

**Кокодеева Наталия Евсегнеевна**

Kokodeeva Natalia Evsegneevna

ФГБОУ ВПО Саратовский государственный технический

университет имени Гагарина Ю.А.

Saratov state technical University of a name of Gagarin Y..A.

Доцент/Assistant Professor

Доктор технических наук/Доцент

E-Mail: kokoeewa@mail.ru

05.23.11 – Проектирование и строительство дорог,  
метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

## **Теории риска в вопросах размещения автозаправочных станций**

### **Risk theory on issues of accommodation of gas-filling stations**

**Аннотация:** Выполнен анализ основных положений Федерального закона Российской Федерации № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Исследованы автозаправочные станции в черте г. Саратова, проведен анализ их расположения на примере 20-ти случайным образом выбранных станций с подземными резервуарами на предмет соответствия противопожарным расстояниям. Предложен математический аппарат оценки вероятности распространения пожара по причине недостаточного расстояния от автозаправочных станций до объекта с использованием теории риска. Предложены мероприятия по снижению риска распространения пожара.

**The Abstract:** The analysis of the main provisions of the Federal law of the Russian Federation № 123-FZ «Technical regulations on fire safety requirements». Explored gas stations in the city of. Saratov, the analysis of their location on the example of 20 randomly selected stations with underground storage tanks for compliance with the fire safety distances. The mathematical device evaluation of the probability distribution of a fire due to insufficient distance from petrol stations to the object using the theory of risk. Proposed measures to reduce the risk of spread of the fire.

**Ключевые слова:** Теория риска, автозаправочная станция, технический регламент, автомобильная дорога, риск распространения пожара.

**Keywords:** Theory of risk, a petrol station, a technical regulation, a motor road, the risk of spread of the fire.

\*\*\*

### **Введение.**

На территории Российской Федерации с 1 мая 2009 года в целях обеспечения выполнения закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании» вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», который принят для «... защиты жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, государственного и муниципального имущества от пожаров, определяет основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям, сооружениям и строениям, промышленным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения».

Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (статья 2) включает основные понятия, такие как:

- пожарный риск - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей;
- допустимый пожарный риск - пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий;
- индивидуальный пожарный риск - пожарный риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара;
- социальный пожарный риск - степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных факторов пожара;
- производственные объекты - объекты промышленного и сельскохозяйственного назначения, в том числе склады, объекты инженерной и транспортной инфраструктуры (железнодорожного, автомобильного, речного, морского, воздушного и трубопроводного транспорта), объекты связи.

В статье 6 данного закона одним из условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности является, если пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных Федеральным законом.

В статье 93 приводятся нормативные значения пожарного риска для производственных объектов, а именно:

1. Величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях, строениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год.
2. Для производственных объектов, на которых обеспечение величины индивидуального пожарного риска одной миллионной в год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до одной десятитысячной в год.
3. Величина индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, не должна превышать одну стомиллионную в год.
4. Величина социального пожарного риска воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, не должна превышать одну десятиmillionную в год.

### **Постановка задачи.**

Исходя из приведенных выше определений, к производственному объекту можно отнести и автозаправочные станции (АЗС). Статья 71 данного Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» посвящена определению противопожарных расстояний от зданий, сооружений и строений автозаправочных станций до граничащих с ними объектов защиты.

АЗС является стационарным источником загрязнения атмосферы парами бензина, дизельного топлива и их составляющими: бензолом, ксилолом и т.п., а также продуктами сгорания моторного топлива: оксидом и диоксидом азота, оксидом углерода, диоксидом серы

и т.п. В настоящее время возросло количество необоснованно размещенных и построенных автозаправочных станций. Как правило, размещение АЗС осуществляется без инженерно-технического сопровождения и без учета экономического сравнения вариантов, в результате ошибок они наносят большой вред окружающей среде. В связи с тем, что АЗС обычно располагают на примыканиях к автомобильным дорогам общего назначения, то задачи охраны окружающей среды следует решать комплексно, оценивая совместное воздействие их и автотранспорта на прилегающие территории.

Согласно статье 71 Федерального закона противопожарные расстояния от автозаправочных станций моторного топлива до соседних объектов должны соответствовать требованиям, установленным в табл.

**Таблица 1**

**Противопожарные расстояния от автозаправочных станций бензина и дизельного топлива до граничащих с ними объектов**

Наименования объектов, до которых определяются противопожарные расстояния	Противопожарные расстояния от автозаправочных станций с подземным и резервуарами, м	Противопожарные расстояния от автозаправочных станций с наземными резервуарами, м	
		общей вместимостью более 20 м <sup>3</sup>	общей вместимостью не более 20 м <sup>3</sup>
Производственные, складские и административно-бытовые здания, сооружения и строения промышленных организаций	15	25	25
Лесные массивы: лиственных пород хвойных и смешанных пород	10	15	12
	25	40	30
Жилые и общественные здания	25	50	40
Места массового пребывания людей	25	50	50
Индивидуальные гаражи и открытые стоянки для автомобилей	18	30	20
Торговые киоски	20	25	25
Автомобильные дороги общей сети (край проезжей части):	12	20	15
	I, II и III категорий	9	9
	IV и V категорий		

Маршруты электрифицированного городского транспорта (до контактной сети)	15	20	20
Железные дороги общей сети (до подошвы насыпи или бровки выемки)	25	30	30
Очистные канализационные сооружения и насосные станции, не относящиеся к автозаправочным станциям	15	30	25
Технологические установки <u>категорий АН, БН, ГН</u> , здания и сооружения с наличием радиоактивных и вредных веществ I и II классов опасности	-	100	-
Склады лесных материалов, торфа, волокнистых горючих веществ, сена, соломы, а также участки открытого залегания торфа	20	40	30

### Методы решения.

В данной статье предлагается рассматривать АЗС как объект дорожной инфраструктуры и, в соответствии с Федеральными законами N 184-ФЗ «О техническом регулировании» и N 257-ФЗ "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации", устанавливать риск распространения пожара по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта с использованием теоретико-вероятностного подхода, созданного научной школой профессора Столярова В.В., который является руководителем научного направления: «Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог по условию обеспечения безопасности движения с учетом теории риска» в Саратовском государственном техническом университете (СГТУ) [1].

Предлагаемое в данной статье понятие «риск распространения пожара по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта» (как опасность пожарного риска) является качественной инженерной характеристикой в системе координат поверхности Земли и имеет следующее математическое толкование:

$$r = \frac{N_{\text{пож}}}{N_{\text{общ}}}, \quad (1)$$

где  $r_i$  – вероятность нежелательного события, представляющая собой риск потенциальной опасности;  $N_{\text{пож}}$  – количество возникших пожароопасных ситуаций по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта;  $N_{\text{общ}}$  – общее количество возможных опасных ситуаций на данной территории.

Используя теорию риска, вероятность распространения пожара по причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта можно установить по зависимости:

$$r = 0,5 - \Phi \left( \frac{L_{\phi} - L_{кр}}{\sqrt{\sigma_{L_{\phi}}^2 + \sigma_{L_{кр}}^2}} \right), \quad (2)$$

где  $L_{\phi}$  – фактическое среднее расстояние от АЗС до объекта, м;  $\sigma_{L_{\phi}}$  – среднее квадратическое отклонение фактического расстояния от АЗС до объекта, м;  $L_{кр}$  – критическое расстояние от АЗС до объекта, при котором вероятность нежелательного последствия равна 50%, м;  $\sigma_{L_{кр}}$  – среднее квадратическое отклонение критического расстояния от АЗС до объекта, м;  $\Phi(u)$  – функция Лапласа.

Показатели  $L_{\phi}$ , и  $\sigma_{L_{\phi}}$  определяют в результате статистических расчетов по достаточному числу замеров ( $n$ ) расстояний от АЗС до объекта ( $L_i$ ). Используя стандартный метод математической статистики, устанавливают среднее значение фактического расстояния от АЗС до объекта ( $L_{\phi}$ ), и характеристики неоднородности: среднее квадратическое отклонение ( $\sigma_{L_{\phi}}$ ) и коэффициент вариации ( $C_V^{L_{\phi}}$ ):

$$L_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}; \quad (3)$$

$$\sigma_{L_{\phi}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_{\phi})^2}{n-1}}; \quad (4)$$

$$C_V^{L_{\phi}} = \frac{\sigma_{L_{\phi}}}{L_{\phi}}, \quad (5)$$

В результате проведения экспериментальных исследований установили, что коэффициент вариации фактического расстояния от АЗС до объекта ( $C_V^{L_{\phi}}$ ) колеблется в основном от 0,10 до 0,15.

Среднее квадратическое отклонение критического расстояния от АЗС до объекта ( $\sigma_{L_{кр}}$ ) устанавливается по зависимости:

$$\sigma_{L_{кр}} = C_V^{L_{кр}} \cdot L_{кр}, \quad (6)$$

где  $C_V^{L_{кр}}$  – коэффициент вариации параметра  $L_{кр}$ .

При определении параметра  $C_V^{L_{кр}}$  учитывали, что распространение пожара при критическом расстоянии от АЗС до объекта должно обладать той же однородностью исходных параметров, что и распространение пожара при фактическом расстоянии от АЗС до объекта. То есть

$$C_V^{L_{кр}} = C_V^{L_{\phi}}. \quad (7)$$

Критическое расстояние ( $L_{кр}$ ) устанавливается по формулам:

– при  $C_V^{L_{кр}} \neq 0,2$

$$L_{кр} = \frac{\sqrt{L_{\text{доп}}^2 + \left[25(C_V^{L_{кр}})^2 - 1\right](L_{\text{доп}}^2 - 25\sigma_{\text{доп}}^2)} - L_{\text{доп}}}{25(C_V^{L_{кр}})^2 - 1}; \quad (7)$$

– при  $C_V^{L_{кр}} = 0,2$

$$L_{кр} = \frac{L_{\text{доп}}^2 - 25\sigma_{\text{доп}}^2}{2L_{\text{доп}}}, \quad (8)$$

где  $L_{\text{доп}}$  – допустимое противопожарное расстояние, м, устанавливаемое по табл. 1;  
 $\sigma_{\text{доп}}$  – среднее квадратическое отклонение допустимого противопожарного расстояния, м,  
определяемое по формуле:

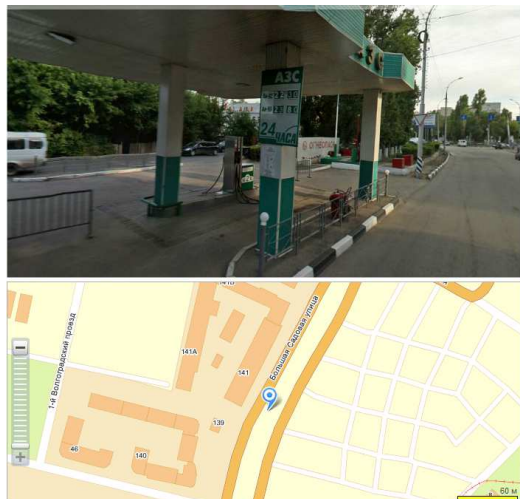
$$\sigma_{\text{доп}} = C_V^{L_{\text{доп}}} \cdot L_{\text{доп}}, \quad (9)$$

где  $C_V^{L_{\text{доп}}}$  – коэффициент вариации допустимого противопожарного расстояния. В  
области строительства принято допускать  $C_V^{L_{\text{доп}}} = 0,05$ .

### Примеры использования.

По предложенной выше методике выполним оценку риска распространения пожара по  
причине недостаточного расстояния от АЗС до объекта. При этом приведенные в статье 71 №  
123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» противопожарные  
расстояния от автозаправочных станций бензина и дизельного топлива до граничащих с ними  
объектов считаем установленными законодательно.

Рассмотрим случай, когда фактическое расстояние от АЗС до объекта ( $L_{\phi}$ ) составляет  
10 м. В качестве объекта примем автомобильную дорогу II категории. АЗС (рис.1) находится в  
непосредственной близости от соседней АЗС и принимает потоки автомобилей, как и  
встречного, так и попутного направления. Зданий и строений в непосредственной близости  
нет, но автозаправочная станция находится между улиц вплотную, и говорить о  
выдерживании противопожарных расстояний не приходится:



Конструктивное исполнение: стационарная  
(классическая)

- Функциональное исполнение: общего пользования
- Способ размещения резервуаров: с подземным расположением
- По числу топливозаправочных колонок: 2
- По количеству одновременно заправляемых машин: 4
- Сливная площадка АЦ;

- Навес общей площадью более 45 кв.м.
- Дорожные знаки и указатели
- Рис. 1 Схема расположения АЗС

В соответствии с табл. 1 допустимое противопожарное расстояние ( $L_{\text{дон}}$ ) от автозаправочной станции с подземными резервуарами до данной дороги составляет 12 м.

Коэффициент вариации фактического расстояния от АЗС до объекта ( $C_V^{L_\phi}$ ) будем варьировать от 0,1 до 0,15. Результаты расчета сведем в табл.2.

**Таблица 2**

*Результаты расчета*

$L_\phi$	$C_V^{L_\phi}$	$\sigma_{L_\phi}$	$L_{кр}$	$C_V^{L_{кр}}$	$\sigma_{L_{кр}}$	$L_{\text{дон}}$	$C_V^{L_{\text{дон}}}$	$\sigma_{\text{дон}}$	$r$
10	0,1	1	7,28	0,1	0,73	12	0,05	0,6	0,014
	0,12	1,2	6,89	0,12	0,83				0,017
	0,15	1,5	6,36	0,15	0,95				0,02

**Вывод:** в результате недостаточного фактического противопожарного расстояния (10 м) от АЗС до автомобильной дороги II категории при допустимом противопожарном расстоянии равном 12 м получили риск распространения пожара на дорогу равный от  $1,4 \cdot 10^{-2}$  до  $2 \cdot 10^{-2}$ . Рост вероятности распространения пожара на дорогу обусловлен ростом коэффициента вариации фактического расстояния от АЗС до объекта. Таким образом, получаем, что на данной автозаправочной станции существует от 14 до 20 возможных случаев распространения пожара на дорогу из 1000 потенциально опасных ситуаций при  $C_V^{L_\phi} = 0,1 \div 0,15$ .

В случае, если фактическое среднее расстояние от АЗС до объекта ( $L_\phi$ ) будет соответствовать допустимому противопожарному расстоянию ( $L_{\text{дон}}$ ), при условии  $C_V^{L_\phi} = C_V^{L_{\text{дон}}} = 5,0 \%$  или 0,05, то получим величину риска менее значения  $r = 1 \cdot 10^{-4}$ . По международной шкале риска величина  $r = 1 \cdot 10^{-4}$  и менее соответствует умеренному (на уровне допустимого) риску. Поэтому риск  $r_{\text{дон}} = 1 \cdot 10^{-4}$  можно принять в качестве объективного (технического) риска в области строительства, который соответствует 85 % уровню обеспеченности. Со временем, когда экономическое состояние страны улучшится, значение объективного риска следует уменьшить до величины  $r = 1 \cdot 10^{-5}$ .

Приведенный пример показал, что потенциально опасное состояние для окружающей среды возможно из-за недостаточного расстояния от АЗС до объекта. В этом случае риск распространения пожара на дорогу будет стремиться к единице. Поэтому для минимизации риска потенциальной опасности в качестве рекомендаций необходимо стремиться к выполнению двух условий:  $L_\phi = L_{\text{дон}}$  и  $C_V^{L_\phi} = C_V^{L_{\text{дон}}} \leq 5,0 \%$  или 0,05.

**Заключение.**

Для оптимального расположения АЗС можно рекомендовать проектировщикам и строителям автомобильных дорог использовать в своей деятельности такие информационные

ресурсы, как базы данных фотографических изображений Планеты Земля (поисковой системы GOOGLE)

Данные изучения проводились в рамках выполнения студенческих научно-исследовательских работ на протяжении трех последних лет на кафедре СОД СГТУ.

В настоящее время становятся популярными серверы спутниковых фото: [maps.google.com](http://maps.google.com), [Google Earth](http://Google Earth), геопортал [kosmosnimki.ru](http://kosmosnimki.ru).

Исследована возможность применения информационного продукта поисковой системы GOOGLE (база данных фотографий земной поверхности из космоса) в качестве инструмента мониторинга и принятия решения о размещении АЗС как объектов дорожной инфраструктуры. В настоящее время на основе информации поисковой системы собрана база данных из нескольких тысяч участков автомобильных дорог с АЗС в разных частях света.

При работе в данном программном модуле с сервером GOOGLE имеется возможность просматривать изображения объектов во всех частях света, виртуально изменять пространственное положение и ориентацию точки зрения: высоту, координату, угол наклона по отношению к горизонту. Имеется возможность проводить ориентировочные оценки координат положения объекта, сохранять просмотренную информацию в памяти своего компьютера.

На изображениях, полученных из космоса, вполне различимы объекты типа зданий и их элементов, автомобили, элементы транспортных сооружений, тени от них, морские волны и т.д. Программа отличается высоким уровнем интерактивности. Это повышает качество визуализации, дает возможность зрительно оценить ландшафт местности, определить предварительно оптимальную трассу и сформировать требования к размещению архитектурно – планировочных решений объектов дорожного сервиса.

Использование новых возможностей, связанных с анализом фотоизображений планеты Земля из космоса позволяет повысить эффективность разработки программ и проектов размещения объектов дорожной инфраструктуры и пересечений транспортных коридоров, уменьшить затраты государственного бюджета при реализации инвестиционных проектов строительства и реконструкции транспортных коридоров [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Столяров, В. В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска / В. В. Столяров // Части 1, 2.- Саратов : СГТУ, 1994. – 184 с., – 232 с.

2. Кочетков, А. В. Новые инструментальные средства изыскания и проектирования объектов транспортного строительства/ А.В.Кочетков, Б. В. Ермолаева, А. В. Ермолаев, Б. А. Мырзахметов // Вестник СГТУ. 2010. № 1 (44). - С. 189 - 194.

1. Stolyarov, V. V. Proektirovanie avtomobilnyh dorog s uchetom teorii riska / V. V. Stolyarov // Chasti 1, 2.- Saratov : SGTU, 1994. – 184 s., – 232 s.

2. Kochetkov, A. V. Novye instrumentalnye sredstva izyskaniya i proektirovaniya ob'ektov transportnogo stroitel'stva/ A.V.Kochetkov, B. V. Yermolaeva, A. V. Yermolaev, B. A. Myrzahmetov // Vestnik SGTU. 2010. № 1 (44). - S. 189 - 194.

**Рецензент:** Кочетков Андрей Викторович, д.т.н., проф. Пермский национальный исследовательский политехнический университет