

Экспресс-методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах — складах горюче-смазочных материалов



Е.Е. Невская,
мл. науч.
сотрудник



Д.В. Дегтярев,
зав. отделом



М.В. Лисанов,
д-р техн. наук, директор
центра анализа риска



В.С. Беликов,
зам. начальника
департамента



С.А. Сергеева,
гл. специалист
отдела

АНО АИПР

ЗАО НТЦ ПБ

ОАО «РЖД»

Разработана методика оценки риска аварии на опасных производственных объектах — складах горюче-смазочных материалов, включающая алгоритмы: экспресс-оценки риска в соответствии с зарубежными подходами по ранжированию опасных объектов, количественной оценки риска аварии в соответствии с методиками Ростехнадзора по анализу риска. Приведено сравнение расчетов частоты аварий и числа потерпевших по предложенным алгоритмам для типового склада хранения и отгрузки горюче-смазочных материалов ОАО «РЖД».

The Methodology of risk assessment of accident at hazardous production facilities of fuel and lubricant warehouses, including the algorithm is developed: «Rapid Risk Assessment» in accordance with the international approaches on ranging of hazardous facilities; quantitative risk assessment of accident in accordance with Rostekhnadzor methods on risk analysis. The comparison is presented concerning the calculations of accident frequencies of the number of injured persons based on the proposed algorithms for a typical warehouse of storage and shipment of JSC «Russian Railways» fuels and lubricants.

Ключевые слова: экспресс-оценка риска, частота аварии, опасные вещества, погрузочно-разгрузочные операции, область поражения.

Key words: rapid risk assessment, accidents frequency, hazardous substances, loading/unloading operations, area of exposure.

В ОАО «РЖД» входят более 300 складов, на которых хранят нефтепродукты — горюче-смазочные материалы (ГСМ) и выполняют соответствующие погрузочно-разгрузочные операции. Все склады ГСМ — опасные производственные объекты (ОПО) III класса опасности, не подлежащие декларированию промышленной безопасности.

В целях внедрения риск-ориентированного подхода в управлении промышленной безопасностью ОПО ОАО «РЖД» в 2014 г. была запланирована разработка Методики для оценки риска аварий на опасных производственных объектах (складах горюче-смазочных материалов) ОАО «РЖД» (далее — Методика). При разработке Методики изучали возможность применения упрощенных подходов для оценки риска и ранжирования складов ГСМ по единым показателям риска с последующим (при необходимости) использованием методик количест-

венной оценки риска для анализа наиболее опасных объектов. Методика разработана ЗАО НТЦ ПБ совместно со специалистами ОАО «РЖД» для содействия выполнению требований федеральных норм и правил в области промышленной безопасности: «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утвержденных приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 г. № 96, зарегистрированным Минюстом России 16 апреля 2013 г., регистрационный № 28138; «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта», утвержденных приказом Ростехнадзора от 15 июня 2013 г. № 306, зарегистрированным Минюстом России 20 августа 2013 г., регистрационный № 29581.

Методика основана на нормативных методических документах Ростехнадзора [1–4] и МЧС

России [5], описывает порядок и методы количественной и полуколичественной оценки (экспресс-оценки) риска, деревья событий для типовых сценариев аварий, алгоритм расчета основных показателей риска, приводит примеры оценки риска в целях определения степени опасности промышленных аварий на складах ГСМ. Предназначена для инженерно-технических работников ОПО — складов ГСМ, специалистов экспертных, научно-исследовательских и проектных организаций.

Изложенный в Методике алгоритм количественной оценки риска аварий и расчета основных показателей риска основан на нормативных источниках [2–5] и не вызывает трудностей в применении на практике при наличии всей информации и использовании программного средства TOXI+Risk (<http://www.safety.ru/software>). В статье более подробно изложен алгоритм экспресс-оценки риска аварий, который разработан на основе документа Международного агентства по атомной энергии «Руководство по классификации и приоритизации рисков, связанных с крупными авариями на объектах перерабатывающей и смежных отраслей промышленности» [6].

Экспресс-оценка (Rapid Risk Assessment) также отражена в [7, 8] и рекомендуется в случаях отсутствия необходимой информации для проведения количественной оценки риска, а также для предварительной оценки риска и ранжирования по степени опасности складов ГСМ ОАО «РЖД».

Алгоритм расчета частоты аварии и числа пострадавших основан на эмпирических формулах и табличных коэффициентах, может быть использован инженерно-техническими работниками предприятий самостоятельно без применения специального программного обеспечения и привлечения специализированных экспертных организаций.

Оценка частоты аварий

Для определения частоты нежелательных событий на стационарных объектах складов ГСМ расчет проводят для каждого типа вещества с учетом отдельных операций (погрузочно-разгрузочные работы) и систем безопасности, применяемых на объекте, организации безопасности и управления ей.

Чтобы вычислить частоту аварий P_a с участием опасного вещества для каждого склада ГСМ необходимо определить число вероятности N_s , которое связано со значением P_a . Соотношение между ними:

$$P_a = 10^{-N_s} \quad (1)$$

Число вероятности N_s можно рассчитать по уравнению

$$N_s = N_s^* + n_1 + n_0 + n_p \quad (2)$$

где N_s^* — базовый для конкретного типа вещества и вида деятельности показатель вероятности аварии

(табл. 1); n_1 — поправка к N_s на частоту погрузочно-разгрузочных операций (табл. 2); n_0 — поправка, учитывающая организационно-управленческие аспекты обеспечения безопасности (табл. 3); n_p — поправка к N_s на направление ветра в сторону жилых зон, прилегающих к объекту (табл. 4).

Таблица 1

Опасное вещество	Свойство	Показатель вероятности аварии для вида деятельности	
		хранение	использование
Горючие жидкости	Давление насыщенных паров менее 0,03 МПа при температуре 20 °С	8	7
	Давление насыщенных паров более 0,03 МПа при температуре 20 °С	7	6

Примечание. Около 95 % хранимых опасных веществ на складах ГСМ, эксплуатирующихся ОАО «РЖД», составляет дизельное топливо, относящееся к горючим жидкостям.

Таблица 2

Частота погрузочно-разгрузочных операций в год	n_1
1–10	+0,5
10–50	0
50–200	–1
200–500	–1,5
500–2000	–2

Таблица 3

Организационно-управленческий аспект обеспечения безопасности	n_0
Наличие автоматических систем управления и противоаварийной защиты, быстродействующих запорных или отсекающих устройств с дистанционным управлением, датчиков — сигнализаторов до взрывных концентраций	+0,5
Обвалование вокруг резервуаров, наличие одного и более выездов на автомобильные дороги общей сети или на подъездные пути склада ГСМ, молниезащита, передвижные и стационарные средства пожаротушения	0
Отсутствие системы обвалования, выездов на автомобильные дороги	–0,5
Отсутствие систем молниезащиты, передвижных и стационарных средств пожаротушения	–1
Отсутствие мер по обеспечению безопасности	–1,5
Систематическое невыполнение предписаний Ростехнадзора	–2

Для удобства пользования методом частоты и вероятности приводят в форме показателя (десятичный логарифм с обратным знаком, например, 7 ↔ 1·10⁻⁷, 5,5 ↔ 3·10⁻⁶ и т.д.).

Таблица 4

Область поражения	Поправка n_p для доли территории, на которой проживают люди, %				
	100	50	20	10	5
I	0	0	0	0	0
II	0	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5

С помощью табл. 5 или непосредственно из соотношения (3) определяем P_a в год путем пересчета соответствующего N_s :

$$N_s = |\lg P_a|. \quad (3)$$

Таблица 5

N_s	P_a	N_s	P_a	N_s	P_a
0	1	5	$1 \cdot 10^{-5}$	10	$1 \cdot 10^{-10}$
0,5	$3 \cdot 10^{-1}$	5,5	$3 \cdot 10^{-6}$	10,5	$3 \cdot 10^{-11}$
1	$1 \cdot 10^{-1}$	6	$1 \cdot 10^{-6}$	11	$1 \cdot 10^{-11}$
1,5	$3 \cdot 10^{-2}$	6,5	$3 \cdot 10^{-7}$	11,5	$3 \cdot 10^{-12}$
2	$1 \cdot 10^{-2}$	7	$1 \cdot 10^{-7}$	12	$1 \cdot 10^{-12}$
2,5	$3 \cdot 10^{-3}$	7,5	$3 \cdot 10^{-8}$	12,5	$3 \cdot 10^{-13}$
3	$1 \cdot 10^{-3}$	8	$1 \cdot 10^{-8}$	13	$1 \cdot 10^{-13}$
3,5	$3 \cdot 10^{-4}$	8,5	$3 \cdot 10^{-9}$	13,5	$3 \cdot 10^{-14}$
4	$1 \cdot 10^{-4}$	9	$1 \cdot 10^{-9}$	14	$1 \cdot 10^{-14}$
4,5	$3 \cdot 10^{-5}$	9,5	$3 \cdot 10^{-10}$	14,5	$3 \cdot 10^{-15}$

Порядок оценки числа пострадавших от аварии

Число пострадавших — число людей, оказавшихся в зоне действия поражающих факторов, в том числе погибших и получивших в результате аварии ущерб здоровью. Под последствиями аварии понимают число пострадавших, непосредственно работающих на складе ГСМ, а также трудящихся или проживающих на территории, прилегающей к складу. Методика учитывает последствия пожаров, взрывов, выбросов опасного вещества за пределы склада ГСМ.

На 1-м этапе оценки числа пострадавших необходимо идентифицировать объект по виду опасного вещества и форме его использования (хранение, производство, переработка). Для этого следует определить необходимый для дальнейших оценок цифровой код, соответствующий конкретному опасному веществу и форме его использования внутри стационарного объекта — склада ГСМ (табл. 6).

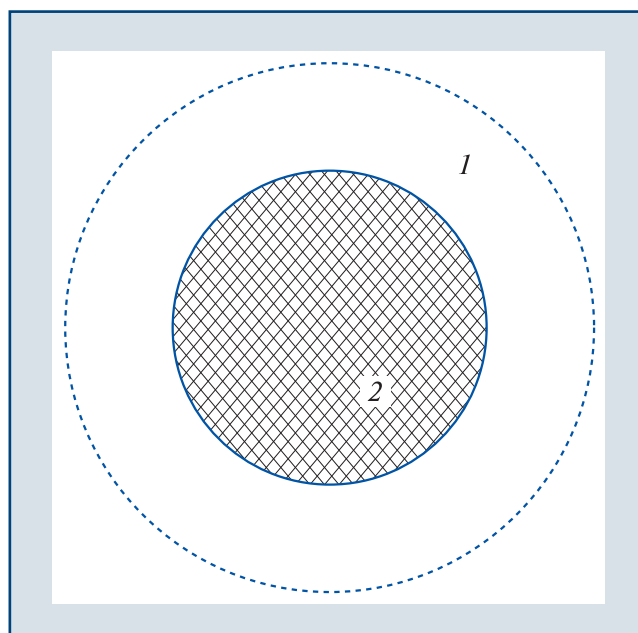
На 2-м этапе оценки числа пострадавших по цифровому коду, идентифицирующему объект, и массе опасного вещества, находящегося на этом

Таблица 6

Опасное вещество	Свойство	Форма использования	Цифровой код
Дизельное топливо Керосин Мазут Масло Уайт-спирит	Давление насыщенных паров менее 0,03 МПа при температуре 20 °С	Хранение в заглубленных резервуарах	1
		Другие формы хранения, производство, переработка	2
Бензин	Давление насыщенных паров более 0,03 МПа при температуре 20 °С	Хранение в заглубленных резервуарах	3
		Другие формы хранения, производство, переработка	4

объекте, определяют код класса воздействия данного склада ГСМ (табл. 7).

На 3-м этапе оценки числа пострадавших определяют параметры области поражения (рис. 1), состоящей из зон:



▲ Рис. 1. Область поражения:
1 — $S_{\text{МВКП}}$; 2 — $S_{\text{гиб}}$

прогнозируемого числа погибших $S_{\text{гиб}}$. Считается, что в результате аварии все оказавшиеся в этой области люди должны погибнуть, при этом предполагается, что за ее пределами гибели людей не происходит;

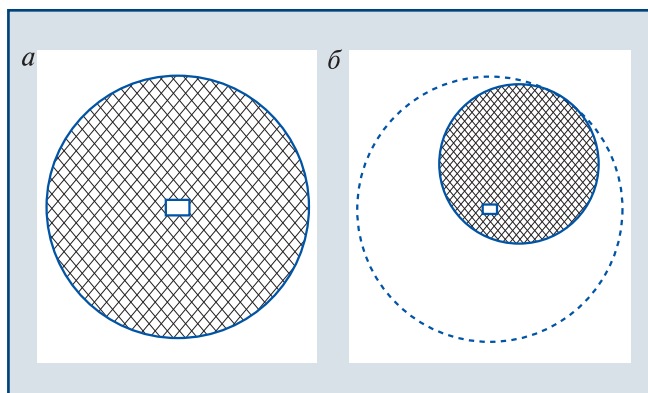
Таблица 7

Цифровой код	Код класса воздействия опасного объекта для вещества массой, т								
	До 1	1–5	5–10	10–50	50–200	200–1000	1000–5000	5000–10 000	Свыше 10 000
1	—	—	—	—	—	A I	B I	B I	C I
2	—	—	—	A I	B I	C I	D II	D II	D II
3	—	—	—	—	—	B I	C II	C II	D II
4	—	—	—	B II	C II	D II	D II	E II	E II

максимально возможного количества потерпевших (МВКП) $S_{\text{МВКП}}$. Считается, что в результате аварии здоровью всех людей, оказавшихся в этой зоне, будет причинен ущерб, при этом предполагается, что нанесение ущерба здоровью людей за ее пределами не происходит.

Код класса воздействия опасного объекта, определенный на 2-м этапе, имеет буквенную (А–Е) и цифровую (I–II) компоненты. Буквенная компонента позволяет оценить максимальный линейный масштаб зоны поражения: А — 0–25 м, В — 25–50 м, С — 50–100 м, D — 100–200 м, Е — 200–500 м.

Цифровая компонента кода класса воздействия опасного объекта определяет тип области поражения (рис. 2). Тип I области поражения характерен при взрывах, тип II — при горении облака воспламеняющегося газа, испарении и пожаре больших проливов токсичных жидкостей.



▲ Рис. 2. Область поражения: а — тип I; б — тип II

По коду класса воздействия (А–Е) можно определить максимальную площадь зоны прогнозируемого числа погибших $S_{\text{гиб}}$, га, и зоны МВКП $S_{\text{МВКП}}$, га (табл. 8).

Таблица 8

Буквенная компонента кода	Цифровая компонента кода			
	I		II	
	$S_{\text{гиб}}$	$S_{\text{МВКП}}$	$S_{\text{гиб}}$	$S_{\text{МВКП}}$
A	0,20	1,94	0,05	0,44
B	0,79	7,77	0,19	1,75
C	3,14	31,10	1,75	7,01
D	12,60	124,00	3,00	28,00
E	78,50	777,00	18,80	175,00

На 4-м этапе оценки числа пострадавших определяют число людей, попавших в результате аварии в зоны прогнозируемого числа погибших $N_{\text{гиб}}$ и МВКП $N_{\text{МВКП}}$. Это можно сделать, умножив площадь $S_{\text{гиб}}$ или $S_{\text{МВКП}}$ на соответствующее значение доли этой площади $k_{\text{гиб}}$, $k_{\text{МВКП}}$ в пределах области постоянного пребывания людей, а также на плотность распределения людей $c_{\text{пж}}$, учитывая при этом часть заселенной людьми территории, попавшей в

зону прогнозируемого числа погибших $f_{\text{гиб}}$ и часть заселенной людьми территории, попавшей в зону МВКП $f_{\text{МВКП}}$:

$$N_{\text{гиб}} = ck_{\text{гиб}}S_{\text{гиб}}f_{\text{гиб}}; \quad (4)$$

$$N_{\text{МВКП}} = ck_{\text{МВКП}}S_{\text{МВКП}}f_{\text{МВКП}}. \quad (5)$$

Указанные $k_{\text{гиб}}$, $k_{\text{МВКП}}$ или $k_{\text{гиб}}S_{\text{гиб}}$, $k_{\text{МВКП}}S_{\text{МВКП}}$ можно оценивать приближенно, используя геоинформационные технологии, или вычислить с помощью традиционных методов планиметрии при нанесении на карту шаблонов (см. рис. 2), выполненных в соответствующем масштабе.

Плотность распределения людей c , если она неизвестна и нет возможности ее определить, может быть принята следующим образом: район фермерских угодий — 5; усадьбы, дачные поселки — 10; деревни, села, зона индивидуальной застройки — 20; районы низкоэтажной застройки — 40; районы с застройкой повышенной этажности — 80; центральные части городов (магазины, учреждения культуры и т.д.) — 160.

Поправку на плотность населения для доли заселенной территории внутри интересующей области $f_{\text{гиб}}$, $f_{\text{МВКП}}$ определяют согласно табл. 9.

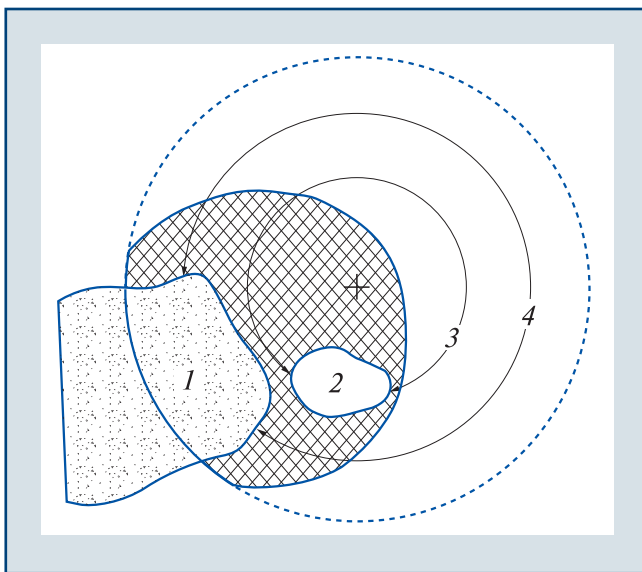
Таблица 9

Область поражения	Поправка на плотность населения для доли заселенной территории, %				
	100	50	20	10	5
I	1	0,5	0,2	0,1	0,05
II	1	1,0	0,4	0,2	0,10

При определении числа людей, попавших в результате аварии в зону поражения, необходимо учитывать, что оценку числа пострадавших выполняют для наиболее неблагоприятных условий. Тяжесть последствий для области поражения II типа зависит от направления ветра, в связи с чем при оценке числа пострадавших следует направлять область поражения II типа на наиболее заселенную часть территории, прилегающей к опасному объекту (рис. 3).

В представленном примере территория, где постоянно проживают люди, попадает в обе зоны ожидаемого числа погибших. Выбор населенного пункта для определения числа людей, оказавшиеся в зоне МВКП, зависит от плотности проживающего населения. Выбирается вариант с наибольшим числом людей, попавших в зону поражения.

Данную методику применяют в целях предупреждения аварий на объектах хранения топлива и негативных последствий для окружающей среды. Предложенные в ней методы количественной и полуквантитативной оценки риска предоставляют лицам, эксплуатирующим склады ГСМ и аналогичные объекты хранения топлива, объективную информацию о состоянии промышленной безопасности



▲ Рис. 3. Выбор направления области поражения II типа на наиболее заселенную часть прилегающей к объекту территории:

1, 2 — пункты с разной плотностью населения; 3, 4 — 20 % соответственно $f_{\text{гиб}}$ и $f_{\text{МВКП}}$

объектов, сведения о наиболее опасных и уязвимых составляющих технологических процессов с точки зрения безопасности и позволяют разработать комплекс обоснованных рекомендаций по уменьшению риска. Экспресс-оценка позволяет без больших затрат проранжировать по степени опасности большое число аналогичных объектов. Кроме того, результаты оценки числа пострадавших, полученные при использовании данного метода, могут послужить основанием для проведения более детальной количественной оценки риска аварий на складах ГСМ, если принятие конкретных решений потребует этого.

В качестве примера рассмотрен топливный склад — база топлива ст. «Лихоборы» Московско-Курского МДМТО Росжелдорснаб (филиал ОАО «РЖД» в Москве). Режим работы склада круглосуточный. Частота погрузочно-разгрузочных операций 3–4 раза в сутки или 1440 операций в год. Общий объем опасного вещества на объекте 2608 м^3 , что соответствует 2216 т горючей жидкости. Плотность распределения населения в районе склада ГСМ 50 чел/га.

Частоту нежелательных событий на стационарном объекте определим через N_s по формуле (2). Соотношение примет вид (6) с учетом: подстановки базового значения вероятности аварии при использовании горючих жидкостей, давление насыщенных паров которых менее 0,03 МПа при температуре 20 °С, в условиях хранения на складе (см. табл. 1); выбора n_1 , соответствующей диапазону от 500 до 2000 операций в год (см. табл. 2); выбора n_0 (см. табл. 3); выбора n_p , исходя из 5 % территории, на которой проживают люди и области поражения II (см. табл. 4).

$$N_s = 8 - 2 + 0 + 0,5 = 6,5. \quad (6)$$

Согласно табл. 5 определим P_a в год путем пересчета соответствующего N_s : $P_a = 3 \cdot 10^{-7}$.

Следующая процедура метода экспресс-оценки — нахождение прогнозируемого числа пострадавших от аварии на складе ГСМ. Согласно табл. 6 определим цифровой код, соответствующий конкретному опасному веществу и форме его использования внутри объекта. Объекту, на котором хранят дизельное топливо и масло в незаглубленных резервуарах, соответствует цифровой код 2. Согласно табл. 7 склад ГСМ с цифровым кодом 2 и 2197 т вещества относится к категории D II. Зная буквенную компоненту класса воздействия опасного объекта (D), вычислим линейный масштаб зоны поражения — 200 м. Зная цифровую компоненту класса воздействия опасного объекта (II), по табл. 8 определим: $S_{\text{гиб}} = 3 \text{ га}$, $S_{\text{МВКП}} = 28 \text{ га}$.

Накладываем шаблон для области поражения II типа (см. рис. 2), выполненный в соответствующем масштабе, на карту прилегающих территорий с учетом розы ветров (рис. 4).



▲ Рис. 4. Область поражения склада ГСМ:
1 — $S_{\text{МВКП}}$; 2 — $S_{\text{гиб}}$

В зону прогнозируемого числа погибших может попасть 1,11 га ($k_{\text{гиб}} \approx 0,37$) зоны промышленной застройки; в зону МВКП — 17,6 га ($k_{\text{МВКП}} \approx 0,63$). В соответствии с исходными данными о плотности распределения населения в районе склада ГСМ ст. «Лихоборы», равной 50 чел/га, получим:

ожидаемое число погибших с учетом доли заселенной территории в соответствующей зоне (поправка $f = 0,1$), включая третьих лиц:

$$N_{\text{гиб}} = 50 \cdot 1,11 \cdot 0,1 \approx 6 \text{ человек}; \quad (7)$$

ожидаемое МВКП с учетом доли заселенной территории в соответствующей зоне (поправка $f = 0,1$), включая третьих лиц:

$$N_{\text{МВКП}} = 50 \cdot 17,6 \cdot 0,1 = 88 \text{ человек}. \quad (8)$$

Исходя из принципа выбора наихудших последствий, при определении числа людей, которые могут

попасть в зону поражения, все значения округляют в большую сторону.

Для сравнения экспресс-оценок проведен количественный анализ риска в соответствии с нормативными методическими документами [3, 4], отраженными в рассматриваемой Методике.

Наиболее вероятный сценарий аварии на складе ГСМ — частичная разгерметизация сливно-наливного рукава. Максимальный объем топлива, способного вытечь при такой аварии, определяют количеством вещества, содержащегося в подводящем трубопроводе, и объемом топлива, поступившего за время, необходимое для остановки насоса. Для рассматриваемого склада ГСМ он не превысит 10 м³. Последствия поражения, интенсивность излучения и радиус зоны поражения приведены в табл. 10.

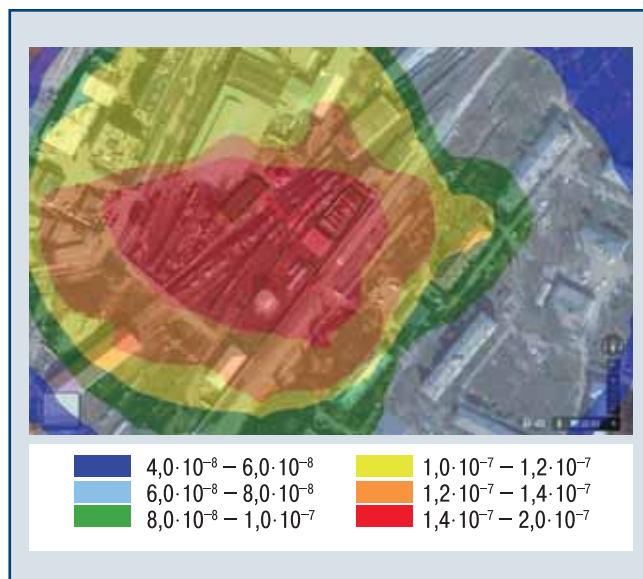
Таблица 10

Последствия поражения	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны поражения, м
Смертельное поражение	35,2	7,98
Воспламенение:		
резины	14,8	38,08
древесины	13,9	42,40
Непереносимая боль:		
через 3–5 с	10,5	57,66
через 20 с	7,0	71,64
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	85,53
Без негативных последствий	1,4	119,6

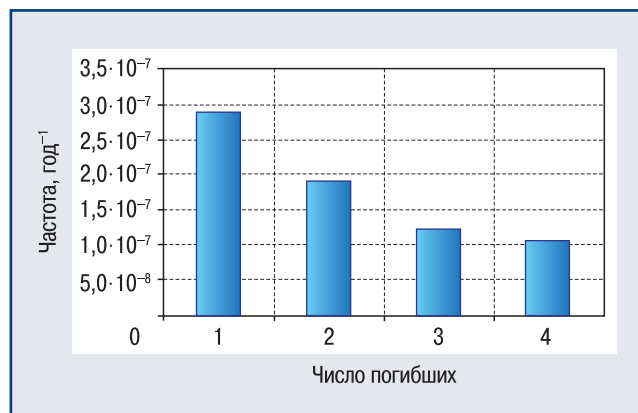
Наиболее опасный сценарий: полная разгерметизация наибольшего из резервуаров с дизельным топливом, дрейф облака топливно-воздушной смеси в наихудших условиях рассеивания и образование пожара-вспышки. Для рассматриваемого склада ГСМ зоны поражения при таком сценарии составят: по ветру от точки выброса 622,22 м, против ветра от точки выброса –685,66 м, максимальная ширина 1371,32 м. Частота такого сценария не превысит 2·10⁻⁹ год⁻¹.

Расчет суммарного поля потенциального риска гибели людей от всех возможных аварий на складе ГСМ в программном комплексе TOXI+Risk представлен на рис. 5.

С учетом восьмичасовой смены для персонала склада ГСМ индивидуальный риск гибели не превышает 4,8·10⁻⁸ год⁻¹, индивидуальный риск гибели третьих лиц и населения при авариях на складе ГСМ — 1,4·10⁻⁸ год⁻¹, наибольшее число погибших — четырех человек. На рис. 6 приведена зависимость частоты от числа погибших на складе ГСМ. Частота аварии с гибелью нескольких человек сос-



▲ Рис. 5. Расчет суммарного поля потенциального риска гибели людей от всех возможных аварий на складе ГСМ в программном комплексе TOXI+Risk



▲ Рис. 6. Зависимость частоты от числа погибших на складе ГСМ

тавляет 1·10⁻⁷ год⁻¹, что близко к значению P_а, рассчитанному выше по экспресс-методике.

Рассчитанное значение индивидуального риска меньше фоновых значений риска гибели людей при техногенных происшествиях согласно данным сайта <http://riskprom.ru/publ/19-1-0-48>. Оценку соответствия полученных результатов критериям допустимого (приемлемого) риска также можно провести с использованием матрицы «частота — тяжесть последствий», приведенной в [4, 9].

Методика, включающая указанные методы, одобрена протоколом секции Научно-технического совета Ростехнадзора и утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 21 декабря 2015 г. № 3013р. Полученные на основании применения этих методов результаты анализа опасности целесообразно использовать: при подготовке предпроектной и проектной документации на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт склада ГСМ и документации на техническое перевооружение,

консервацию, ликвидацию склада ГСМ; при разработке обоснования безопасности и планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, а также ряда других процедур, связанных с анализом опасностей аварий и чрезвычайных ситуаций на складах ГСМ.

Список литературы

1. *Руководство по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов.* — Сер. 09. — Вып. 33. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. — 60 с.
2. *Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности: рук. по безопасности.* — Сер. 09. — Вып. 38. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. — 44 с.
3. *Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов: рук. по безопасности.* — Сер. 08. — Вып. 24. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. — 122 с.
4. *Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах: рук. по безопасности.* — Сер. 27. — Вып. 8. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2016. — 56 с.
5. *Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах:* утв. приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404; в ред. приказа МЧС России от 14 дек. 2010 г. № 649// Бюл. норматив. актов федер. органов исполн. власти. — 2011. — № 8.
6. *IAEA-TECDOC-727.* ISSN 1011-4289. Manual for the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries. — Vienna: IAEA, 1993.
7. *Методические рекомендации по определению количества пострадавших при чрезвычайных ситуациях техногенного характера/ В.А. Акимов, А.А. Быков, В.Ю. Востоков и др.// Проблемы анализа риска.* — 2007. — Т. 4. — № 4. — С. 347–367.
8. *Востоков В.Ю.* К вопросу определения частоты аварийных ситуаций на объектах, осуществляющих деятельность с использованием пожаровзрывоопасных и аварийно химически опасных веществ// Проблемы анализа риска. — 2007. — Т. 4. — № 4. — С. 413–418.
9. *СТО РЖД 1.02.035—2010* УРРАН. Порядок определения допустимого уровня риска: введ. 01.03.2011. URL: <http://scbist.com/scb/uploaded/docs/2010/dekabr-2010/5896-standart-oao-rzhd-n-sto-rzhd-1-02-035-2010-ot-13-12-2010-n-2570r.htm> (дата обращения: 29.02.2016).

e.nevskaya@safety.ru

Материал поступил в редакцию 16 февраля 2016 г.

УДК 658.382.3:665.6/1.7

© М.М. Задериголова, 2016

Обеспечение геодинамической безопасности нефтегазопроводов в зонах природно-техногенных рисков



М.М. Задериголова,
канд. техн. наук,
гл. специалист

ООО «ГЕОТЭК»

Изложены краткие теоретические основы принципиально новой технологии диагностирования аварийного состояния грунтов оснований крупных строительных объектов, в том числе нефтегазопроводов, в зонах природно-техногенных рисков, которые могут привести к серьезным нарушениям безопасности труда. Приведены сведения об уникальной авторской аппаратуре и методике ее использования как в полевом, так и стационарном вариантах. Рассмотрены практические результаты применения автоматизированной системы раннего оповещения об активизации опасных геодинамических процессов, эффективность их прогноза, безопасность труда при эксплуатации нефтегазопроводов.

The Article describes brief theoretical basis of the fundamentally new technology of diagnosing the emergency condition of soils of foundations of major construction objects, including oil and gas pipelines, in the areas of natural and man-made risks that could result in serious violations of occupational safety. Data on equipment and unique author's equipment and the method of its use both in the field and stationary options are given. The practical results are considered concerning the use of automated early warning system about activation of dangerous geodynamic processes, efficiency of their forecast, occupational safety at operation of oil and gas pipelines.

Ключевые слова: риск, авария, геодинамическая безопасность, диагностирование грунтов, метод радиоволнового поля Земли, газово-эманационные методы, геотехнический мониторинг.

Key words: risk, accident, geodynamic safety, soil diagnosis, method of the radio wave field of Earth, gas emanation methods, geotechnical monitoring.

Снижение природно-техногенных рисков — актуальная проблема для безопасной работы объектов

топливно-энергетического комплекса, в том числе нефтегазотранспортных систем.