

**С. В. ГУДИН**, адъюнкт кафедры информационных технологий, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: sergey.gudin@firerisks.ru)

**Р. Ш. ХАБИБУЛИН**, канд. техн. наук, доцент, начальник кафедры информационных технологий, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: kh-r@yandex.ru)

**Д. Н. РУБЦОВ**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: aiaks@mail.ru)

**В. В. РУБЦОВ**, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры пожарной безопасности технологических процессов, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: aubez@mail.ru)

УДК 614.849

## ОЦЕНКА РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН ПОЖАРНОГО РИСКА НА ТЕРРИТОРИИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Представлено описание технологического процесса типовой газораспределительной станции и особенности ее пожарной опасности. На базе информационной системы “FireRisks” построены деревья развития пожароопасных ситуаций; определены условные вероятности последующих событий, приводящих к возникновению пожара. Рассчитаны значения опасных факторов пожара в зависимости от расстояния; показана динамика их развития. Определены расчетные величины пожарных рисков на территории газораспределительной станции. Сделаны выводы о возможности использования информационной системы для дальнейшего исследования методов интеллектуальной поддержки принятия решений на объектах нефтепереработки.

**Ключевые слова:** газораспределительная станция; пожарный риск; информационная система; опасные факторы пожара; пожароопасные ситуации.

**DOI:** 10.18322/PVB.2017.26.01.32-42

Законодательством установлено, что одним из оснований для проведения расчетов пожарного риска является выполнение не в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных нормативными документами [1]. Кроме того, как правило, многие отступления от требований пожарной безопасности на производственных объектах продиктованы вынужденными сокращениями противопожарных расстояний от наружных технологических установок до граничащих с ними объектов защиты. Эксплуатация таких объектов защиты при сокращении противопожарных расстояний в некоторых случаях возможна при применении противопожарных преград, однако эта возможность должна быть подтверждена расчетом пожарного риска [1].

Методика оценки пожарных рисков [2] распространяется на большое количество объектов и производств, связанных с обращением пожароопасных веществ [3–6]. При этом большинство современных систем оценки расчетных величин пожарных рисков не обладают единой базой статистических данных по типовым технологическим аппаратам, веществам и пожароопасным сценариям, что, в свою очередь, влияет на качество расчета. Расчетные величины пожарных рисков напрямую влияют на при-

нимаемые управленческие решения, связанные с обеспечением пожарной безопасности [7], поэтому важно при выполнении оценки величин пожарных рисков на всех этапах использовать единое программное обеспечение. Устранить ошибки, которые могут возникнуть в процессе ввода ряда исходных данных, являющихся справочными величинами (например, пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов, климатические параметры), можно с помощью модуля справочных данных.

Ранее, в публикации [8], был проведен анализ существующих программных продуктов в области расчета пожарных рисков, определены их недостатки, сформулированы предложения по развитию подобных программных систем. В результате настоящей работы создана информационная система (ИС) “FireRisks” — веб-ориентированная платформа для управления пожарными рисками на объектах с использованием различных методов и алгоритмов поддержки принятия решений. Разработанная система позволяет проводить моделирование с учетом “принципа домино”. В следующих работах планируется учесть каскадное развитие пожара, так как это требует дополнительного исследования. Структура разработанной ИС представлена на рис. 1.

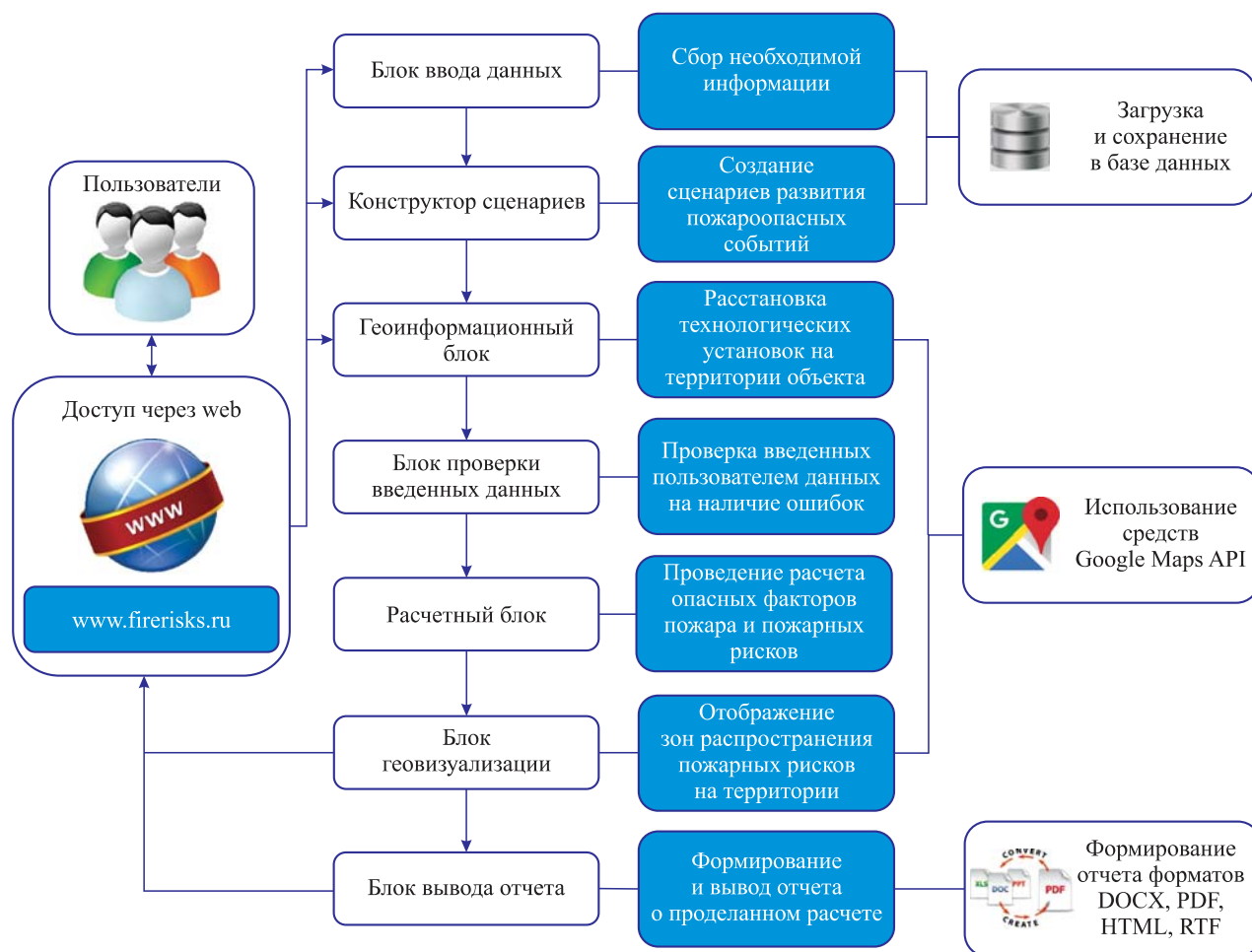


Рис. 1. Структура информационной системы “FireRisks”

Для оценки эффективности ИС “FireRisks” поставлена задача провести ее апробацию, основанную на пробном расчетном тестировании.

В качестве производственного объекта, на котором выполняется пробное расчетное тестирование, рассматривается проект условной газораспределительной станции (ГРС).

Состав и содержание расчетных обоснований величины пожарного риска базируются на положениях [1, 2, 9, 10]. Согласно указанным выше положениям для расчета пожарного риска необходимо провести:

- анализ пожарной опасности объекта защиты;
- моделирование различных пожароопасных аварийных ситуаций на основе построения логических деревьев событий;
- количественную оценку параметров опасных факторов пожара (ОФП) при реализации сформулированных пожароопасных аварийных ситуаций;
- оценку пожарных рисков на основе вероятностного подхода.

Основой анализа пожарной опасности объекта защиты при расчете пожарного риска является сопоставление пожаровзрывоопасных свойств технологической среды с рабочими параметрами тех-

нологического процесса; определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций для каждого технологического процесса и построение сценариев возникновения и развития пожаров.

### Характеристика объекта защиты

Основными технологическими операциями, осуществляемыми на ГРС, являются прием, хранение, перекачивание и отгрузка сжиженных углеводородных газов (СУГ). В состав ГРС входят следующие основные наружные технологические установки, здания и сооружения:

- резервуарный парк СУГ, состоящий из резервуаров горизонтальных стальных (РГС) вместимостью от 50 до 100 м<sup>3</sup>;
- сепаратор;
- автомобильная и железнодорожная сливноналивная эстакада СУГ;
- административно-бытовой комплекс (АБК) и операторные.

Все резервуары и сливноналивная автомобильная эстакада имеют повышенную взрывопожароопасную категорию АН [11].

Основная масса СУГ обращается в РГС, авто- и железнодорожных цистернах и сепараторе. В технологическом процессе на типовой ГРС обращаются следующие фракции СУГ: пропановая фракция (ППФ); пропан технический; изобутановая фракция; бутан-бутиленовая фракция (ББФ); бутановая фракция.

Технологический процесс на ГРС можно кратко разделить на следующие стадии. ППФ и пропилен поступают в железнодорожных цистернах на сливно-наливную эстакаду и сливаются в РГС. По окончании приема компонентов СУГ и их отстоя проводится дренирование подтоварной воды в производственную канализацию. Далее в соответствии с технологическим регламентом осуществляется процесс приготовления сжиженного газа — закачка компонентов в нижнюю часть емкости, их смешение, отстаивание, дренирование подтоварной воды, компаундирование (смешение), отбор проб для проверки на соответствие стандартам, перекачка в резервуары.

Отгрузка СУГ проводится путем налива в железнодорожные и автоцистерны (АЦ), а также транспортировкой по трубопроводу. СУГ на сливноналивной автомобильной эстакаде подается в АЦ по специальным шлангам. Избыток СУГ, подаваемого на авторампу, по трубопроводам сбрасывается обратно в емкости. Улавливаемые при заправке машин пары СУГ подаются в уравнительную линию емкостей или на факельную линию ГРС.

Перечень технологических объектов на ГРС, которые вносят вклад в формирование расчетной величины пожарного риска, достаточно велик. Согласно [2] рассматриваются пожароопасные ситуации на основном и вспомогательном технологическом оборудовании. Кроме того, при анализе пожароопасных ситуаций, связанных с разгерметизацией технологического оборудования, рассматриваются утечки при различных диаметрах истечения. Выполнение этих требований приводит к тому, что инженер сталкивается со значительным количеством расчетных операций, которые влияют на скорость и качество выполнения количественного анализа пожарного риска. Необходимо учесть, что при необходимости внесения изменений в общую систему обеспечения пожарной безопасности ГРС при принятии управленческого решения проработанный ранее расчетный массив подлежит переработке.

Основным фактором пожарной опасности является то, что на ГРС сосредоточено значительное количество СУГ, находящегося под давлением. Частичная или полная разгерметизация технологических аппаратов может привести к выходу СУГ в окружающее пространство и образованию локальных и масштабных зон со взрывоопасными концентрациями (ВОК), которые, в свою очередь, могут стать источником воспламенения и каскадного развития

**Таблица 1.** Показатели пожаровзрывоопасности пропана

Параметр	Значение параметра
Молекулярная масса, у. е.	44,1
Плотность (жидкой фазы), кг/м <sup>3</sup>	500,5
Плотность (паровой фазы), кг/м <sup>3</sup>	1,56
Температура кипения, °С	–42,6
Температура вспышки, °С	–96
Температура самовоспламенения, °С	470
Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР), % (об.)	2,3
Верхний концентрационный предел распространения пламени (ВКПР), % (об.)	9,4
Константы уравнения Антуана:	
A	5,95547
B	813,864
C	248,116
Нормальная скорость распространения пламени, м/с	0,32
Минимальное взрывоопасное содержание кислорода, % (об.) (флегматизатор N <sub>2</sub> )	11,6
Безопасный экспериментальный максимальный зазор, мм	0,92

пожара [12]. Необходимо отметить, что аварийные выбросы СУГ могут носить характер вскипающей жидкости, так как давление, под которым находятся хранящиеся и транспортируемые СУГ, существенно превышает давление насыщенных паров. Это также повышает пожарную опасность за счет резкого увеличения геометрических размеров зон со взрывоопасными концентрациями.

Чтобы определиться с пожароопасными аварийными ситуациями, необходимо рассмотреть особенности пожарной опасности газового оборудования с СУГ и оценить возможности возникновения взрывоопасных концентраций. Для этого необходимо владеть сведениями о пожаровзрывоопасных свойствах СУГ, обращающегося в технологическом процессе.

В целом пожаровзрывоопасные показатели СУГ не имеют существенных различий. В табл. 1 в качестве примера приведены пожаровзрывоопасные свойства пропана, как вещества с повышенными показателями пожарной опасности [13].

### Определение частоты реализации пожароопасных аварийных ситуаций

При построении логической схемы развития пожароопасных аварийных ситуаций руководствовались методом построения логических деревьев событий [2].

При разработке сценариев возникновения и развития аварийных ситуаций с участием СУГ учитывались следующие особенности:

- при разгерметизации технологического оборудования возможен выход как жидкой, так и газовой фазы СУГ;
- воспламенение паровоздушного облака может привести к образованию ударной волны, способной разрушать окружающие объекты;
- рассматривается взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости (BLEVE) с образованием “огненного шара”, так как при пожаре на ГРС в очаг пожара могут попасть технологические аппараты с СУГ;
- в каждой из рассматриваемых пожароопасных ситуаций в итоге может быть реализовано: горение факела, пожар пролива, пожар-вспышка; сгорание паровоздушного облака с образованием избыточного давления взрыва, “огненный шар”.

При возникновении пожароопасных аварийных ситуаций делаем допущение на реализацию следующих условий: наличие штиля, неэффективная работа водяных или паровых завес, воспламенение облака ВОК с задержкой.

При квазимгновенном разрушении резервуара или цистерны эффективная работа водяных завес, препятствующих распространению газовоздушного облака, невозможна, поэтому в данном случае вероятность их эффективной работы принимается равной нулю.

Сценарий, связанный с возникновением “огненного шара”, реализуется в результате воздействия очага пожара на резервуар при отказе систем водяного орошения, а также в случае квазимгновенного разрушения резервуара (цистерны) при условии мгновенного воспламенения.

При расчете величины пожарного риска учитываются все размеры утечек на технологическом оборудовании, указанные в [2, 10]. С учетом этого для перечисленных ранее технологических аппаратов (РГС вместимостью 50 м<sup>3</sup> (РГС 50), 100 м<sup>3</sup> (РГС 100), АЦ, железнодорожная цистерна, сепаратор) в информационной системе формируются 94 логических дерева событий, охватывающие все возможные сценарии развития аварий.

Частота реализации каждого сценария определяется как произведение частоты возникновения инициирующего события и условной вероятности развития аварийной ситуации по конкретному сценарию. Таким образом, рассматриваются типы сценариев, представленные на рис. 2.

На рис. 3–5 приведены примеры логических деревьев событий развития пожароопасных аварийных ситуаций на РГС 100 (где  $Q$  — условная вероятность;  $Q_d$  — частота реализации сценария).

В расчетах приняты частоты реализации инициирующих пожароопасные ситуации событий и услов-

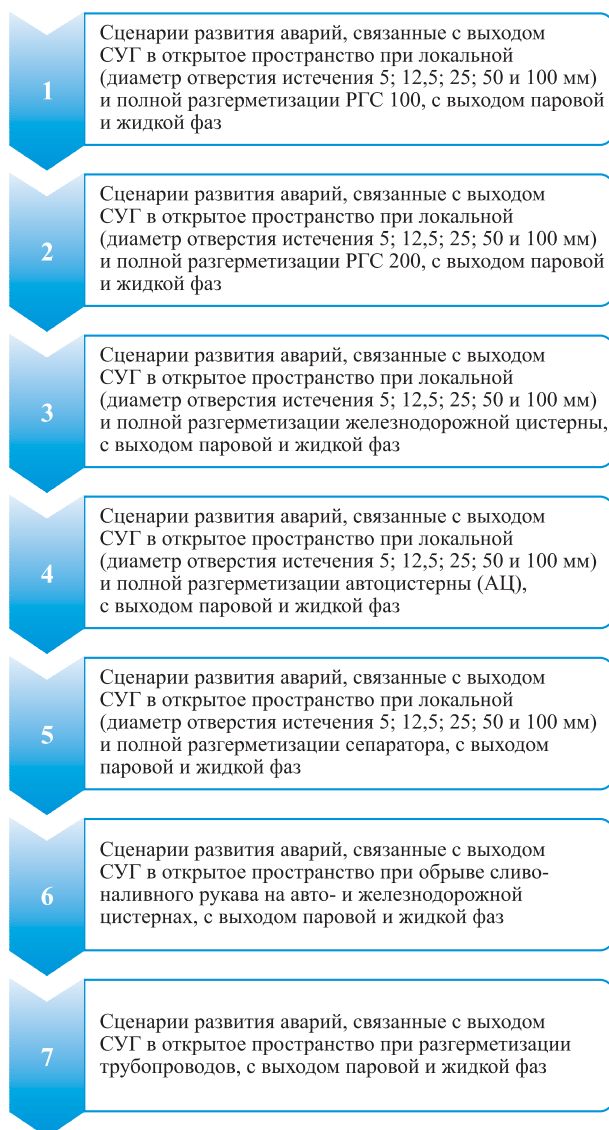


Рис. 2. Рассматриваемые типы сценариев

ные вероятности, указанные в логических деревьях событий, в соответствии с [2].

Для 94 логических деревьев событий разрабатывается 322 сценария. Для каждого из них определяется своя условная вероятность.

### Ожидаемые последствия от опасных факторов пожара

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара (взрыва) на людей осуществляется на основе сопоставления информации о моделировании динамики ОФП на территории объекта и прилегающей к нему территории. Расчетный модуль ИС “FireRisks” учитывает все математические зависимости, определяющие количественные значения параметров ОФП и условные вероятности поражения человека. Расчетное определение размеров зон теплового излучения пожара пролива СУГ проводили в соответствии с методикой, описанной в [2, 10].



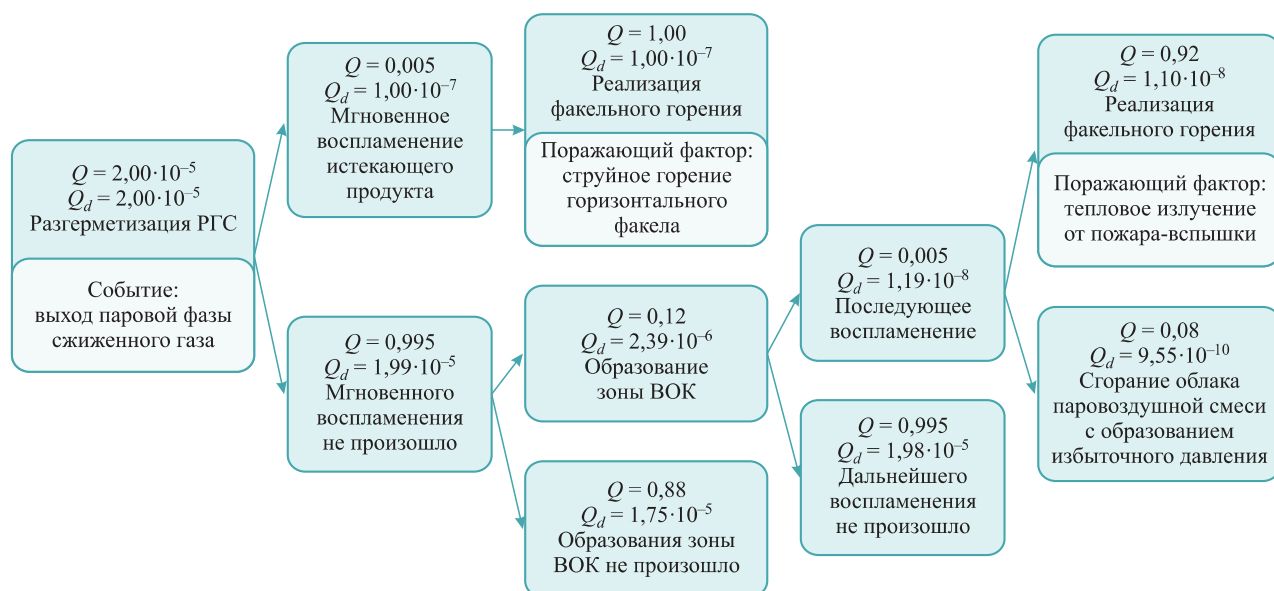


Рис. 3. Логическое дерево событий, связанное с разгерметизацией РГС 100, при диаметре отверстия истечения паровой фазы 5 мм

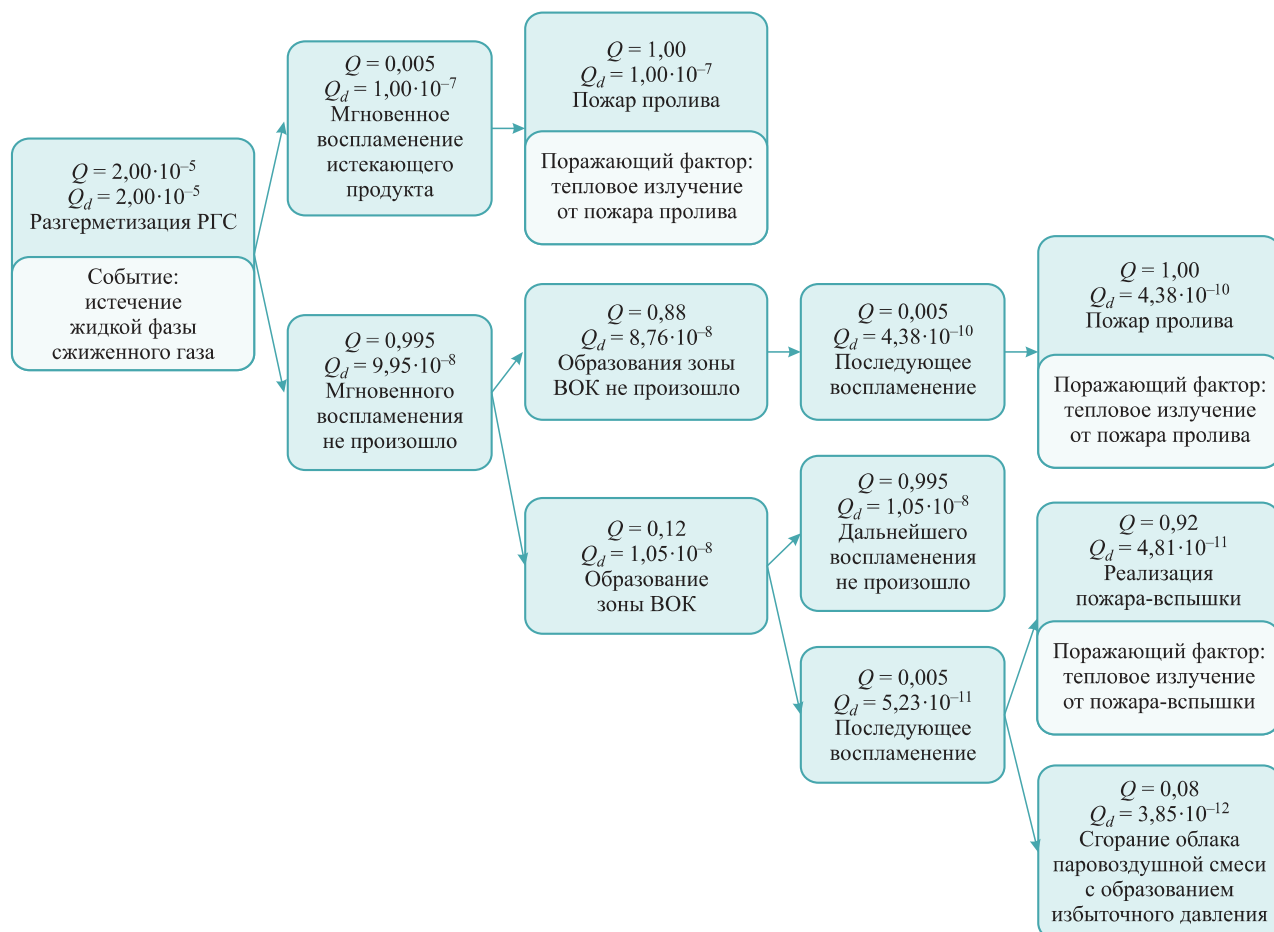


Рис. 4. Логическое дерево событий, связанное с разгерметизацией РГС 100, при диаметре отверстия истечения жидкой фазы 5 мм

Расчетный модуль позволяет оценивать опасные факторы пожара для всех 322 сценариев и определять значения их характеристик на различных расстояниях от места возникновения ОФП. Примеры

графиков представлены на рис. 6 и 7 (при массе пролива 65115,05 кг).

Зависимость потенциального пожарного риска от расстояния представлена на рис. 8.

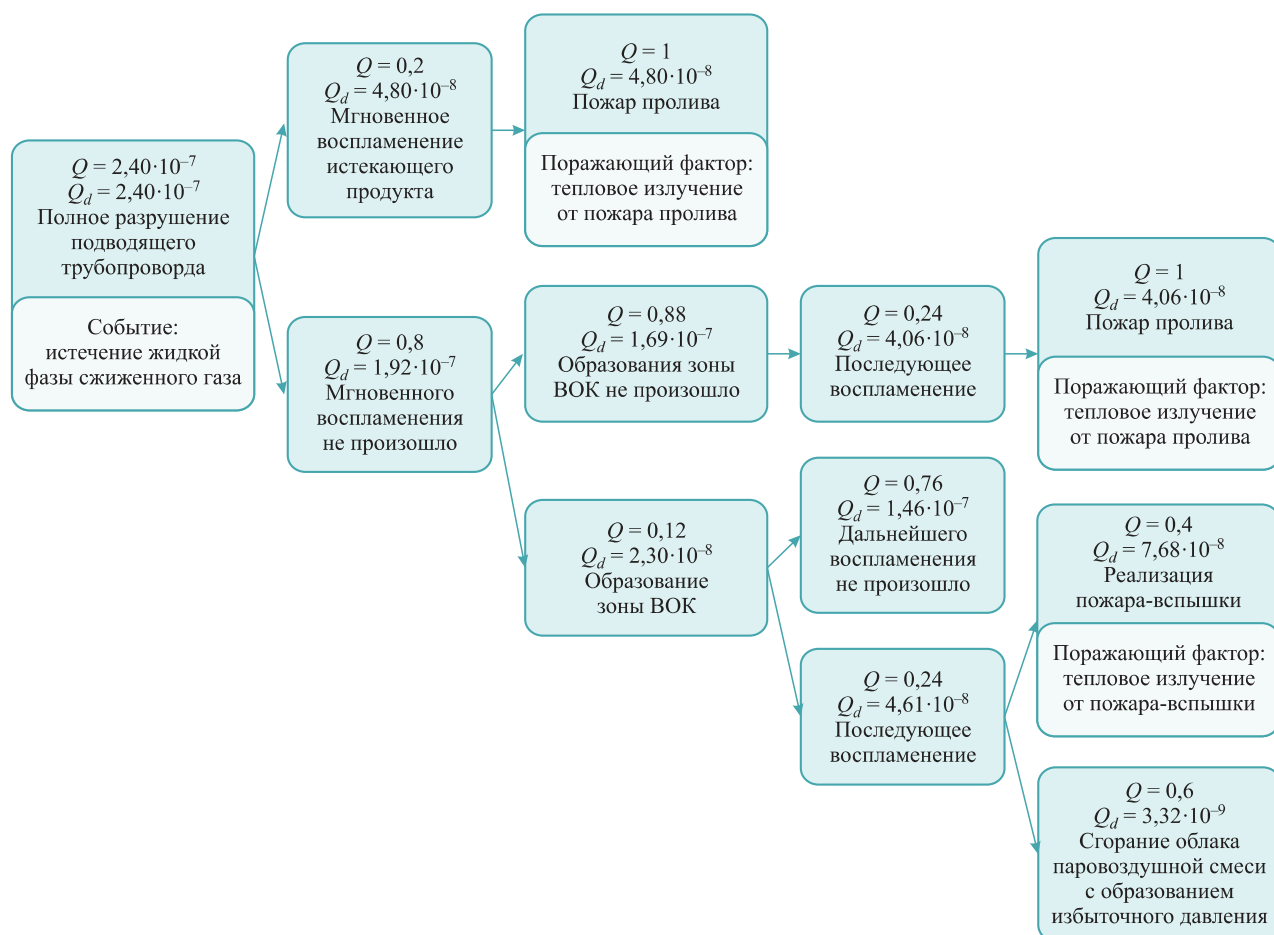


Рис. 5. Логическое дерево событий, связанное с полным разрушением подводящего трубопровода к РГС 100

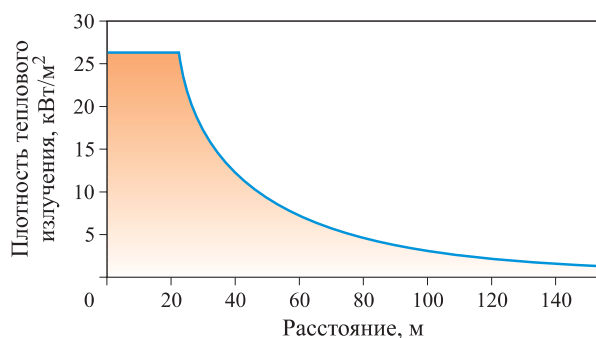


Рис. 6. Зависимость плотности теплового излучения при пожаре проливе на РГС 100 от расстояния

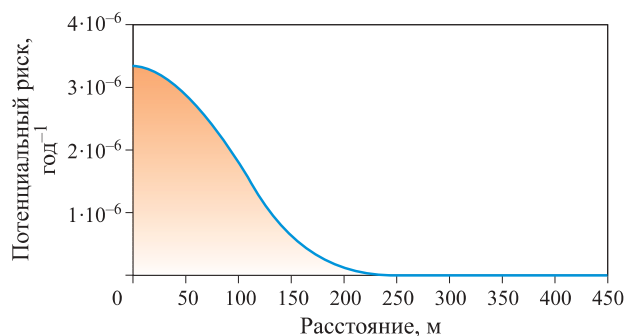


Рис. 8. Зависимость потенциального риска для объекта РГС 100 от расстояния

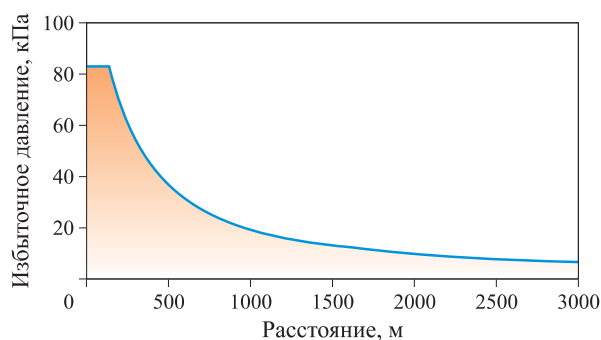
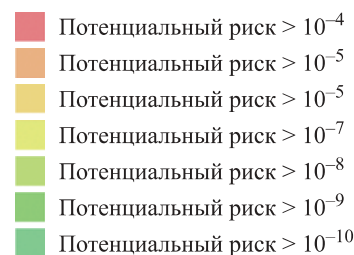
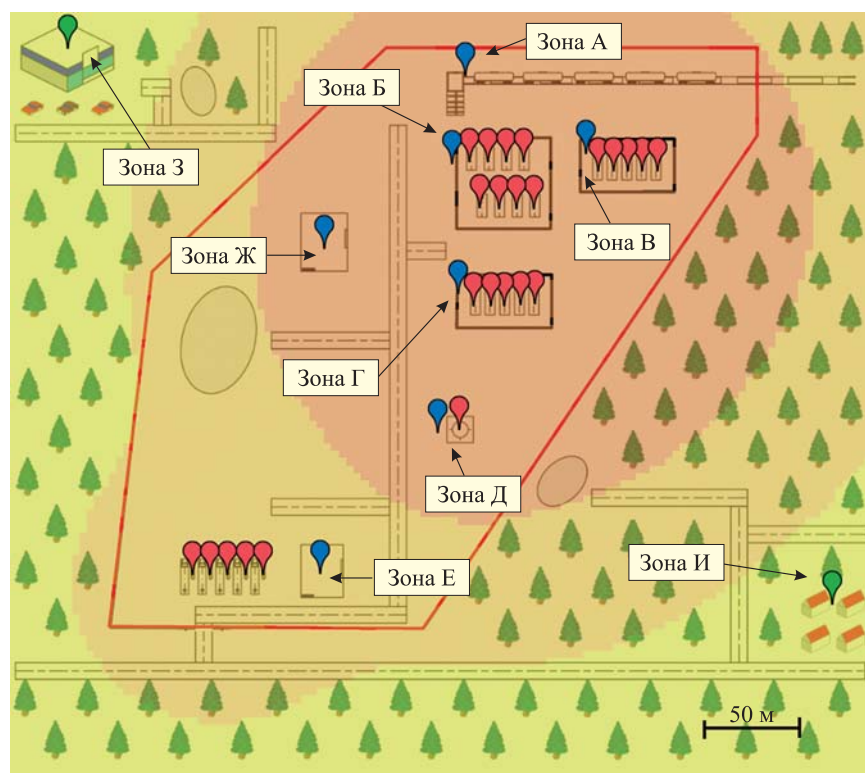


Рис. 7. Зависимость избыточного давления взрыва при разрушении РГС 100 от расстояния

### Определение расчетных величин пожарных рисков

Нормативные значения пожарного риска на производственных объектах в количественном выражении определяются в [1]. Величина индивидуального пожарного риска для работников в зданиях, сооружениях и строениях на территории производственных объектов не должна превышать  $1 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ .

Определение условной вероятности поражения людей в расчетном модуле определяется с помощью пробит-функции по установленным расчетным формулам.



**Рис. 9.** Зоны распространения потенциального пожарного риска на территории ГРС и прилегающей селитебной территории: — здания предприятий; — технологические установки; — селитебные зоны

Следуя требованиям документа [2], необходимо определить величину потенциального пожарного риска, являющуюся промежуточной величиной, которая требует дальнейшей оценки. На завершающем этапе проводится оценка социального и индивидуального пожарного риска на селитебной территории.

Для визуализации результатов расчетов с учетом возможности управления пожарными рисками в программном модуле используется интернет-картографический модуль “Google Maps”.

Ниже представлены результаты расчетов и итоговые величины пожарных рисков с учетом каждого рассмотренного события, инициирующего пожароопасную ситуацию.

Для удобства определения величины пожарных рисков территория объекта разбивается на зоны и учитывается количество человек, обслуживающих данную территорию или технологическую установку (рис. 9).

На рис. 9 территория разбита на следующие зоны:

- А — зона работы операторов на железнодорожной эстакаде (2 чел.);
- Б — то же, у резервуарной группы (РГС 50) (2 чел.);
- В — то же, у резервуарной группы (РГС 100) (2 чел.);
- Г — то же, у резервуарной группы (РГС 100) (2 чел.);
- Д — то же, у сепаратора (1 чел.);
- Е — то же, на автогазозаправочной станции (АГЗС) (2 чел.);
- Ж — административно-бытовой комплекс (АБК) (8 чел.).
- З — торговый комплекс (1000 чел.);
- И — микрорайон “Нефтяник” (300 чел.).

- Ж — административно-бытовой комплекс (АБК) (8 чел.).

Помимо основных, на рис. 9 обозначены прилегающие объекты (зоны):

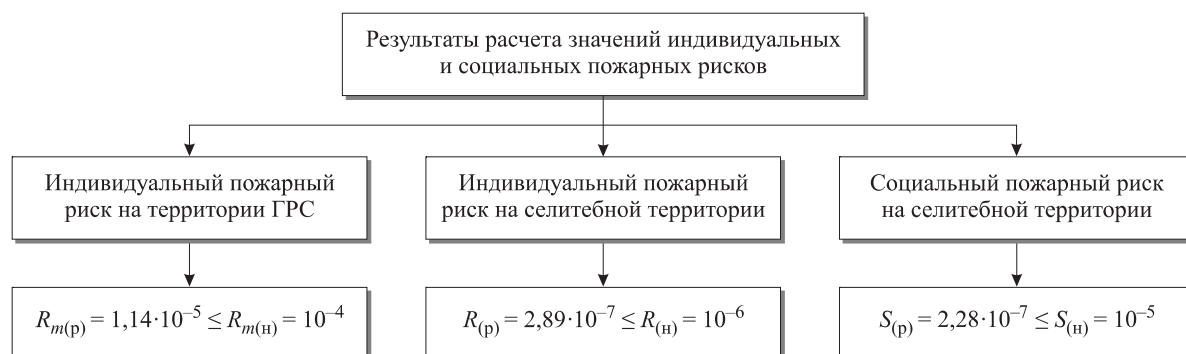
- З — торговый комплекс (1000 чел.);
- И — микрорайон “Нефтяник” (300 чел.).

На рис. 9 представлены зоны распространения потенциального пожарного риска на территории ГРС и прилегающей селитебной территории.

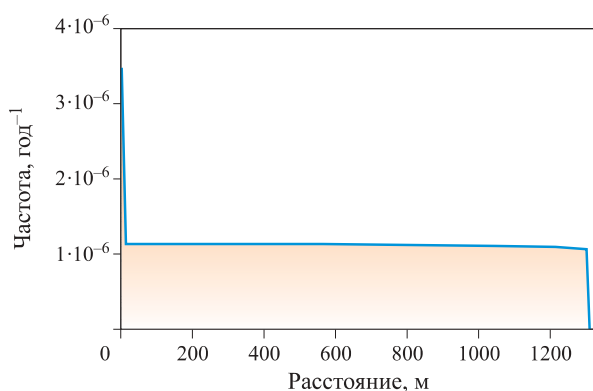
Результаты расчетов пожарных рисков для объектов (зон) и вероятность присутствия на них людей представлены в табл. 2 и обобщены на рис. 10. На рис. 11 приведена  $f/n$ -диаграмма социального

**Таблица 2.** Результаты расчетного определения величин индивидуального и социального пожарного рисков

Зона территории	Вероятность присутствия людей	Индивидуальный пожарный риск		Социальный пожарный риск	
		нормативный	фактический	нормативный	фактический
А	0,5	$1 \cdot 10^{-6}$ или $1 \cdot 10^{-4}$	$8,14 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-7}$ или $1 \cdot 10^{-5}$	$6,41 \cdot 10^{-7}$
Б	0,5		$1,09 \cdot 10^{-5}$		$6,41 \cdot 10^{-7}$
В	0,5		$1,14 \cdot 10^{-5}$		$6,41 \cdot 10^{-7}$
Г	0,5		$1,02 \cdot 10^{-5}$		$6,41 \cdot 10^{-7}$
Д	0,5		$4,90 \cdot 10^{-6}$		$6,41 \cdot 10^{-7}$
Е	0,5		$7,80 \cdot 10^{-7}$		$6,41 \cdot 10^{-7}$
Ж	0,5		$5,04 \cdot 10^{-6}$		$6,41 \cdot 10^{-7}$
З	1,0	$1 \cdot 10^{-8}$ или $1 \cdot 10^{-6}$	$2,35 \cdot 10^{-7}$		$2,28 \cdot 10^{-7}$
И	1,0		$2,89 \cdot 10^{-7}$		$2,28 \cdot 10^{-7}$



**Рис. 10.** Результаты расчета величин пожарных рисков:  $R_{m(p)}$ ,  $R_{m(n)}$  — соответственно фактический и нормативный индивидуальный пожарный риск на территории ГРС;  $R_{(p)}$ ,  $R_{(n)}$  — соответственно фактический и нормативный индивидуальный пожарный риск на селитебной территории;  $S_{(p)}$ ,  $S_{(n)}$  — соответственно фактический и нормативный социальный пожарный риск на селитебной территории



**Рис. 11.**  $f/n$ -диаграмма социального риска

риска, отражающая зависимость между частотой аварий и количественным показателем летальных исходов.

Для производственных объектов, на которых для людей, находящихся в жилой, общественно-деловой зонах или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, обеспечение величины  $R_{(n)} \leq 10^{-8} \text{ год}^{-1}$  и (или)  $S_{(n)} \leq 10^{-7} \text{ год}^{-1}$  невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение  $R_{(n)}$  до  $10^{-6} \text{ год}^{-1}$  и (или)  $S_{(n)}$  до  $10^{-5} \text{ год}^{-1}$ . При этом должны быть предусмотрены средства оповещения людей, находящихся в жилой, общественно-деловой зонах или зоне рекреационного назначения, о пожаре на производственном объекте, а также дополнительные инженерно-технические и организационные мероприятия по обеспечению их пожарной безопасности и социальной защиты.

### Заключение

Апробация разработанной веб-ориентированной ИС “FireRisks” для расчета величины пожарных рисков и управления ими на производственных объектах показала ее эффективность.

Эффективность данной ИС основана прежде всего на возможности проводить значительное количество расчетных online-операций с учетом множества наружных технологических установок за сравнительно небольшой временной период. За счет повышения скорости и удобства проводимых расчетов возрастает вариативность анализа управленческих решений, что, в свою очередь, ведет к качественному анализу объекта защиты и формированию индивидуальных и эффективных мер по снижению расчетных величин пожарных рисков. Данные операции проводятся с учетом анализа пожарной опасности объекта защиты, на основе технологических параметров процессов, конструктивных особенностей и размещения технологического оборудования в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов. Таким образом, подтверждается возможность использования представленной информационной системы для дальнейшего исследования методов интеллектуальной поддержки принятия решений на объектах нефтепереработки.

В настоящий момент проводится работа по совершенствованию структуры веб-информационной системы, а также по созданию на ее платформе специальных инструментов поддержки принятия решений (оптимизация расположения новой технологической установки на ограниченной территории [14], подбор оптимальных мероприятий по снижению величин пожарных рисков с технической и экономической точек зрения [15] и др.). Для повышения производительности расчетов прорабатывается вопрос о применении ряда оптимизационных методов, в том числе генетических алгоритмов. Результаты работы в данном направлении будут представлены в следующих статьях.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (в ред. Федер. закона от 10.07.2012 № 117-ФЗ) : Федер. закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : утв. приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. — 29 с.
3. Швырков С. А., Воробьев В. В., Ибатулин Р. К. Оценка пожарного риска для автомобильной газозаправочной станции от расположенных вблизи автомагистрали очистных сооружений // Технологии техносферной безопасности. — 2015. — № 4(62). — С. 64–73.
4. Швырков С. А., Воробьев В. В., Петров А. П., Шаповалов Д. С. Оценка пожарного риска для топливозаправочного комплекса в морском торговом порту // Технологии техносферной безопасности. — 2015. — № 3(61). — С. 52–62.
5. Cekirge H. M. Quantitative risk assessment for crude oil pipelines // International Journal of Environmental Monitoring and Analysis. — 2015. — Vol. 3, No. 3. — С. 147–153. DOI: 10.11648/j.ijema.20150303.16.
6. Skogdalen J. E., Vinnem J. E. Quantitative risk analysis of oil and gas drilling, using Deepwater Horizon as case study // Reliability Engineering & System Safety. — 2002. — Vol. 100. — P. 58–66. DOI: 10.1016/j.ress.2011.12.002.
7. Aven T., Kørte J. On the use of risk and decision analysis to support decision-making // Reliability Engineering & System Safety. — 2003. — Vol. 79, No. 3. — P. 289–299. DOI: 10.1016/s0951-8320(02)00203-x.
8. Гудин С. В., Хабибуллин Р. Ш., Рубцов Д. Н. Проблемы управления пожарными рисками на территории объектов нефтепереработки с использованием современных программных продуктов // Пожаровзрывобезопасность. — 2015. — Т. 24, № 12. — С. 40–45. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.12.40-45.
9. Правила проведения расчетов по оценке пожарного риска : постановление Правительства РФ от 31.03.2009 № 272; введ. 01.05.2009 // Российская газета. — Федер. вып. № 4884 от 08.04.2009. URL: [www.rg.ru/2009/04/08/pozhar-risk-dok.html](http://www.rg.ru/2009/04/08/pozhar-risk-dok.html) (дата обращения: 05.01.2016).
10. Изменения, вносимые в приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404 : приказ МЧС РФ от 14.12.2010 № 649. URL: [base.consultant.ru](http://base.consultant.ru) (дата обращения: 05.01.2016).
11. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. — Введ. 01.05.2009. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
12. Рубцов Д. Н., Рубцов В. В., Хабибуллин Р. Ш., Шалымов М. С. Моделирование нагрева фланцевых соединений технологических систем с нефтью и нефтепродуктами в экстремальных условиях пожара // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2012. — № 4. — С. 38–44.
13. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справочник: в 2 ч. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Пожнаука, 2004.
14. Гудин С. В., Хабибуллин Р. Ш. Оптимизация расположения технологической установки на территории производственного объекта на основе генетического алгоритма // Материалы 8-й Всероссийской мультikonференции по проблемам управления (МКПУ-2015). — В 3 т. — Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального университета, 2015. — С. 54–56.
15. Гудин С. В. Интеллектуальный модуль для оптимизации решений по снижению пожарных рисков на территории производственных объектов // Проблемы техносферной безопасности–2015 : Материалы IV Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. — М. : Академия ГПС МЧС России, 2015. — С. 67–70.

Материал поступил в редакцию 20 января 2016 г.

**Для цитирования:** Гудин С. В., Хабибуллин Р. Ш., Рубцов Д. Н., Рубцов В. В. Оценка расчетных величин пожарного риска на территории газораспределительной станции // Пожаровзрывобезопасность. — 2017. — Т. 26, № 1. — С. 32–42. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.32-42.

## EVALUATION OF FIRE RISK VALUES IN THE TERRITORY OF A GAS DISTRIBUTION STATION

**GUDIN S. V.**, Postgraduate Student, Information Technologies Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: sergey.gudin@firerisks.ru)

**KHABIBULIN R. Sh.**, Candidate of Technical Sciences, Docent, Head of Information Technologies Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: kh-r@yandex.ru)

**RUBTSOV D. N.**, Candidate of Technical Sciences, Docent, Associate Professor of Fire Safety of Technological Processes Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: aiaks@mail.ru)

**RUBTSOV V. V.**, Candidate of Technical Sciences, Docent, Professor of Fire Safety of Technological Processes Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: aubez@mail.ru)

### ABSTRACT

The legislation established that the basis for calculations of the risk of fire is not fulfillment of fire safety requirements established in the regulations on fire safety. So, as a rule, many departures from fire safety requirements dictated by the forced reduction of fire distance from the outer to the processing units adjacent to them objects of protection. Also, as a rule, many deviations from the requirements of fire safety at production facilities is dictated by the forced cuts in fire distances from process installations to the adjacent objects of protection.

For example, on a typical distribution station the procedure for determining the estimated value of fire risk was shown. The structure of web-based platform for the fire risk management of fire risks in the oil refining facilities "FireRisks", which had been used for the presented quantitative risk assessment was showed. Examples of trees of fire situations, the values of the parameters of fire hazards, depending on the distance are showed. As a result, the quantities risk values calculated, and it is concluded about the possibility of the use of information systems for further study of intellectual support of decision-making methods in the oil-refining facilities.

The efficiency of the presented information system are based primarily on the opportunity to spend a significant amount of settlement of online transactions, including numerous external processing plants in a relatively short period of time. By increasing the speed and convenience of the calculations increases the variability of the analysis of management decisions, which in turn leads to a qualitative analysis of the object of protection and the formation of individual and effective measures to reduce the calculated risk values.

At the moment, the work on improving the structure of the created information system, as well as the creation on its platform specific decision support tools (optimization of the location of the new processing plant in a limited area, selection of optimum measures to reduce the quantities of fire risks from a technical and economic point of view, et al.). To increase the performance of calculations elaborate on the use of optimization techniques, including genetic algorithms.

**Keywords:** gas distribution station; fire risk; information system; fire hazards; fire hazard situations.

### REFERENCES

1. Technical regulations for fire safety requirements. Federal Law on 22.07.2008 No. 123 (as amended by Federal Law on 10.07.2012 No. 117). *Sobraniye zakonodatelstva RF (Collection of Laws of the Russian Federation)*, 2008, no. 30 (part I), art. 3579 (in Russian).
2. *Technique of determination of settlement sizes of fire risk on production objects*. Order of Emercom of Russia on 10.07.2009 No. 404. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009 (in Russian).

3. Shvyrkov S. A., Vorobyev V. V., Ibatulin R. K. Fire risk evaluation for automotive gas station from treatment plants located near the motorway. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti (Technology of Technosphere Safety)*, 2015, no. 4(62), pp. 64–73 (in Russian).
4. Shvyrkov S. A., Vorobyev V. V., Petrov A. P., Shapovalov D. S. Fire risk evaluation for refuelling complex in sea trading port. *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti (Technology of Technosphere Safety)*, 2015, no. 3(61), pp. 52–62 (in Russian).
5. Cekirge H. M. Quantitative risk assessment for crude oil pipelines. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 2015, vol. 3, no. 3, pp. 147–153. DOI: 10.11648/j.ijema.20150303.16.
6. Skogdalen J. E., Vinnem J. E. Quantitative risk analysis of oil and gas drilling, using Deepwater Horizon as case study. *Reliability Engineering & System Safety*, 2002, vol. 100, pp. 58–66. DOI: 10.1016/j.res.2011.12.002.
7. Aven T., Kørte J. On the use of risk and decision analysis to support decision-making. *Reliability Engineering & System Safety*, 2003, vol. 79, no. 3, pp. 289–299. DOI: 10.1016/s0951-8320(02)00203-x.
8. Gudín S. V., Khabibulin R. Sh., Rubtsov D. N. Problems of decision making in the fire risks management at the territories of oil processing facilities using modern software products. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 12, pp. 40–45 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2015.24.12.40-45.
9. Rules of calculation of fire risk. Russian Federation Government Resolution on 31.03.2009 No. 272. *Rossiyskaya gazeta (Russian Newspaper)*, Federal issue no. 4884 on 08.04.2009 (in Russian). Available at: [www.rg.ru/2009/04/08/pozhar-risk-dok.html](http://www.rg.ru/2009/04/08/pozhar-risk-dok.html) (Accessed 5 January 2016).
10. *Changes to the order of Emercom of Russia on 10.07.2009 No. 404. Appendix to the Order of Emercom of Russia on 14.12.2010 No. 649* (in Russian). Available at: [base.consultant.ru](http://base.consultant.ru) (Accessed 5 January 2016).
11. *Set of rules 12.13130.2009. Determination of categories of rooms, buildings and external installations on explosion and fire hazard*. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 2009 (in Russian).
12. Rubtsov D. N., Rubtsov V. V., Khabibulin R. Sh., Shalymov M. S. Simulation of flang connections of heat technological systems with oil and oil products in emergency situations. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvrashcheniye, likvidatsiya (Fire and Emergencies: Prevention, Elimination)*, 2012, no. 4, pp. 38–44 (in Russian).
13. Korolchenko A. Ya., Korolchenko D. A. *Fire and explosion hazard of substances and materials and their means of fighting*. Reference book. 2<sup>nd</sup> ed. Moscow, Pozhnauka Publ., 2004 (in Russian).
14. Gudín S. V., Khabibulin R. Sh. Optimization of technological installation on the territory of the production facility based on the genetic algorithm. In: *Proceedings of 8<sup>th</sup> All-Russian Multiconference of Managing Problems*. Rostov-on-Don, Southern Federal University Publishing House, 2015, pp. 54–56 (in Russian).
15. Gudín S. V. Intelligent module for optimization solutions for reducing fire risks on the territory of production facilities. In: *Problems of Technosphere Safety-2015. Proceedings of IV International Scientific-Practical Conference of Young Scientists and Specialists*. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2015, pp. 67–70 (in Russian).

**For citation:** Gudín S. V., Khabibulin R. Sh., Rubtsov D. N., Rubtsov V. V. Evaluation of fire risk values in the territory of a gas distribution station. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 1, pp. 32–42. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.32-42.