

УДК 614.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА ВЕРОЯТНОСТЬ АВАРИИ НА АГЗС С ПОДЗЕМНОЙ ЕМКОСТЬЮ ДЛЯ СУГП. С. ОРЛОВСКИЙ¹Научный руководитель А. П. БЫЗОВ², канд. техн. наук, доц.¹Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

Со временем растет популярность использования газового топлива для автомобилей, что связано с его невысокой стоимостью. По этой причине стало значительно увеличиваться количество автомобильных газозаправочных станций (АГЗС), которые считаются наиболее опасными среди объектов нефтепродуктообеспечения из-за обращения на них сжиженных углеводородных газов (СУГ) [1]. Обеспечение пожарной безопасности на таких объектах является актуальным в силу их расположения в населенных пунктах рядом с местами проживания или скопления людей [2, 3]. Как показывает статистика, аварии и пожары на АГЗС и подобных объектах случаются довольно часто.

В разработанной методике оценки пожарного риска на АГЗС [4] при расчете ожидаемой частоты аварии в формуле применяются весовые коэффициенты факторов влияния:

$$P = \lambda_{\text{возр}} \cdot P_{\text{ср}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J p_i \cdot q_{ij} \cdot B_{ij}}{B_{\text{ср}}},$$

где p_i – весовой коэффициент i -й группы факторов;

q_{ij} – доля (весовой коэффициент) j -го фактора в i -й группе.

На основе разработанной системы факторов [4, 5] для получения наиболее объективных значений коэффициентов, применяя метод анализа иерархий [6], с помощью сервиса Yandex Forms была создана форма для опроса экспертов, где сравниваются группы факторов и факторы методом парных сравнений с использованием шкалы важности, которая предусматривает девять вариантов ответов.

С помощью созданной формы опрос прошли 25 специалистов, включая сотрудников организаций, эксплуатирующих АГЗС, сотрудников организаций, осуществляющих надзор за опасными производственными объектами, и научных сотрудников, занимающихся исследованиями в области пожарной безопасности. При проведении такого рода опросов рекомендуется, чтобы число задействованных экспертов было не менее количества элементов (факторов) в системе, которых для объектов с подземным резервуаром насчитывается 25, объединенных в четыре группы.

В результате опроса были получены ответы с наиболее важными, по мнению экспертов, факторами. Чтобы получить значения коэффициентов методом

анализа иерархий, строятся матрицы парных сравнений [6]. Для внесения полученных ответов в матрицу в соответствии со шкалой важности предлагается использовать наиболее популярный ответ из девяти возможных и не брать во внимание редкие, единичные ответы, учитывая возможную личную чувствительность эксперта к некоторым факторам и условия прохождения опроса. При получении в одном вопросе двух и более самых популярных и одинаковых по количеству ответов был взят ответ, расположенный ближе ко второму по популярности. Как показывает анализ ответов формы, в каждом вопросе отсутствуют ответы, которые получили равное количество по популярности, но противоположные по значению. Таким образом, в основном, наиболее популярные ответы располагаются близко друг к другу, что говорит о единстве мнения независимых респондентов и достоверности полученных результатов.

При балльно-факторной системе оценивания реально можно выявить наиболее существенный элемент в зависимости от соотношения весовых коэффициентов, значения которых представлены в табл. 1.

Табл. 1. Факторы влияния и их весовые коэффициенты

Группа факторов	Вес группы	Фактор влияния		Вес фактора в группе
1	2	3		4
FG ₁ : Механические разрушения	0,10	F ₁₁	Отношение фактической толщины стенки резервуара к требуемой	0,03
		F ₁₂	Дефекты сварных швов	0,12
		F ₁₃	Рабочее (избыточное) давление	0,09
		F ₁₄	Исправность и надежность запорной и предохранительной арматуры	0,39
		F ₁₅	Гидроиспытания	0,04
		F ₁₆	Возможность возникновения гидравлических ударов	0,06
		F ₁₇	Система автоматизированного контроля (наличие)	0,22
		F ₁₈	Аварии и отказы, имевшие место на АГЗС по причине механических разрушений	0,05
FG ₂ : Коррозия	0,17	F ₂₁	Температура среды	0,04
		F ₂₂	Тип и состояние изоляционного покрытия	0,35
		F ₂₃	Коррозионные свойства грунтов (почвенная коррозия)	0,07
		F ₂₄	Качество работы устройств ЭХЗ	0,35
		F ₂₅	Мониторинг и контроль эффективности ЭХЗ	0,07
		F ₂₆	Аварии и отказы, имевшие место по причине коррозии	0,12
FG ₃ : Уровень технической эксплуатации	0,64	F ₃₁	Эксплуатационная документация	0,04
		F ₃₂	Контроль воздушной среды на наличие утечек	0,32
		F ₃₃	Квалификация персонала	0,14
		F ₃₄	Нарушение клиентами АГЗС инструкций по безопасной заправке автомобилей	0,42
		F ₃₅	Аварии и отказы, имевшие место по причине нарушений правил эксплуатации	0,08

Окончание табл. 1

1	2	3		4
FG4: Природные воздействия	0,09	F ₄₁	Подвижки и деформации грунта	0,17
		F ₄₂	Уровень грунтовых вод	0,05
		F ₄₃	Состав грунта с точки зрения его несущей способности	0,09
		F ₄₄	Грозовая активность	0,49
		F ₄₅	Глубина заложения резервуара	0,05
		F ₄₆	Аварии и отказы, имевшие место по причине природных воздействий	0,15

Для выявления самых существенных, по мнению экспертов, факторов допустимо провести анализ путем произведений веса группы факторов на вес фактора внутри группы. Таким образом, наиболее важными факторами на объектах с подземным расположением резервуаров получились «Нарушение клиентами АГЗС инструкций по безопасной заправке автомобилей», «Контроль воздушной среды на наличие утечек», «Квалификация персонала».

В результате проведенных исследований были получены весовые коэффициенты факторов влияния. Привлечение широкого круга специалистов в области проектирования, строительства и эксплуатации резервуаров с СУГ повышает объективность оценок весовых коэффициентов, которые будут применены при оценке частоты аварий на АГЗС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Орловский, П. С.** Анализ риска аварий на опасных производственных объектах нефтепродуктообеспечения в Республике Беларусь / П. С. Орловский // Актуальные проблемы науки и техники: материалы II Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 70-летию ИМИ-ИжГТУ и 60-летию СПИ (филиал) ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова». – Ижевск, 2022. – С. 841–843.
2. **Орловский, П. С.** Влияние особенностей проектов АЗС на величину риска аварии / П. С. Орловский // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2022. – С. 125.
3. **Орловский, П. С.** Оценка вкладов различных технических и организационных мероприятий в величину риска аварии / П. С. Орловский // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность-2022): материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию УГАТУ. – Уфа, 2022. – С. 59–61.
4. **Андреев, А. В.** Методика балльно-факторной оценки частоты инициирующих пожароопасные ситуации событий для подземных емкостей автомобильной газозаправочной станции / А. В. Андреев, А. П. Бызов, П. С. Орловский // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2023. – № 4 (68). – С. 131–141.
5. **Орловский, П. С.** Коррозионная активность грунта как причина разрушения подземных емкостей для хранения нефтепродуктов / П. С. Орловский // Экологическая неделя БРУ – СПбПУ: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 120–124.
6. **Орловский, П. С.** Определение коэффициентов важности с помощью метода анализа иерархий / П. С. Орловский // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2023. – С. 121.