. [2].

Действие данных документов предполагает создание новых автомобильных газозаправочных станций (АГЗС), а также реконструкцию существующих автомобильных заправочных станций (АЗС).

С экономической точки зрения в населенных пунктах устройство самостоятельных АГЗС влечет за собой большие денежные затраты, поэтому на существующих автомобильных заправочных станциях (АЗС) с жидким моторным топливом (ЖМТ) устраивают самостоятельные участки СУГ и переводят АЗС с ЖМТ в МАЗС.

Для простоты монтажа и минимальных затрат участка СУГ владельцы АЗС устанавливают модульную насосную заправочную станцию с трубопроводной обвязкой (МНЗС), укомплектованную надземным одностенным резервуаром СУГ (модуль СУГ) объемом 10 м<sup>3</sup>, запорной и регулирующей арматурой, насосным агрегатом с трубопроводной обвязкой и газозаправочной колонкой (ГЗК) на единой металлической раме заводского изготовления.

Требования пожарной безопасности к размещению самостоятельного участка СУГ МАЗС по отношению к существую-

щим зданиям, сооружениям, технологическому оборудованию на территории МАЗС и к объектам, не относящимся к МАЗС, регламентируются [3]. При этом минимальные противопожарные расстояния, устанавливаемые [3], ввиду ограниченности территории АЗС выполнить сложно, для безопасности людей на территории МАЗС, и за ее пределами противопожарное расстояние необходимо подтвердить расчетом величин пожарного риска согласно Методике [4].

Нормативный документ [3] не входит в перечень, утвержденный [5], с учетом ст. 6 и ч. 6 ст. 15 [7], поэтому требования, изложенные в нем, не могут носить обязательный характер с учетом ч. 3 ст. 16.1 [7].

В соответствии с положениями ч. 1 ст. 6 [9] пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при условии, что пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных ст. 93 [9].

Однако требования пожарной безопасности к устройству МНЗС с одностенным модулем СУГ и ГЗК на единой металлической раме заводского изготовления отсутствуют и поэтому в соответствии с ч. 2 ст. 78 [9] должны быть разработаны специальные технические условия (СТУ), отражающие специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащие комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Для владельцев сети АЗС разработка и согласование СТУ для каждого объекта защиты также являются долгими и затратными работами, поэтому внесение изменений в нормативно-правовую базу [3] по проектированию МНЗС является актуальной темой.

#### **Типовые решения (компенсирующие мероприятия), разрабатываемые в СТУ**

СТУ разрабатываются на основании [9 – 15] и не могут распространяться на типовые объекты защиты.

Необходимость разработки СТУ обусловлена отсутствием нормативных требований пожарной безопасности в части:

- проектирования МНЗС с наземным расположением одностенного резервуара хранения СУГ, трубопроводной обвязки, насосного агрегата и ГЗК на металлической раме как единого заводского изделия в составе МАЗС;
- выбора типа противопожарной преграды между участком СУГ (при несоответствии противопожарных расстояний в соответствии с требованиями [3]).

В пояснительной записке СТУ вводится термин (определение): модульная автозаправочная станция с СУГ - АЗС (самостоятельный участок МАЗС), технологическая система которой предназначена для приема, хранения и выдачи СУГ потребителю и характеризуется надземным расположением резервуара с размещением технологического оборудования, на единой металлической раме, выполненной как единое заводское изделие.

Дополнительные компенсирующие мероприятия [16]:

- предусмотреть модуль (двустенный надземный резервуар объемом не более 10 м<sup>3</sup> с конструктивной огнезащитой, приравненный в соответствии с требованиями [3] к подземному) с трубопроводной обвязкой и ГЗК СУГ, выполненный как единое заводское изделие;
- предусмотреть вывод сигналов о срабатывании АПС в помещение дежурного персонала (здания операторной) и дублирование этих сигналов на пульт пожарной охраны без участия персонала объекта и (или) транслирующей этот сигнал организации в главное управление МЧС России по субъекту;
- предусмотреть доставку СУГ на МАЗС автоцистернами типа АЦТ-10УН или автоцистернами с аналогичными характеристиками и системой безопасности объемом не более 10 м<sup>3</sup>;
- оборудовать резервуар хранения СУГ управляемыми донными клапанами с

местным (на патрубках резервуара), дистанционным (из операторной) и автоматическим пуском (от сигнализаторов дозрывоопасных концентраций), а также обеспечить ввод трубопроводов для паровой и жидкой фаз СУГ в резервуар для хранения СУГ в двустенном исполнении до электромагнитных клапанов, с заполнением межстенного пространства инертным газом или вместо управляемого донного клапана следует предусмотреть на каждом из указанных трубопроводов дополнительные быстродействующие электромагнитные клапаны (являющие элементами дублирования) с временем срабатывания не более одной секунды от сигнализаторов дозрывоопасных концентраций и системы автоматической пожарной сигнализации;

– допускается уменьшение минимального противопожарного расстояния от участка СУГ в модульном исполнении с площадкой для АЦТ до объекта, где не соответствует противопожарное расстояние (в соответствии с требованиями [3]), при этом на данном противопожарном расстоянии следует предусматривать противопожарную преграду (в виде противопожарной преграды в соответствии со ст. 37 [9] может выступать противопожарная стена 1-го типа или противопожарный разрыв), обеспечивающую снижение расчетных величин пожарного риска до допустимых значений, установленных ст. 93 [9].

Следует учесть, что минимальное противопожарное расстояние обеспечивает допустимую величину пожарного риска, и при этом безопасность людей гарантируется, если нет, то необходимо предусматривать противопожарную стену 1-го типа размерами, обеспечивающими снижение расчетных величин пожарного риска до допустимых значений (в данном случае в расчетах может не использоваться сценарий поражения людей горизонтальным факелом горения СУГ при разгерметизации технологических трубопроводов, но минимальные геометрические параметры стены должны превышать модуль более чем на 0,5 м., во все стороны).

### **Методика определения расчетных величин пожарного риска**

Для определения расчетных величин пожарного риска разработана Методика [4] и [17,18] устанавливающая порядок расчета величин пожарного риска на МАЗС.

Индивидуальный пожарный риск на территории и в зданиях МАЗС, в том числе за территорией объекта (селитебной зоне) значительно зависит от вероятности нахождения людей в определенной зоне (территории) и оценивается частотой поражения опасными факторами пожара (ОФП).

Однако в соответствии с п. 37 [4] индивидуальный пожарный риск в здании, сооружении и на территории МАЗС определяется только для работников (персонала) объекта защиты и в случае превышения допустимого значения пожарного риска, установленного ч. 1 ст. 93 [9], допускается увеличение величины пожарного риска, согласно ч. 3 ст. 93 [9], но не для потребителей топлива, что в значительной степени повлияет на расчетные величины пожарного риска, и противоречит п. 9.1 [3] (также отсутствует конкретизация, для какого контингента распространяется ч. 1 ст. 93 [9], так как доля времени присутствия людей на территории МАЗС не регламентирована. В селитебной зоне долю времени присутствия людей допускается принимать согласно организационно-распорядительным документам для зданий и сооружений при некруглосуточном режиме работы, при круглосуточном режиме доля времени присутствия людей равна 1.

Необходим единый подход к определению доли времени присутствия людей на территории МАЗС, далее показан расчет величин пожарного риска с учетом принятых проектных решений согласно разделу проектной документации «Технологические решения».

Данные вероятности непосредственно влияют на значение величин пожарного риска, результаты показаны с уче-

том принятых проектных решений (производственных программ участка СУГ и ЖМТ), указанных в таблице 1 и 2.

Таблица 1  
Производственная программа участка СУГ

№	Наименование параметра и размера, единица физической величины	Показатель
1	Производительность, заправок в сутки	45
2	Рабочее давление, МПа	1,6
3	Пробное давление, МПа	2,0
4	Количество резервуаров объемом не более $V = 10 \text{ м}^3$	1
5	Объем коммерческий СУГ для резервуаров, не более, $\text{м}^3$	10
6	Количество обслуживающего персонала, чел.	3
7	Количество топливозаправочных колонок, не более, шт.	1
8	Количество насосов, не более, шт.	2
9	Время заправки автомобилей при расчетном объеме $40 \text{ дм}^3$ (с учетом времени подключения и отключения), не более, мин	5
10	Время наполнения резервуара, не более, ч	3
11	Мощность установленного оборудования (0,4 кВ, 50 Гц), не более, кВт	5,5
12	Напряжение питания, В	220/380
13	Максимальный расход СУГ (максимальная производительность заправки СУГ), $\text{дм}^3/\text{мин}$	50
14	Масса оборудования с учетом шкафа управления, не более, кг	6500
15	Габаритные размеры, не более, мм	
	длина	8423
	ширина	2640
	высота (с учетом сбросной свечи)	3584
	высота (без учета сбросной свечи)	2663
16	Параметры резервуара	
16.1	Давление, МПа	
	рабочее давление, макс.	1,6
	пробное давление	2,0
16.2	Рабочая среда	Газ сжиженный углеводородный по ГОСТ 24578
17	Время нахождения АЦ на МАЗК не более, ч	3
18	Годовое количество заправок резервуаров, единиц	53

Таблица 2  
Производственная программа участка ЖМТ

№	Наименование показателя	Значение показателя		
		Бензин		ДТ
		АИ-95 50м <sup>3</sup> (2×25м <sup>3</sup> )	АИ-92 25 м <sup>3</sup>	
1	Количество постов заправки	6	6	8
2	Максимальная пропускная способность поста, заправок в час	30	30	30
3	Продолжительность смены, час	24		
4	Число смен	1		
5	Количество человек в смене	2		
6	Число рабочих дней в году	365		
7	Суточное количество заправок	132	171	81
8	Годовое количество заправок	48180	62415	29565
9	Объем одной заправки в литрах	28	28	28
10	Суточный объем заправок в литрах	3696	4788	2268
11	Годовой объем заправок в литрах	1349040	1747620	827820
12	Суточное количество заправок резервуаров	0,82	0,82	0,82
13	Годовое количество заправок резервуаров	300	300	300
14	Время нахождения АЦ на МАЗК, ч	1	1	1

**Определение условных вероятностей работы технологического оборудования, нахождения АЦТ, автомобилей для заправки СУГ и ЖМТ**

Вероятность присутствия АЦТ-10УН (или аналог) на территории МАЗС (нахождение АЦТ на территории не более 3 часов 53 дня в году, при этом нахождение 2-х цистерн и более не допускается):

– вероятность присутствия АЦТ-10УН (или аналог) в течении года:

$$P_{\text{АЦТ.СУГ}} = \frac{53 \text{дня} \cdot 3 \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} = 0,01815 \text{год}^{-1}.$$

Вероятность присутствия АЦТ с ЖМТ на территории МАЗС:

– вероятность присутствия АЦТ с бензином АИ-95 в течение года нахождение АЦТ на территории не более одного часа 300 дней в году, при этом нахождение двух цистерн и более не допускается):

$$P_{\text{АЦТ.ЖМТ.АИ-95}} = \frac{300 \text{дней} \cdot 1 \text{час}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} = 0,03424 \text{год}^{-1};$$

– вероятность присутствия АЦТ с бензином АИ-92 в течение года нахождение АЦТ на территории не более одного часа 300 дней в году, при этом нахождение двух цистерн и более не допускается):

$$P_{\text{АЦТ.ЖМТ.АИ-92}} = \frac{300 \text{дней} \cdot 1 \text{час}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} = 0,03424 \text{год}^{-1};$$

– вероятность присутствия АЦТ с ДТ в течение года (нахождение АЦТ на территории не более одного часа 300 дней в году, при этом нахождение двух цистерн и более не допускается):

$$P_{\text{АЦТ.ЖМТ.ДТ}} = \frac{300 \text{дней} \cdot 1 \text{час}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} = 0,03424 \text{год}^{-1}.$$

Вероятность присутствия автомобиля для заправки СУГ на территории МАЗС (максимальное число заправок в сутки 45 раз и времени заправки не более 5 минут):

$$P_{\text{АВТО.СУГ}} = \frac{365 \text{дней} \cdot 45 \text{раз} \cdot \left(\frac{5}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,15625 \text{год}^{-1}.$$

Вероятность работы насоса СУГ, исходя из 45 заправок в сутки при среднем времени заполнения бака не более 2 минут:

$$P_{\text{НАСОС.СУГ}} = \frac{365 \text{дней} \cdot 45 \text{раз} \cdot \left(\frac{2}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,0625 \text{год}^{-1}.$$

Вероятность наполненного рукава ГЗК СУГ, исходя из 45 заправок в сутки при среднем времени заполнения бака не более 2 минут:

$$P_{\text{ГЗК.СУГ}} = \frac{365 \text{дней} \cdot 45 \text{раз} \cdot \left(\frac{2}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,0625 \text{год}^{-1}.$$

Вероятность наполненного рукава ТРК ЖМТ:

– для ТРК с бензином АИ-95, исходя из 132 заправок в сутки при объеме одной заправки 28 литров и подачи ТРК 50 л/мин:

$$P_{\text{ТРК.ЖМТ.АИ-95}} =$$

$$= \frac{365 \text{дней} \cdot 132 \cdot 28 \cdot \left(\frac{1}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 50 \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,051333 \text{год}^{-1};$$

– для ТРК с бензином АИ-92, исходя из 171 заправки в сутки при объеме одной заправки 28 литров и подачи ТРК 50 л/мин:

$$P_{\text{ТРК.ЖМТ.АИ-92}} =$$

$$= \frac{365 \text{дней} \cdot 171 \cdot 28 \cdot \left(\frac{1}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 50 \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,0665 \text{год}^{-1};$$

– для ТРК с ДТ, исходя из 81 заправки в сутки при объеме одной заправки 28 литров и подачи ТРК 50 л/мин:

$$P_{\text{ТРК.ЖМТ.ДТ}} = \frac{365 \text{дней} \cdot 81 \cdot 28 \cdot \left(\frac{1}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 50 \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,0315 \text{год}^{-1}.$$

Вероятность присутствия автомобиля ЖМТ составит 0,5333:

– для авто с бензином АИ-95, исходя из 132 заправок в сутки при среднем времени заполнения бака не более 2 минут:

$$P_{\text{АВТО.ЖМТ.АИ-95}} =$$

$$= \frac{365 \text{дней} \cdot 132 \text{раз} \cdot \left(\frac{2}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,18333 \text{год}^{-1};$$

– для авто с бензином АИ-92, исходя из 171 заправки в сутки при среднем времени заполнения бака не более 2 минут:

$$P_{\text{АВТО.ЖМТ.АИ-92}} =$$

$$= \frac{365 \text{дней} \cdot 171 \text{раз} \cdot \left(\frac{2}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,23750 \text{год}^{-1};$$

– для авто с ДТ, исходя из 81 заправки в сутки при среднем времени заполнения бака не более 2 минут:

$$P_{\text{АВТО.ЖМТ.ДТ}} =$$

$$= \frac{365 \text{дней} \cdot 81 \text{раз} \cdot \left(\frac{2}{60}\right) \text{часа}}{365 \text{дней} \cdot 24 \text{часа}} =$$

$$= 0,11250 \text{год}^{-1}.$$

### Определение вероятности присутствия потребителей топлива на территории МАЭС без учета дополнительных мероприятий и производственной программы

Вероятность нахождения людей на участке СУГ:

$$Q_{\text{потребители.СУГ}} = \frac{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ часа}}{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ часа}} - (P_{\text{АЦ.ЖМТ.АИ-95}} + P_{\text{АЦ.ЖМТ.АИ-92}} + P_{\text{АЦ.ЖМТ.ДТ}} + P_{\text{АЦ.СУГ}}) =$$

$$= 1 - (0,03424 + 0,03424 + 0,03424 + 0,01815) = 0,87913.$$

Вероятность нахождения людей на участке ЖМТ с учетом производственной программы составит

$$Q_{\text{потребители.ЖМТ}} = \frac{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ часа}}{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ часа}} - (P_{\text{АЦ.ЖМТ.АИ-95}} + P_{\text{АЦ.ЖМТ.АИ-92}} + P_{\text{АЦ.ЖМТ.ДТ}} + P_{\text{АЦ.СУГ}}) =$$

$$= 1 - (0,03424 + 0,03424 + 0,03424 + 0,01815) = 0,87913.$$

Вероятность присутствия людей в одноэтажном здании сервисного обслуживания водителей и пассажиров

$$Q_{\text{люди.операторная.АЭС}} = \frac{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ час}}{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ час}} - (P_{\text{АЦТ.ЖМТ.АИ-95}} + P_{\text{АЦТ.ЖМТ.АИ-92}} + P_{\text{АЦТ.ЖМТ.ДТ}} + P_{\text{АЦТ.СУГ}}) =$$

$$= 1 - (0,03424 + 0,03424 + 0,03424 + 0,01815) = 0,87913.$$

### Определение расчетных величин потенциального пожарного риска

Величина потенциального пожарного риска на территории объекта и в жилой зоне вблизи объекта определяется формулой [4]:

$$P_{(a)} = \sum_{j=1}^j Q_{a_i}(a) \cdot Q_j, \quad (1)$$

где  $j$  – число сценариев развития пожароопасных ситуаций (пожаров, ветвей логического дерева событий);  $Q_{a_i}(a)$  – условная вероятность поражения человека в определенной точке территории (а) в результате реализации  $j$ -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающего определенному иницирующему аварии событию;  $Q_j$  – частота реализации в течение года  $j$ -го сценария развития пожароопасных ситуаций, год<sup>-1</sup>.

На основании логических деревьев событий определяются вероятности реализации в течение года  $i$ -й ветви логической схемы, иницирующие пожароопасные ситуации с условной вероятностью поражения людей в соответствии с расчетными

данными, определяемыми по приложению 3 [4].

Для участка СУГ рассматриваются следующие иницирующие пожароопасные ситуации:

- горизонтальный и вертикальный факел – взрыв топливно-воздушной смеси
- пожар-вспышка при разгерметизации технологических трубопроводов;
- огненный шар – взрыв топливно-воздушной смеси – пожар-вспышка при полном разрушении модуля СУГ и газового баллона автомобиля.

Для участка ЖМТ рассматриваются следующие иницирующие пожароопасные ситуации:

- пожар пролива – пожар-вспышка
- взрыв топливно-воздушной смеси при разгерметизации технологического оборудования ЖМТ.

Потенциальный пожарный риск:

- для потребителей СУГ –  $6,000 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ ;
- для потребителей ЖМТ –  $1,664 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ ;



– для людей, находящихся в одноэтажном здании сервисного обслуживания водителей и пассажиров –  $1,564 \cdot 10^{-7}$  год<sup>-1</sup>.

#### Определение расчетных величин индивидуального пожарного риска

Величина индивидуального риска  $R_m$  (год<sup>-1</sup>) для работника  $m$  объекта при его нахождении на территории объекта определяется по формуле [4]:

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot P_{(i)}, \quad (2)$$

где  $q_{im}$  – вероятность присутствия работника  $m$  в  $i$ -й области территории объекта;  $P_{(i)}$  – величина потенциального риска в  $i$ -й области территории объекта, год<sup>-1</sup>.

Индивидуальный пожарный риск для потребителей топлива СУГ, на основании расчетов потенциального пожарного риска составит:

$$R_{\text{потребители.СУГ}} = q_{\text{потребители.СУГ}} \cdot P_{\text{потребители.СУГ}} = 0,87913 \cdot 6,000 \cdot 10^{-6} = 5,274 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}.$$

Индивидуальный пожарный риск для потребителей топлива ЖМТ, на основании расчетов потенциального пожарного риска составит:

$$R_{\text{потребители.ЖМТ}} = q_{\text{потребители.ЖМТ}} \cdot P_{\text{потребители.ЖМТ}} = 0,87913 \cdot 1,664 \cdot 10^{-5} = 1,462 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}.$$

Индивидуальный пожарный риск для потребителей топлива АЗС, находящихся в одноэтажном здании сервисного обслуживания водителей и пассажиров, на основании расчетов потенциального пожарного риска составит:

$$R_{\text{люди.операторная.АЗС}} = q_{\text{люди.операторная.АЗС}} \cdot P_{\text{люди.операторная.АЗС}} + R_{\text{здание.при.пожаре.операторная.АЗС}} = 0,87913 \cdot 1,564 \cdot 10^{-7} + 7,308 \cdot 10^{-7} = 8,682 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}.$$

Расчет показал, что для людей, находящихся на территории МАЗС индивидуальный пожарный риск превышает допустимые значения, установленные ч. 1 с. 93 [9].

#### Комплекс организационно-технических мероприятий:

– применение технологической системы приема, хранения и выдачи СУГ, имеющей сертификаты Таможенного союза и/или разрешение на применение на территории Российской Федерации, выданное Ростехнадзором;

– применение АЦТ СУГ с двустенной емкостью и огнезащитой, что обеспечивает целостность защиты и ее теплоизолирующую способность в течение времени, при воздействии на нее воды во время тушения пожара, а также в течение 60 мин. огневого воздействия на нее возможного пожара;

– применение двустенного резервуара хранения СУГ с заполнением межстенного пространства инертным газом;

– применение конструктивной теплоизоляции (огнезащиты) двустенного резервуара хранения СУГ, с трубопроводной обвязкой, обеспечивающей целостность защиты и ее теплоизолирующую способность в течение времени и в условиях эксплуатации резервуара (трубопровода), при воздействии на нее воды во время тушения пожара, а также в течение 60 мин. огневого воздействия на нее возможного пожара;

– применение системы рециркуляции паров СУГ при сливе топлива из резервуаров хранения в автоцистерну;

– применение резервуара хранения СУГ с управляемыми донными клапанами от местного (на патрубках резервуара), дистанционного (из операторной) и автоматического пуска (от сигнализаторов дозврывоопасных концентраций), а также

обеспечение ввода трубопроводов для паровой и жидкой фаз СУГ в резервуар для хранения СУГ в двустенном исполнении до электромагнитных клапанов, с заполнением межстенного пространства инертным газом или вместо управляемого донного клапана должны быть предусмотрены на каждом из указанных трубопроводов дополнительные быстродействующие электромагнитные клапаны (являющиеся элементами дублирования) с временем срабатывания не более 1 с. от сигнализаторов дозврывоопасных концентраций и системы автоматической пожарной сигнализации, что обеспечивает предотвращение любой вероятной утечки СУГ из резервуара;

- применение резервуара СУГ с трубопроводной обвязкой, оборудованных электромагнитными клапанами, шаровыми кранами, предохранительными и обратными клапанами, контрольно-измерительными устройствами;

- резервуары, участки газопроводов жидкой фазы СУГ, ограниченные запорными устройствами, которые в процессе эксплуатации или действий по локализации аварии возможно перекрыть с обеих сторон оборудованы предохранительными сбросными клапанами;

- применение топливораздаточных колонок для СУГ, оборудованных разрывными муфтами и газопроводом для отвода паровой фазы;

- по предотвращению разлива СУГ в систему канализации, водопровода, очистных сооружений через колодцы (гидравлические затворы на приемных колодцах, создание уклонов и препятствий для предотвращения попадания СУГ в приемные колодцы, герметизация крышек колодцев водопровода, канализации и очистных сооружений), располагаемые на территории МАЗС в радиусе 15 м от технологического участка СУГ, должны быть оборудованы двойными крышками. Пространство между крышками должно быть засыпано песком и/или другим герметизирующим материалом на высоту не менее чем 0,15 м.

Для удобства эксплуатации люков, песок (герметизирующий материал) допустимо помещать в небольшие мешки из ткани;

- применение системы контроля концентрации паров СУГ, выполненной на базе газоанализатора-сигнализатора взрывоопасных газов и паров в комплекте с конвекционными датчиками на пропан, заблокированными с насосами СУГ и ЖМТ для отключения технологических систем при достижении 10 % НКПП, устанавливаются на расстоянии 50 –100 мм от уровня площадки: у заправочных колонок СУГ и оборудования для перекачивания СУГ; на площадке у резервуаров хранения СУГ и площадки АЦТ СУГ (у разъемного соединения сливного рукава АЦ с линией наполнения резервуара);

- для предотвращения повреждения резервуара СУГ и ГЗК предусмотреть островок на высоте 200 мм от поверхности проезда с бортами (металлическими дугами) со стороны проезда;

- обозначить зоны высадки и посадки пассажиров для участка СУГ на въезде/выезде АЗС;

- запрет нахождения пассажиров и водителей в автомобиле при его заправке СУГ и ЖМТ, для предотвращения недопустимого вреда жизни и здоровью людей ввиду наличия укрытия [16] (двухэтажное здание автомойки со встроенными бытовыми помещениями) от воздействия факельного горения СУГ и пожара-вспышки;

- вменение водителям для участка СУГ не находиться возле ГЗК до момента окончательной заправки автомобиля;

- остановка утечки с применением запорной арматуры (донный клапан АЦТ ЖМТ) в течение не более 30 с от начала утечки топлива и засыпки персоналом локальных проливов сорбентами (песок и пр.) в течение не более 300 с. Толщина слоя сорбента (песок и пр.) должна обеспечивать отсутствие жидких горючих материалов на верхней границе поверхности сорбента (песок и пр.);

- остановка утечки топлива на ТРК с временем не более 60 с от начала утечки

топлива и засыпкой пролива сорбирующими веществами в течение не более 120 с от начала утечки. Толщина слоя сорбента (песок и пр.) должна обеспечивать отсутствие жидких горючих материалов на верхней границе поверхности сорбента (песок и пр.);

– тушение пожара локальных проливов жидкого горючего топлива передвижными порошковыми огнетушителями;

– реализация мероприятия по обеспечению эвакуации людей в безопасную зону (на расстоянии более 150 м от АЗС) при аварии включают оборудование территории и зданий АЗС системой оповещения путем подачи текстовых сообщений о необходимости эвакуации людей с территории и зданий АЗС, а также из зданий и территорий вблизи АЗС;

– устройство противопожарной стены 1-го типа не ближе одного метра от технологического оборудования СУГ, геометрическими параметрами (ширина и высота на 0,5 м выше резервуара).

На основании указанных организационно-технических мероприятий производится перерасчет величин пожарного риска, где не учитываются вероятности поражения людей (потребителей топлива) ОФП для расчетных сценариев по наполнению резервуаров СУГ и ЖМТ.

**Определение вероятности присутствия потребителей топлива на территории МАЗС с учетом организационно-технических мероприятий и производственной программы**

Вероятность нахождения людей на участке СУГ с учетом производственной программы составит:

$$q_{\text{потребители.СУГ}} = \frac{365 \text{ дней} \cdot 45 \text{ раз} \cdot \left(\frac{5}{60}\right) \text{ часа}}{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ часа}} - (P_{\text{АЦ.ЖМТ.АИ-95}} + P_{\text{АЦ.ЖМТ.АИ-92}} + P_{\text{АЦ.ЖМТ.ДТ}} + P_{\text{АЦ.СУГ}}) =$$

$$= 0,15625 - (0,03424 + 0,03424 + 0,03424 + 0,01815) = 0,03538.$$

Вероятность нахождения людей на участке ЖМТ с учетом производственной программы составит

$$q_{\text{потребители.ЖМТ}} = \sum P_{\text{авто}} - (P_{\text{АЦ.ЖМТ.АИ-95}} + P_{\text{АЦ.ЖМТ.АИ-92}} + P_{\text{АЦ.ЖМТ.ДТ}} + P_{\text{АЦ.СУГ}}) =$$

$$= 0,5333 - (0,03424 + 0,03424 + 0,03424 + 0,01815) = 0,41243.$$

Вероятность присутствия людей в одноэтажном здании сервисного обслуживания водителей и пассажиров:

$$q_{\text{люди.операторная.АЗС}} = \frac{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ час}}{365 \text{ дней} \cdot 24 \text{ час}} - (P_{\text{АЦТ.ЖМТ.АИ-95}} + P_{\text{АЦТ.ЖМТ.АИ-92}} + P_{\text{АЦТ.ЖМТ.ДТ}} + P_{\text{АЦТ.СУГ}}) =$$

$$= 1 - (0,03424 + 0,03424 + 0,03424 + 0,01815) = 0,87913$$

**Определение расчетных величин потенциального пожарного риска с учетом организационно-технических мероприятий и производственной программы**

Потенциальный пожарный риск:

– для потребителей СУГ –

$$8,387 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1};$$

– для потребителей ЖМТ –

$$8,387 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1};$$

– для людей, находящихся в одноэтажном здании сервисного обслуживания водителей и пассажиров, –

$$2,428 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}.$$

**Определение расчетных величин индивидуального пожарного с учетом организационно-технических мероприятий и производственной программы**

Индивидуальный пожарный риск для потребителей топлива СУГ на основании

$$R_{\text{потребители.СУГ}} = q_{\text{потребители.СУГ}} \cdot P_{\text{потребители.СУГ}} = 0,03538 \cdot 8,387 \cdot 10^{-8} = 2,967 \cdot 10^{-9} \text{год}^{-1}.$$

Индивидуальный пожарный риск для потребителей топлива ЖМТ на основании расчетов потенциального пожарного риска составит:

$$R_{\text{потребители.ЖМТ}} = q_{\text{потребители.ЖМТ}} \cdot P_{\text{потребители.ЖМТ}} = 0,41243 \cdot 8,387 \cdot 10^{-8} = 3,459 \cdot 10^{-8} \text{год}^{-1}.$$

Индивидуальный пожарный риск для потребителей топлива АЗС, находящихся в одноэтажном здании сервисного обслуживания водителей и пассажиров [19], на основании расчетов потенциального пожарного риска составит:

$$R_{\text{люди.операторная.АЗС}} = q_{\text{люди.операторная.АЗС}} \cdot P_{\text{люди.операторная.АЗС}} + R_{\text{здание.при.пожаре.операторная.АЗС}} = 0,87913 \cdot 2,428 \cdot 10^{-7} + 7,308 \cdot 10^{-7} = 9,442 \cdot 10^{-7} \text{год}^{-1}.$$

Расчет показал, что для людей, находящихся на территории МАЗС, индивидуальный пожарный риск не превышает допустимые значения, установленные ч. 1 ст. 93 [9] с учетом организационно-технических мероприятий и производственной программы [20].

#### **Заключение**

Проведенный анализ нормативной базы показал, что для проектирования модульной АГЗС, в том числе в составе МАЗС без разработки и согласования в установленном порядке СТУ, необходимо внесение в [3] следующих требований:

– выполнение модуля (двустенный надземный резервуар объемом не более  $10 \text{ м}^3$  с конструктивной огнезащитой, приравненный в соответствии с требованиями [3] к подземному) с трубопроводной обвязкой и ГЗК СУГ, выполненный как единое заводское изделие;

– вывод сигналов о срабатывании АПС в помещение дежурного персонала (здания операторной) и дублирование этих сигналов на пульт пожарной охраны без участия персонала объекта и (или) транслирующей этот сигнал организации в главное управление МЧС России по субъекту;

– доставку СУГ на МАЗС автоцистернами типа АЦТ-10УН или автоцистернами с аналогичными характеристиками и

расчетов потенциального пожарного риска составит:

системой безопасности осуществлять объемом не более  $10 \text{ м}^3$ ;

– обеспечить оборудование модуля СУГ управляемыми донными клапанами с местным (на патрубках резервуара), дистанционным (из операторной) и автоматическим пуском (от сигнализаторов дозрывоопасных концентраций), а также обеспечить ввод трубопроводов для паровой и жидкой фаз СУГ в модуль СУГ в двустенном исполнении до электромагнитных клапанов, с заполнением межстенного пространства инертным газом, или вместо управляемого донного клапана следует предусмотреть на каждом из указанных трубопроводов дополнительные быстродействующие электромагнитные клапаны (являющиеся элементами дублирования) с временем срабатывания не более одной секунды от сигнализаторов дозрывоопасных концентраций и системы автоматической пожарной сигнализации.

Предложенные организационно-технические мероприятия позволяют обеспечить нормативное значение расчетных величин пожарного риска для людей (потребителей топлива), находящихся на территории МАЗС. Также показано влияние на величины пожарного риска доли времени присутствия людей на участке СУГ и ЖМТ с учетом производственной программы

МАЗС, что также необходимо конкретизировать в Методике [4], так как экспертная оценка по принятию исходных данных для проведения расчетов может существенно

повлиять на результаты, обеспечивающие безопасность людей, находящихся на территории МАЗС.

#### Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 9.06.2020 № 1523-р «Об Энергетической стратегии РФ на период до 2035 г.».
2. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2021 № 350-р «План мероприятий (“дорожная карта”) по развитию рынка малотоннажного сжиженного природного газа и газомоторного топлива в российской Федерации на период до 2025 г.».
3. Свод правил 156.13130.2014 «Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности».
4. Приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 04.07.2020 № 985 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».
6. Приказ Росстандарта от 14.07.2020 № 1190 (ред. от 04.03.2021) «Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
7. Федеральный закон Российской Федерации от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
8. Федеральный закон Российской Федерации от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
9. Федеральный Закон Российской Федерации от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
10. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
11. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
12. Постановление Правительства РФ от 18.11.2013 № 1038 «О Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации» (вместе с «Положением о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации»).
13. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30.11.2020 № 734/пр «Об утверждении Порядка разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства».
14. Приказ МЧС РФ от 28.11.2011 № 710 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий предоставления государственной услуги по согласованию специальных технических условий для объектов, в отношении которых отсутствуют требования пожарной безопасности, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами по пожарной безопасности, отражающих специфику обеспечения их пожарной безопасности и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности» (с изм. и доп.).
15. Постановление Правительства Москвы от 22.11.2016 № 784-ПП «Об утверждении Административного регламента предоставления государственной услуги города Москвы "Согласование специальных технических условий для подготовки проектной документации объектов капитального строительства, включая объекты метрополитена, при строительстве, реконструкции которых государственный строительный надзор осуществляется органом исполнительной власти города Москвы».
16. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.07.2020 № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».
17. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска для производственных объектов». М., 2016. 265 с.
18. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». М., 2014. 226 с.

19. Шебеко Ю. Н. и др. Оценка индивидуального и социального риска аварии с пожарами и взрывами для наружных технологических установок // Пожаровзрывобезопасность. 1995. Т. 4. № 1. С. 21–29.
20. Елохин А. Н. Анализ и управление риском: теория и практика. М., 2000. 186 с.

#### References

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 9.06.2020 № 1523-r «Ob Energeticheskoy strategii RF na period do 2035 g.».
2. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 13.02.2021 № 350-r «Plan meropriyatij ("dorozhnaya karta") po razvitiyu rynka malotonnazhnogo szhizhennogo prirodno gaza i gazomotornogo topliva v rossijskoj Federacii na period do 2025 g.».
3. Svod pravil 156.13130.2014 «Stancii avtomobil'nye zapravochnye. Trebovaniya pozharnoj bezopasnosti».
4. Prikaz MCHS Rossii ot 10.07.2009 № 404 «Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharogo riska na proizvodstvennyh ob"ektah».
5. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 04.07.2020 № 985 «Ob utverzhdenii perechnya nacional'nyh standartov i svodov pravil (chastej takih standartov i svodov pravil), v rezul'tate primeneniya kotoryh na obyazatel'noj osnove obespechivaetsya soblyudenie trebovanij Federal'nogo zakona "Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij" i o priznanii utrativshimi silu nekotoryh aktov Pravitel'stva Rossijskoj Federacii».
6. Prikaz Rosstandarta ot 14.07.2020 № 1190 (red. ot 04.03.2021) «Ob utverzhdenii perechnya dokumentov v oblasti standartizacii, v rezul'tate primeneniya kotoryh na dobrovol'noj osnove obespechivaetsya soblyudenie trebovanij Federal'nogo zakona ot 22.07.2008 № 123-FZ «Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti».
7. Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 30.12.2009 № 384-FZ «Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij».
8. Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 27.12.2002 № 184-FZ «O tekhnicheskom regulirovanii».
9. Federal'nyj Zakon Rossijskoj Federacii ot 22.07.2008 № 123-FZ «Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti».
10. Federal'nyj zakon ot 21.12.1994 № 69-FZ «O pozharnoj bezopasnosti».
11. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 16.02.2008 № 87 «O sostave razdelov proektnoj dokumentacii i trebovaniyah k ih sodержaniyu».
12. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 18.11.2013 № 1038 «O Ministerstve stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva Rossijskoj Federacii» (vmeste s «Polozheniem o Ministerstve stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva Rossijskoj Federacii»).
13. Prikaz Ministerstva stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva RF ot 30.11.2020 № 734/pr «Ob utverzhdenii Poryadka razrabotki i soglasovaniya special'nyh tekhnicheskikh uslovij dlya razrabotki proektnoj dokumentacii na ob"ekt kapital'nogo stroitel'stva».
14. Prikaz MCHS RF ot 28.11.2011 № 710 «Ob utverzhdenii Administrativnogo reglamenta Ministerstva Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvychajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij predostavleniya gosudarstvennoj uslugi po soglasovaniyu special'nyh tekhnicheskikh uslovij dlya ob"ektov, v otnoshenii kotoryh otsustvuyut trebovaniya pozharnoj bezopasnosti, ustanovlennye normativnymi pravovymi aktami Rossijskoj Federacii i normativnymi dokumentami po pozharnoj bezopasnosti, otrazhayushchih specifiku obespecheniya ih pozharnoj bezopasnosti i sodержashchih kompleks neodhodimyh inzhenerno-tekhnicheskikh i organizacionnyh meropriyatij po obespecheniyu ih pozharnoj bezopasnosti» (s izm. i dop.).
15. Postanovlenie Pravitel'stva Moskvy ot 22.11.2016 № 784-PP «Ob utverzhdenii Administrativnogo reglamenta predostavleniya gosudarstvennoj uslugi goroda Moskvy "Soglasovanie special'nyh tekhnicheskikh uslovij dlya podgotovki proektnoj dokumentacii ob"ektov kapital'nogo stroitel'stva, vklyuchaya ob"ekty metropolitena, pri stroitel'stve, rekonstrukcii kotoryh gosudarstvennyj stroitel'nyj nadzor osushchestvlyetsya organom ispolnitel'noj vlasti goroda Moskvy».
16. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 22.07.2020 № 1084 «O poryadke provedeniya raschetov po ocenke pozharogo riska».
17. Posobie po primeniyu «Metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharogo riska dlya proizvodstvennyh ob"ektov». M., 2016. 265 s.
18. Posobie po primeniyu «Metodiki opredeleniya raschetnyh velichin pozharogo riska v zdaniyah, sooruzheniyah i stroeniyah razlichnyh klassov funkcional'noj pozharnoj opasnosti». M., 2014. 226 s.
19. Shebeko YU. N. i dr. Ocenka individual'nogo i social'nogo riska аварии s pozharami i vzryvami dlya naruznyh tekhnologicheskikh ustanovok // Pozharovzryvobezopasnost'. 1995. Т. 4. № 1. С. 21–29.
20. Elohin A. N. Analiz i upravlenie riskom: teoriya i praktika. M., 2000. 186 s.