

В.И. Козлачков, И.А. Лобаев, Д.А. Вечтомов, В.Н. Шангин, Е.А. Ягодка
(Академия ГПС МЧС России; e-mail: e.a.yagodka@mail.ru)

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Анализируется проблема применения методик оценки пожарных рисков. Проведён сравнительный анализ отдельных требований нормативных документов по пожарной безопасности и результатов расчётов по методике оценки пожарных рисков.

Ключевые слова: риск-ориентированный подход, оценка пожарных рисков, опасные факторы пожара.

V.I. Kozlachkov, I.A. Lobaev, D.A. Vechtomov, V.N. Shangin, E.A. Yagodka

THE CONDITIONS OF APPLICATION OF METHODS OF ASSESSMENT OF FIRE RISKS WHEN MODELING OF SUPERVISORY ACTIVITIES

The analysis of the problems application of methodologies of fire risk assessment was carried out. A comparative analysis of the individual requirements of normative documents on fire safety and the results of calculations by the method of fire risk assessment was carried out.

Key words: risk-based approach, assessment of fire risks evacuation, dangerous factors of a fire.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 10 февраля 2016 г.

В последнее время обострилась проблема перехода на риск-ориентированную модель деятельности по обеспечению пожарной безопасности. Противники перехода говорят, что:

- типовая (традиционная) модель применяется много лет, а стало быть, она эффективна и не нуждается в модернизации;
- Россия – не Европа, где развивается это направление, и ещё не скоро достигнет такого уровня технического регулирования;
- российские эксперты теряются при оценке соответствия разных проектных решений – по их мнению, должно быть одно типовое решение, исключающее выбор вариантов противопожарной защиты;
- свобода выбора вариантов противопожарной защиты порождает своеволие предпринимателей, что подрывает авторитет государственного управления, в котором, по мнению противников риск-ориентированного подхода, должна доминировать не смысловая (научно-обоснованная), а административная (ручная) модель управления;
- разработчики риск-ориентированной модели не являются специалистами технического регулирования в области пожарной безопасности.

Несмотря на эти возражения, риск-ориентированная модель деятельности по обеспечению пожарной безопасности соответствует требованиям законодательства о техническом регулировании и критериям оценки регулирующего воздействия.

Дело в том, что "жёсткие" требования СНИП, СП и других нормативных технических документов не учитывают риска причинения вреда и поэтому по защите имущества возможен перерасход средств, в 4-5 раз превышающий минимально необходимый уровень, а по обеспечению безопасности людей эти требования не соответствуют необходимому уровню защиты людей, адекватному угрозе их жизни.

В этой связи применение действующих норм представляется неприемлемым, на что постоянно указывает Минэкономразвития России в своих ежегодных аналитических докладах "Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации".

Несмотря на возражения противников риск-ориентированного подхода, принципиальных препятствий к применению действующих методик оценки пожарных рисков не существует. Более того, возможен выбор расчётных методик, наиболее приемлемых для собственников имущества.

Проведённые исследования подтвердили достоверность этого тезиса. В качестве доказательства, был произведён расчёт необходимого и расчётного времени эвакуации людей по различным математическим моделям динамики пожара и эвакуации людей.

Для численного эксперимента были рассмотрены сценарии возникновения пожара и эвакуации людей из помещения автостоянки произвольной формы, площадью 2422 м^2 , высотой $2,8 \text{ м}$. Из этого помещения предусмотрено два эвакуационных выхода шириной $0,9 \text{ м}$. Количество людей принято по количеству машиномест, из расчёта – один человек на одно машиноместо, то есть – 87 человек. Объёмно-планировочное решение помещения автостоянки представлено на рис. 1.

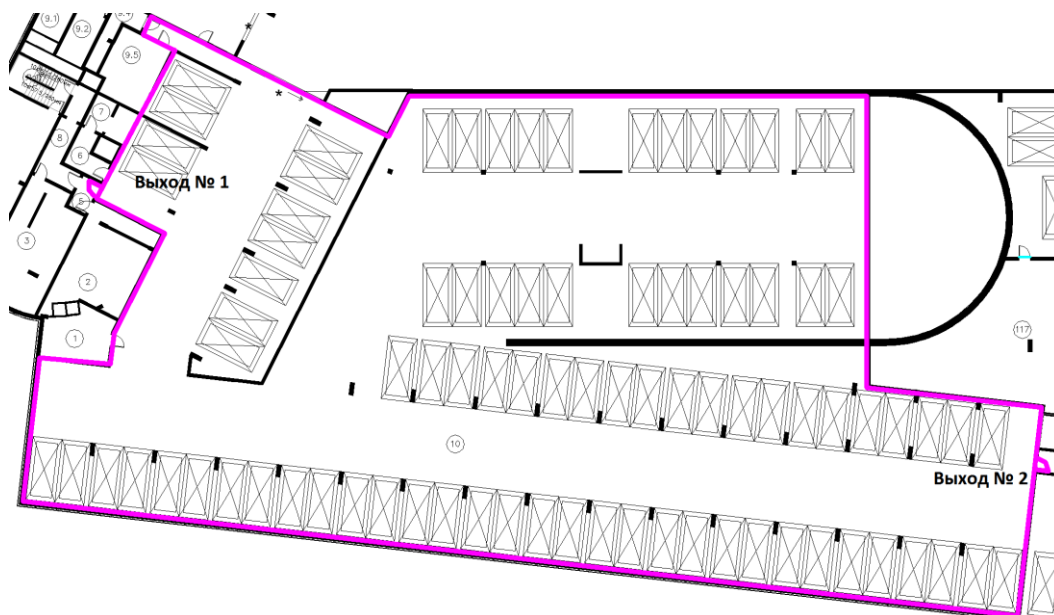


Рис. 1. Объёмно-планировочное решение помещения автостоянки (фиолетовым цветом выделены внешние границы помещения автостоянки)

Расчёты по этим моделям производились с использованием программных продуктов отечественного и зарубежного производства:

- зонная модель – программный продукт "Фогард-Нз", разработчик ООО "Интернэкс";

- полевая модель – программный продукт Фогард-Нп, разработчик ООО "Интернэкс"; "FDS" (графический интерфейс Pyrosim), разработчик Thunderhead Engineering Consultants, Inc.; "Сигма-ПБ", разработчики ИВМ и ИТ СО РАН, ООО "Зк-эксперт".

Определение расчётного времени эвакуации производилось по упрощённой аналитической, индивидуально-поточной и имитационно-стохастической моделям движения людей. Учитывая математическую сложность двух последних моделей, для расчёта с их применением использовались следующие программные продукты:

- индивидуально-поточная модель – программный продукт "Фогард-Рв", разработчик ООО "Интернэкс";

- имитационно-стохастическая модель – программный продукт "Ситис: Флоутек ВД", разработчик ООО "Ситис".

При организации и проведении численного эксперимента был рассмотрен сценарий возникновения пожара у эвакуационного выхода № 2 (рис. 1), который можно смоделировать только с использованием полевой модели (интегральная и зонная математические модели расчёта динамики опасных факторов пожара не учитывают место очага пожара).

Результаты определения необходимого и расчётного времени эвакуации людей из помещения автостоянки представлены в табл. 1 и 2. Необходимо отметить, что при моделировании пожара с использованием программного продукта Фогард-Нп, время моделирования ограничивается временем достижения критических значений первого опасного фактора пожара – потери видимости.

Анализ данных, представленных в табл. 1 и 2, показал, что при различных комбинациях результатов расчётов необходимого и расчётного времени эвакуации людей, полученных по различным математическим моделям, могут быть сделаны разные выводы об обеспечении своевременной эвакуации людей. Необходимо отметить, что результаты расчётов зависят не только от выбора математической модели, но и от конкретного программного продукта, реализующего ту или иную модель.

Таким образом, технические решения, направленные на обеспечение своевременной эвакуации людей, будут зависеть от выбора конкретной методики, математической модели и даже программного продукта.

Также в табл. 1 и 2 представлено соотношение результатов расчётов пожарных рисков (коэффициент соотношения указан в скобках), необходимых для выбора методик, что обеспечивает соблюдение требований ч.ч. 1 и 2 ст. 7 и ст. 16.1 Федерального закона "О техническом регулировании". За основу были приняты результаты расчётов, представленные в табл. 1 и 2. В качестве базового взяты результаты расчётов по методике ГОСТ 12.1.004-91* "Пожарная безопасность. Общие требования".

Таблица 1

**Результаты определения необходимого времени эвакуации людей
из помещения автостоянки и их соотношение**

Наименование модели	Способ расчёта, наименование программного продукта	Необходимое время эвакуации, мин (коэффициент соотношения)					
		Повышенная температура	Потеря видимости	Пониженные содержания кислорода	Токсичные продукты сгорания		
					СО	СО ₂	НСI
Интегральная математическая модель	Фогард-Ни, разработчик ООО "Интернэкс" (развернутая модель)	4,685 (1)	2,087 (1)	5,077 (1)	7,640 (1)	Не опасно (1)	4,106 (1)
	Ручной счет по аналитическим соотношениям	4,685 (1)	2,087 (1)	5,077 (1)	7,640 (1)	Не опасно (1)	4,106 (1)
Зонная математическая модель	Фогард-Нз, разработчик ООО "Интернэкс"	5,306 (1,13)	5,306 (2,54)	5,306 (1,05)	Не опасно (0)	Не опасно (1)	5,306 (1,29)
Полевой метод	Фогард-Нп, разработчик ООО "Интернэкс"	Не наступил (-----)	4,87 (2,33)	Не наступил (-----)	Не наступил (-----)	Не наступил (-----)	Не наступил (-----)
	Rygosim, разработчик Thunderhead Engineering Consultants, Inc.	16,67 (3,56)	5,07 (2,43)	12,0 (2,36)	15,73 (2,06)	20,0 (20,0)	6,4 (1,56)
	Сигма-ПБ, разработчики ИВМ и ИТ СО РАН, ООО "Зк-эксперт"	7,4 (1,58)	5,27 (2,53)	7,4 (1,46)	Не наступил (-----)	Не наступил (-----)	7,4 (1,8)

Таблица 2

**Результаты определения расчётного времени эвакуации людей
из помещения автостоянки и их соотношение**

Наименование модели	Способ расчёта, наименование программного продукта	Расчётное время эвакуации, мин.	Время начала эвакуации, мин. (наименование методики)	Расчётное время эвакуации с учётом времени начала эвакуации, мин. (коэффициент соотношения)
Упрощённая аналитическая модель	Ручной счёт	3,011	0,0 (ГОСТ 12.1.004-91*)	3,011 (1)
			0,487 (Приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382)	3,498 (1,16)
	Ситис: Флоутек ВД, разработчик ООО "Ситис"	5,983	0,0 (ГОСТ 12.1.004-91*)	5,983 (1,99)
			0,487 (Приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382)	6,47 (2,15)
Индивидуально-поточного движения	Фогард-Рв, разработчик ООО "Интернэкс"	0,835	0,487 (Приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382)	1,322 (0,44)
	Сигма-ПБ, разработчики ИВМ и ИТ СО РАН, ООО "Зк-эксперт"	0,996		1,483 (0,49)
Имитационно-стохастическая	Ситис: Флоутек ВД, разработчик ООО "Ситис"	5,933		6,42 (2,13)

Учитывая изложенное, целесообразно в перспективе:

- а) произвести верификацию методик с целью определения точного соотношения результатов по этим методикам;
- б) определить допуски в отклонениях от базового "эталонного" решения;
- в) продолжить исследования, связанные с адекватностью расчётных методов реальным ситуациям.

Несмотря на необходимость совершенствования расчётных методов, их применение значительно повышает уровень безопасности людей при пожаре, в сравнении с "жёсткими" требованиями пожарной безопасности, содержащимися в СНиП, СП и т.п.

Сравнительный анализ требований, содержащихся в табл. 1 СНиП 31-03-2001 "Производственные здания и сооружения" и табл. 29 СП 1.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы", и результатов расчётов по методике Приложения 2 ГОСТ 12.1.004-91* показал, что в ряде случаев прямое применение, то есть без оценки риска, "типовых" требований пожарной безопасности, содержащихся в СНиП и СП, создаёт угрозу для жизни и здоровья людей при пожаре.

Для обоснования данного тезиса была проведена оценка наличия угрозы для жизни и здоровья человека, при его нахождении в помещении площадью 250 м^2 , высотой 6 м с горючей нагрузкой "ацетон" в количестве 80 л (одна ёмкость). Расстояние от наиболее удалённого рабочего места до эвакуационного выхода из рассматриваемого помещения не превышает 30 м , ширина эвакуационного выхода составляет $0,9 \text{ м}$, ширина эвакуационного прохода – 1 м . Расчётная схема эвакуации человека из помещения представлена на рис. 2.

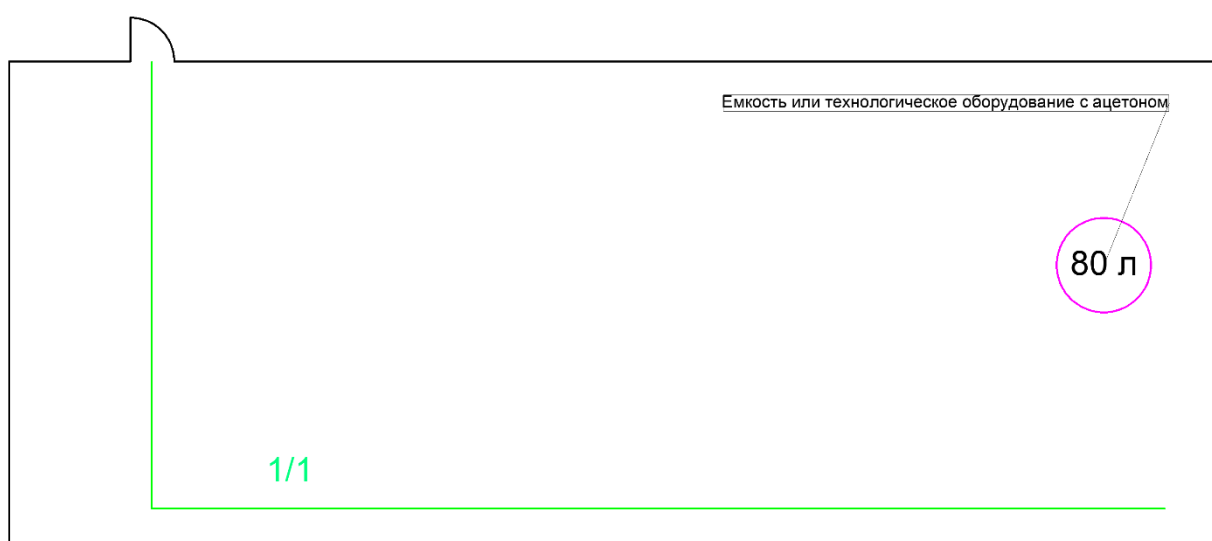


Рис. 2. Расчётная схема эвакуации человека из помещения

Для выполнения оценки были произведены следующие расчёты:

- категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности в соответствии с методикой СП 12.13130.2009 "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности";
- необходимого и расчётного времени эвакуации людей по методике Приложения 2 ГОСТ 12.1.004-91*.

Результаты расчётов категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Результаты расчётов категории помещения
по взрывопожарной и пожарной опасности**

Категория помещения	Площадь разлива ацетона, м ²	Избыточное давление взрыва, кПа	Примечание
А (взрывоопасная)	80	37,59	
В3 (пожароопасная)	6	4,9	Необходимо выполнение дополнительных мероприятий по ограничению площади разлива

В соответствии с табл. 1 СНиП 31-03-2001 и табл. 29 СП 1.13130.2009, расстояние от наиболее удалённого рабочего места до эвакуационного выхода из помещения должно быть не более:

- 40 м – при отнесении помещения объёмом до 15 тыс. м³ к категории А по взрывоопасности;
- 100 м – при отнесении помещения объёмом до 15 тыс. м³ к категории В3 по пожароопасности.

Результаты оценки соответствия расстояния, принятого в исходных данных, значениям, установленным в табл. 1 СНиП 31-03-2001 и табл. 29 СП 1.13130.2009, представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты оценки соответствия фактического
и нормативно установленного расстояний**

Категория помещения	Фактическое расстояние, м	Расстояние, установленное СНиП и СП, м	Вывод о соответствии
А (взрывоопасная)	30	40	Соответствует
В3 (пожароопасная)	30	100	Соответствует

Таким образом, расстояние, принятое в исходных данных (30 м), соответствует нормативно установленным значениям. В случае категории В3 данное соответствие обеспечивается со значительным запасом – более чем в 3 раза.

Далее была произведена серия расчётов по методике Приложения 2 ГОСТ 12.1.004-91*. Результаты расчётов и вывод о возможности эвакуации людей представлены в табл. 5.

**Результаты определения необходимого и расчётного времени эвакуации людей
и вывод об обеспечении эвакуации людей**

Категория помещения	Площадь разлива ацетона, m^2	Необходимое время эвакуации, мин.	Расчётное время эвакуации, мин.	Вывод об обеспечении эвакуации людей
А (взрывоопасная)	80	0,02	0,3	Не обеспечивается
В3 (пожароопасная)	6	0,264	0,3	Не обеспечивается
В3 (пожароопасная)	5,2	0,304	0,3	Обеспечивается

Результаты расчётов по методике ГОСТ 12.1.004-91* показали, что:

- безопасная эвакуация людей из рассматриваемого помещения, только при соблюдении требований, установленных табл. 1 СНИП 31-03-2001 и табл. 29 СП 1.13130.2009, не обеспечивается (см. поз. 1 и 2 табл. 5);

- для обеспечения своевременной эвакуации людей требуется либо реализация мероприятий по ограничению площади разлива ацетона не более $5,2 m^2$ (поз. 3 табл. 5), либо сокращение расстояния от наиболее удалённого рабочего места в помещении до эвакуационного выхода на $3,6 m$ (поз. 2 табл. 5).

При этом расчёты проводились без учёта места размещения горючей нагрузки, что обусловлено особенностями интегральной математической модели пожара. Однако, в работе [4] доказано, что данный критерий может оказать значительное влияние на обеспечение эвакуации людей при пожаре. Так, например, при размещении горючей нагрузки вблизи эвакуационного выхода, данный выход в случае пожара может быть заблокирован критическими значениями теплового потока пожара, не позволяющими своевременно покинуть помещение через этот выход [4]. Учитывая особенности горения легко воспламеняющихся и горючих жидкостей, к которым относится ацетон, выход может быть заблокирован критическими значениями теплового потока пожара значительно быстрее, чем при горении твёрдых горючих материалов. Помимо этого, выход может быть заблокирован зоной разлива горящих ЛВЖ, ГЖ.

Также необходимо отметить, что критерием оценки наличия угрозы для жизни и здоровья людей в помещениях с ЛВЖ и ГЖ является величина избыточного давления взрыва и паровоздушных смесей.

Нормативно закреплённое критическое значение избыточного давления взрыва $5 kPa$ и более – это значение, при котором гибель человека наступает от последствий прямого воздействия избыточного давления и скоростного напора воздушной ударной волны [6, 7]. Воздействие избыточного давления приводит к возникновению резкого повышения, а затем снижения давления внутри организма человека, что вызывает повреждение внутренних органов (разрыв лёгких, кровеносных сосудов и т.д.). Скоростной напор воздуха приводит к перемещению человека в пространстве, в результате которого смерть наступает от удара тела о препятствие.

Однако, сгорание взрывоопасных облаков с избыточным давлением взрыва менее $5 kPa$ тоже представляет угрозу для человека [5]. В таких ситуациях причинение вреда возникает в результате воздействия не ударной волны,

являющейся вторичным (сопутствующим) проявлениям опасных факторов пожара (ст. 9 Федерального закона "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"), а первичных опасных факторов пожара: повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения и пониженная концентрация кислорода [5].

Данное обстоятельство не учитывается "типовыми" требованиями пожарной безопасности (см. табл. 1 СНИП 31-03-2001 и табл. 29 СП 1.13130.2009), но может быть учтено при реализации риск-ориентированного подхода в деятельности по обеспечению пожарной безопасности.

Расчётная оценка риска причинения вреда пожаром, произведённая по нормативно установленной методике, доказала неэффективность "типовых" требований пожарной безопасности, содержащихся в СНИП и СП, по защите людей при пожаре. Прямое применение таких требований создаёт угрозу для жизни и здоровья людей, так как они не учитывают динамики опасных факторов пожара, зависящей от вида, количества и места размещения горючей нагрузки, а также геометрических характеристик помещений.

В этой связи, разработка новых и применение существующих требований пожарной безопасности должны производиться с учётом оценки пожарных рисков по нормативно установленным расчётным методикам, позволяющим определить наличие и характер возможных угроз для людей при пожаре и предложить меры пожарной безопасности, адекватные этим угрозам.

В заключение следует отметить, что на сегодняшний день выбор расчётной методики при разработке проектных решений обусловлен требованием ч. 2 ст. 7 ФЗ-184 "О техническом регулировании" о минимальной необходимости мер безопасности.

Поэтому всегда будут выбирать те методики, результаты расчётов по которым удовлетворяют принципам минимизации.

Литература

1. **Федеральный** закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ "О техническом регулировании".
2. **Методика** определения расчётных величин пожарного риска для зданий различного класса функциональной пожарной опасности. Утверждена Приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382.
3. **Методика** определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах. Утверждена Приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404.
4. **Козлачков В.И., Ягодка Е.А.** Оперативная обработка информации при оценке угрозы причинения вреда лучистым теплом. М.: ВИНТИ РАН, Деп. № 370-В2013 от 16.12.2013.
5. **Козлачков В.И.** Оценка деятельности государственных инспекторов по пожарному надзору при расследовании пожаров с гибелью людей. Краткий анализ материалов уголовных дел. М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. 100 с.
6. **Акимов В.А., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.И. и др.** Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера: учеб. пособие. М.: Высш. шк. 2006. 592 с.
7. **Овчаров С.В.** Разработка методов анализа риска эксплуатации магистральных трубопроводов: дис. ... канд. тех. наук: 05.15.13. М., 1997.