

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

TECHNOSPHERE SAFETY



УДК 614.849

Оригинальное теоретическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2541-9129-2025-9-2-121-135>

Методологический принцип оценки обеспечения безопасности персонала на основе вероятности возникновения негативных событий



EDN: PLHHCE

А.И. Фомин¹✉, Д.А. Бесперстов², А.А. Трубицын³, Н.В. Трубицына³,
Е.А. Попова², В.А. Петрова²

¹ Научный центр ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли,
г. Кемерово, Российская Федерация

² Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Российская Федерация

³ Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва,
г. Кемерово, Российская Федерация

✉ fomin-ai@kuzbasscot.ru

Аннотация

Введение. В настоящее время для каждой сферы деятельности человека существует комплекс мероприятий, направленных на повышение его безопасности при воздействии различных негативных факторов, наносящих вред жизни и здоровью. Несмотря на наличие и соблюдение определенного перечня установленных мер, в Российской Федерации от пожаров тем не менее ежегодно гибнет около 8 000 человек. В связи с этим цель данной работы — усовершенствовать имеющуюся концепцию обеспечения пожарной безопасности. Для этого должны быть определены конкретные условия для улучшения существующих форм и методов оценки защищенности объектов и населения от пожаров. В их основу положен статистический анализ, позволяющий оценить вероятность возникновения пожаров и гибели людей на них, зависимость ее от функционального назначения объекта, причин возгораний и социального положения пострадавших.

Материалы и методы. План проведения исследования предусматривал теоретическую и практическую части. Так, для решения проблемы взаимосвязи формы оценок пожароопасности и условий соответствия их нормативно-правовой базе РФ в области пожарной безопасности изложен методологический принцип «одна форма оценки — одно условие соответствия». Данный принцип основан на анализе существующего законодательства Российской Федерации. Для того чтобы определить эффективность той или иной формы оценки конкретного объекта, предложен вероятностный подход, то есть определение риска возникновения пожаров и гибели людей на них при условии ее применения.

Результаты исследования. Была определена вероятность возникновения пожаров и смертельных случаев на них для отдельных классов функциональной опасности объектов, позволяющая рассчитать величину ожидаемого риска гибели людей при условии применения одной из определенных законодательством форм оценок пожарной безопасности. Предлагаемый методологический принцип изложен в виде проекта и математических расчетов, предоставленных на блок-схемах и в таблицах, наглядно описывающих проведение исследования, что облегчает их понимание. Определены как предлагаемые, так и существующие методологические принципы с изложением их недостатков и положительных аспектов. Предложены возможности реализации и дополнения форм и условий обеспечения пожаробезопасности объекта.

Обсуждение и заключение. Проведенное исследование позволит разработать методы математического моделирования опасных условий труда работников, а также определить перечень социальных и экономических рисков на производственных объектах, который должен стать необходимым инструментом для специалистов и собственников, обеспечивающих безопасность на производстве.

Ключевые слова: форма оценки, условия соответствия, обеспечение безопасности, управление рисками, методологический принцип, фактические риски, ожидаемые риски, пожарная безопасность

Благодарности. Авторы выражают благодарность рецензентам и сотрудникам редакции за внимательное отношение к статье и помощь в повышении её качества.

Для цитирования. Фомин А.И., Бесперстов Д.А., Трубицын А.А., Трубицына Н.В., Попова Е.А., Петрова В.А. Методологический принцип оценки обеспечения безопасности персонала на основе вероятности возникновения негативных событий. *Безопасность техногенных и природных систем*. 2025;9(2):121–135. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2025-9-2-121-135>

Original Theoretical Research

Methodological Principle for Personnel Safety Assessment Based on Likelihood of Negative Events

Anatoly I. Fomin^{✉1}, Dmitrii A. Besperstov², Anatoly A. Trubitsyn³, Nelya V. Trubitsyna³, Ekaterina A. Popova², Valeriya A. Petrova²

¹ Vostochniy Research Institute for Mining Safety, Kemerovo, Russian Federation

² Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation

³ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russian Federation

✉ fomin-ai@kuzbasscot.ru

Abstract

Introduction. Currently, for each area of human activity, there is a set of measures aimed at improving its safety from the effects of various negative factors that harm life and health. However, despite the existence and implementation of these measures, around 8,000 people still die from fires each year in the Russian Federation. Thus, the aim of the work is to improve the existing fire safety concept by defining a specific compliance condition for each specific type of assessment in this area. The basis for improving current methods and approaches to assessing the protection of facilities and population from fires is statistical analysis. This allows us to evaluate the likelihood of fire incidents and casualties based on the functional use of a facility, the causes of fires, and the social background of victims.

Materials and Methods. The research plan included both a theoretical and practical part. To solve the problem of the relationship between assessment forms and compliance conditions, we outlined the methodological principle of "one assessment form — one compliance condition". This principle was based on the analysis of the existing regulatory framework of the Russian Federation in the field of fire safety. In order to assess the effectiveness of a particular form of assessment for a particular facility, we proposed a probabilistic approach. This involved determining the risk of fire and deaths in the facility, given the implementation of the assessment form.

Results. As a result of the study, we determined the average probability of fires and fatalities for certain classes of functional hazards of objects. This allowed us to calculate the expected risk of death if one of the legal forms of fire safety assessment was applied. The proposed methodological approach was presented in the form of a draft, and the mathematical calculations were provided in the form of flowcharts and tables. These visual representations described the research and made it easier to understand. Both the proposed and existing methodological approaches were identified, highlighting their disadvantages and advantages. We proposed implementing and adding new forms and conditions to ensure the fire safety of facilities.

Discussion and Conclusion. The work will make it possible to develop methods for mathematically modeling hazardous working conditions for employees and to identify a catalogue of social and economic risks at industrial facilities. This is a necessary tool for professionals and owners to ensure industrial safety.

Keywords: assessment form, compliance conditions, safety provision, risk management, methodological principle, actual risks, expected risks, fire safety

Acknowledgements. The authors would like to express their gratitude to the reviewers for their critical assessment of the submitted materials and their suggestions for improving the quality of research results.

For citation. Fomin AI, Besperstov DA, Trubitsyn AA, Trubitsyna NV, Popova EA, Petrova VA. Methodological Principle for Personnel Safety Assessment Based on Likelihood of Negative Events. *Safety of Technogenic and Natural Systems*. 2025;9(2):121–135. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2025-9-2-121-135>

Введение. В настоящее время в Российской Федерации и за рубежом ведется интенсивная работа по повышению безопасности условий труда и жизни граждан. В частности, безопасность населения [1] определена основополагающими законодательными актами нашей страны [2]. Но несмотря на это количество случаев травматизма, пожаров и чрезвычайных ситуаций техногенного характера не уменьшается. Особую опасность для населения и предприятий представляют крупные аварии, пожары и чрезвычайные ситуации федерального или межрегионального масштаба.

Работа по профилактике пожаров проводится и у нас в стране, и за рубежом. Так, активно ведется разработка стратегии их предотвращения в Португалии, где группой заинтересованных специалистов тщательно анализируются причины возникновения пожаров для последующего внесения необходимых поправок в законодательную базу страны [3]. Катастрофические пожары на землях лесного фонда Бразилии в 2020–2021 гг. послужили стимулом для разработки необходимых мер по их недопущению в будущем. Там, в частности, предложены новые способы предотвращения пожаров и разработаны успешные стратегии управления ими [4].

С учётом вышеизложенного можно сделать вывод о том, что требуется дальнейшая актуализация существующих мер по повышению безопасности предприятий и персонала, а также разработка новых с учётом современных условий и требований. В этом авторы видят цель своего исследования.

Материалы и методы. В основу проведенного анализа положено классическое правило расчета риска (вероятности) возникновения негативной ситуации [5]. Эффективность формы оценки пожарной безопасности для того или иного объекта зависит от ожидаемых рисков возникновения пожара и гибели людей на нём ($R_{(ср.ф)}$) [6]. Иными словами, для объекта, соответствующего определенному классу функциональной пожарной опасности, моделируется негативная ситуация — возникновение пожара, а далее с использованием классического правила сложения вероятностей [7] определяется риск гибели людей [8], зависящий от назначения объекта, причин возникновения пожара и социального положения пострадавших ($R_{(ср.о)}$). Численные значения для расчетов взяты из статистических данных по пожарам в Российской Федерации за 2022 год, находящихся в свободном доступе в сети Интернет на официальных ресурсах. Расчеты выполнены с использованием инженерного калькулятора с расширенным набором функций, обеспечивающего требуемую точность и поддержку сложных математических операций.

Результаты исследования. Для разработки мероприятий, необходимых для обеспечения безопасности объекта и его персонала, следует оценить состояние предприятия и определить, при каких условиях достигается защищенность и его, и работников от опасностей, связанных с производством.

В соответствии с нормами пожарной безопасности [9] определены формы оценок, их положительные и отрицательные значения [10], которые представлены в таблице 1 [11].

Таблица 1

Положительные и отрицательные значения существующих форм оценок
соответствия объекта требованиям пожарной безопасности

Форма оценки	Положительные аспекты	Отрицательные положения
Федеральный государственный пожарный надзор и др.	Государственная, финансово независимая форма оценки, результаты предложенных мероприятий не влияют на денежное вознаграждение инспектора ГПН	Нагрузка на предприятия и граждан в виде административного воздействия и отрыва от основного вида деятельности на участие в контрольно-надзорных мероприятиях и проверках

Положительные и отрицательные положения существующих условий соответствия представлены в таблице 2.

Таблица 2

Условия соответствия объектов с указанием положительных
и отрицательных аспектов

Условия соответствия		Положительные аспекты	Отрицательные положения
При выполнении требований технического регламента с учетом	требований пожарной безопасности	Эталон мероприятий: формирование понимания физическими лицами и организации общих требований ПБ; в результате технического регулирования разделение на обязательное и добровольное применение	Ограниченность развития организаций из-за государственных рамок (административных барьеров); государственное вмешательство при формальных нарушениях требований, без фактического их влияния на безопасность; изменение, исключение требований и введение их вновь подтверждает недоработанность обязательных мероприятий (требование ради требования)
	пожарного риска	Расчетным путем возможно определить безопасность людей, в том числе при наличии нарушений требований пожарной безопасности	Сложные математические расчеты; учитываются не все опасные факторы пожара и параметры зданий и сооружений

В свою очередь, условия достижения безопасности объекта выполняются при реализации системы обеспечения безопасности, предоставленной на блок-схеме (рис. 1).



Рис. 1. Система обеспечения пожарной безопасности объектов

С учётом положительных и отрицательных оценок обеспечения безопасности предприятий и его работников в таблицах 3–6 представлены дополнительные оценки пожарной опасности и мероприятия по совершенствованию их применения.

Таблица 3

Совершенствование существующих форм оценок обеспечения безопасности предприятий и его работников

Форма оценки	Совершенствование формы мероприятия
Независимая оценка пожарного риска (аудит пожарной безопасности)	Законодательная возможность введения экспресс-оценок и программного обеспечения для этих целей, определение требований к лицам, осуществляющим НОР
Федеральный государственный пожарный надзор	Профилактические мероприятия не должны быть основанием для инициирования проверок. Права и обязанности инспекторов ФГПН должны иметь адресность, исключить новацию «иные»

Таблица 4

Дополнительные формы оценок соответствия объектов

Дополнительные формы оценок	Основания для внедрения дополнительных форм оценок
Региональный государственный противопожарный надзор	90 % пожаров и случаев гибели людей приходится на жилые дома, но федеральный государственный пожарный надзор в жилых помещениях не осуществляется
Профилактика нарушений	Предусмотренная законодательством форма оценки в виде профилактического мероприятия наравне с контрольно-надзорным

Таблица 5

Совершенствование существующих условий соответствия объектов защиты

Условия соответствия	Совершенствование условий
При выполнении требований технического регламента с учетом:	
требований пожарной безопасности	В связи со «слепым» исполнением требований, не всегда влияющих на пожароопасность объекта, не предусматривающих финансовых затрат со стороны организаций, их выполнение формально. Необходимо расширение разработок локальных требований, адресно-актуальных для объекта защиты
пожарного риска	Введение на уровне НПА различных расчетных методик, в том числе разработанных физическими лицами, кроме федеральных органов исполнительной власти (МЧС России). Пожарные риски должны быть сопряжены с иными, которые могут привести к пожару (поджог, антитеррор, промышленная безопасность)

Таблица 6

Дополнительные условия обеспечения пожарной безопасности на объекте

Дополнительные условия соответствия	Основания для внедрения дополнительных условий
Акт контрольного (надзорного) мероприятия ФГПН без нарушений	Как независимая государственная форма оценки, является наиболее объективным условием соответствия. Не требует дополнительных финансовых затрат для предприятий и физических лиц. Возможно привлечение специалистов, экспертов и экспертных организаций
Наступление опасных факторов пожаров после завершения эвакуации людей	Отсутствие необходимости в экологических затратах на выполнение требований ПБ при эвакуации людей до наступления опасных факторов пожара. Имуществом граждане предприятий имеют право рисковать и страховать его

Совершенствования и дополнения основаны на принципах обеспечения и повышения безопасности работников и имущества предприятия.

Проведённый анализ позволит разработать новые методологические принципы оценки и обеспечения безопасности предприятия на основе управления рисками.

Общий существующий принцип оценки и условий безопасности представлен в виде блок-схемы на рис. 2.

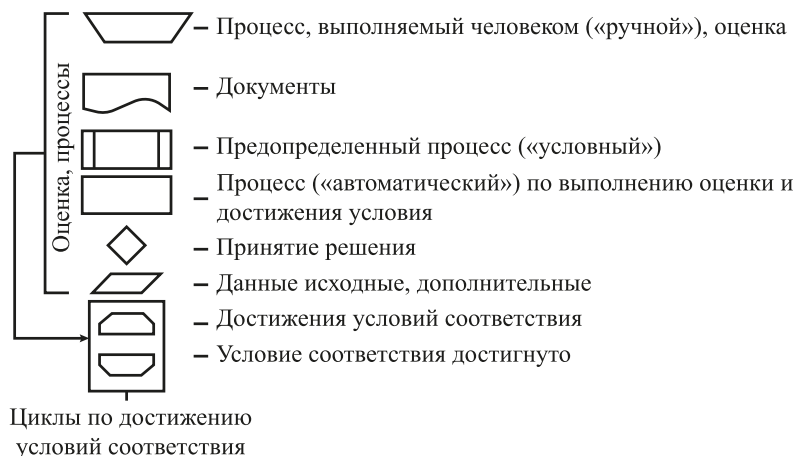


Рис. 2. Существующий принцип оценки и условий обеспечения пожаробезопасности

Существующий методологический принцип оценки и обеспечения пожарной безопасности представлен в виде общей блок-схемы, так как нормами предусмотрены не взаимосвязанные друг с другом девять форм и пять условий соответственно (рис. 3).

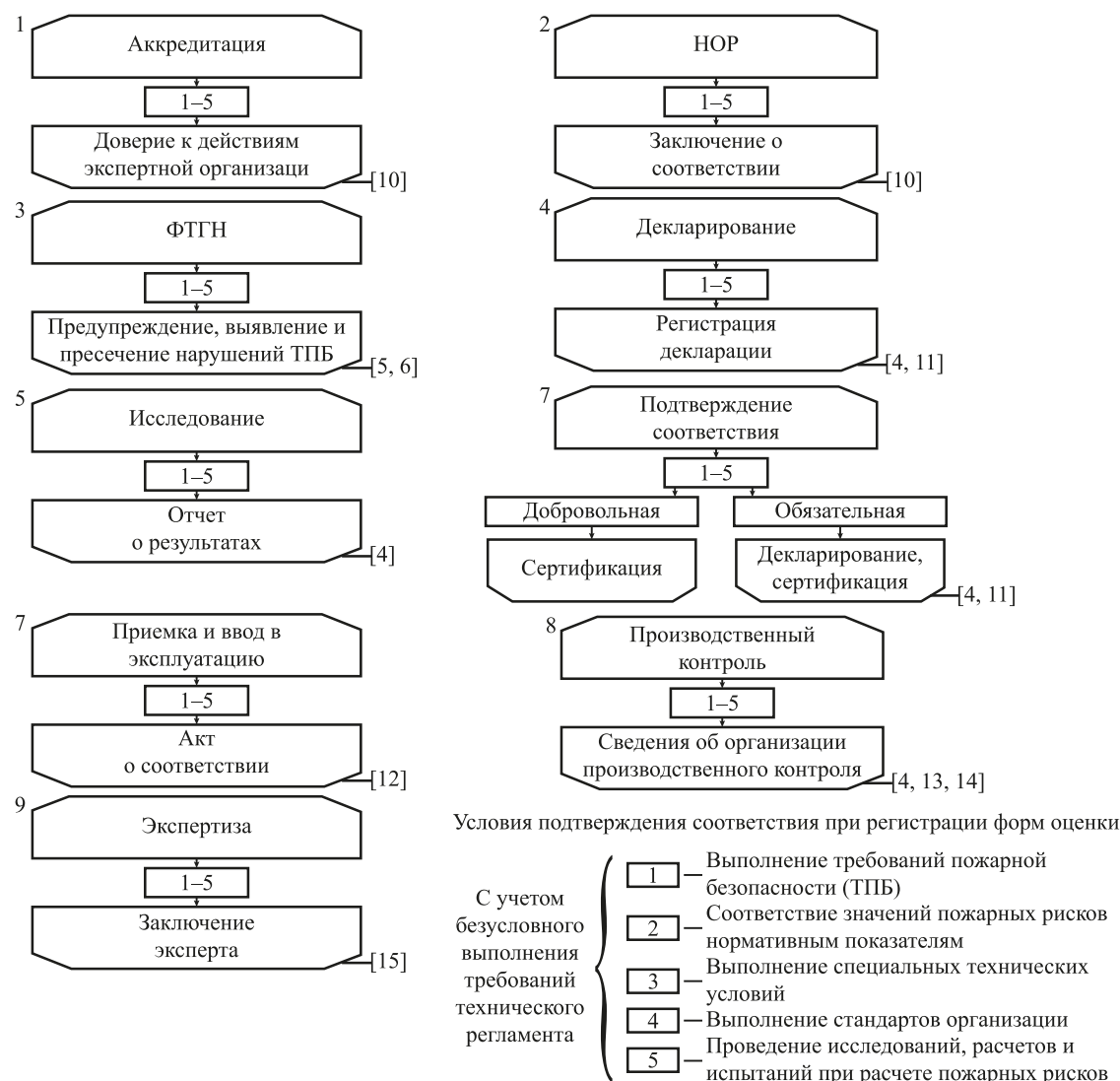


Рис. 3. Существующий методологический принцип оценки и обеспечения пожаробезопасности объектов

С учётом вышеизложенного для решения проблемы взаимосвязи формы оценок и условий соответствия предлагается методологический принцип «одна форма оценки — одно условие соответствия» (таблица 7) [12].

Таблица 7

Одна форма оценки — одно условие соответствия

№ п/п	Форма оценки		Условие соответствия	
	существующие	предлагаемые	существующее	предлагаемое
1	Аккредитация			Соответствие оборудования, помещений, работников
2	Федеральный государственный пожарный надзор		Выполнение требований пожарной безопасности	

Данный принцип позволит обеспечить все условия безопасности с учётом выбранной необходимой формы оценки. Здесь также наглядно показано, какая форма реализуется при определённых условиях. Выбранный принцип не позволит подменять оценки малоэффективными формами для достижения необходимых условий соответствия.

Обеспечение безопасности работников и предприятий по предлагаемому принципу представлено в виде блок-схемы, являющейся методологическим обеспечением (рис. 4).

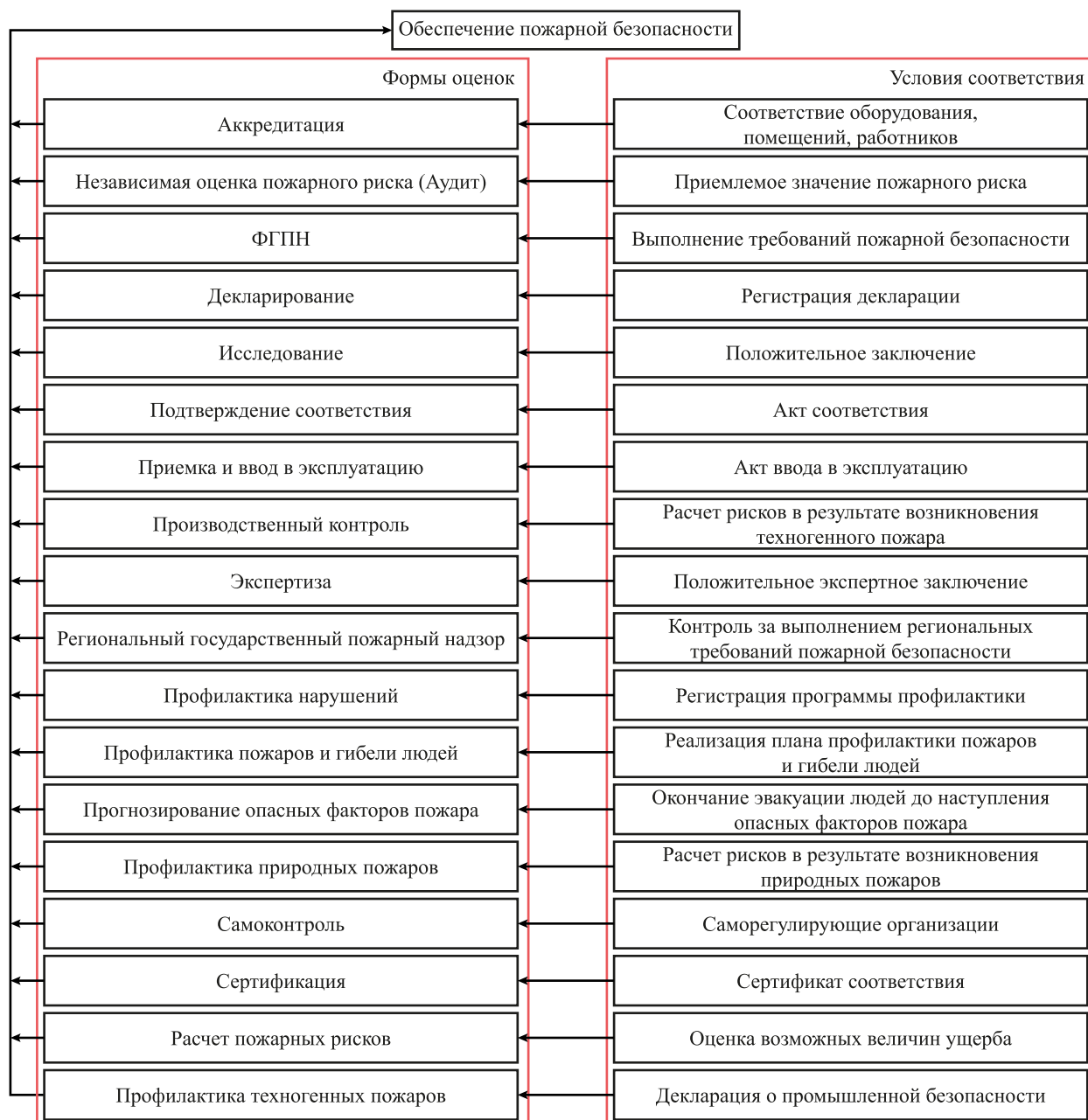


Рис. 4. Методологическое обеспечение пожаробезопасности людей, основанное на принципе «одна форма — одно условие»

Таким образом, обеспечение пожарной безопасности выполняется при реализации прилагаемых форм и условий. Реализация методологии изложена в виде блок-схемы на рис. 5.

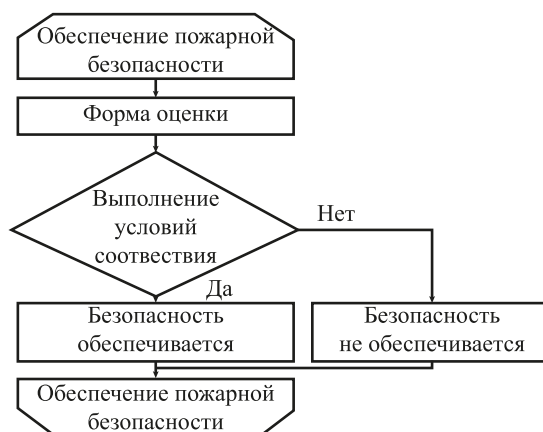


Рис. 5. Предлагаемый методологический принцип обеспечения пожаробезопасности людей

Для практической реализации предлагаемого методологического принципа необходимо провести анализ фактических рисков возникновения негативных ситуаций. Существующие принципы обеспечения пожарной безопасности представлены в виде блок-схемы на рис. 6.

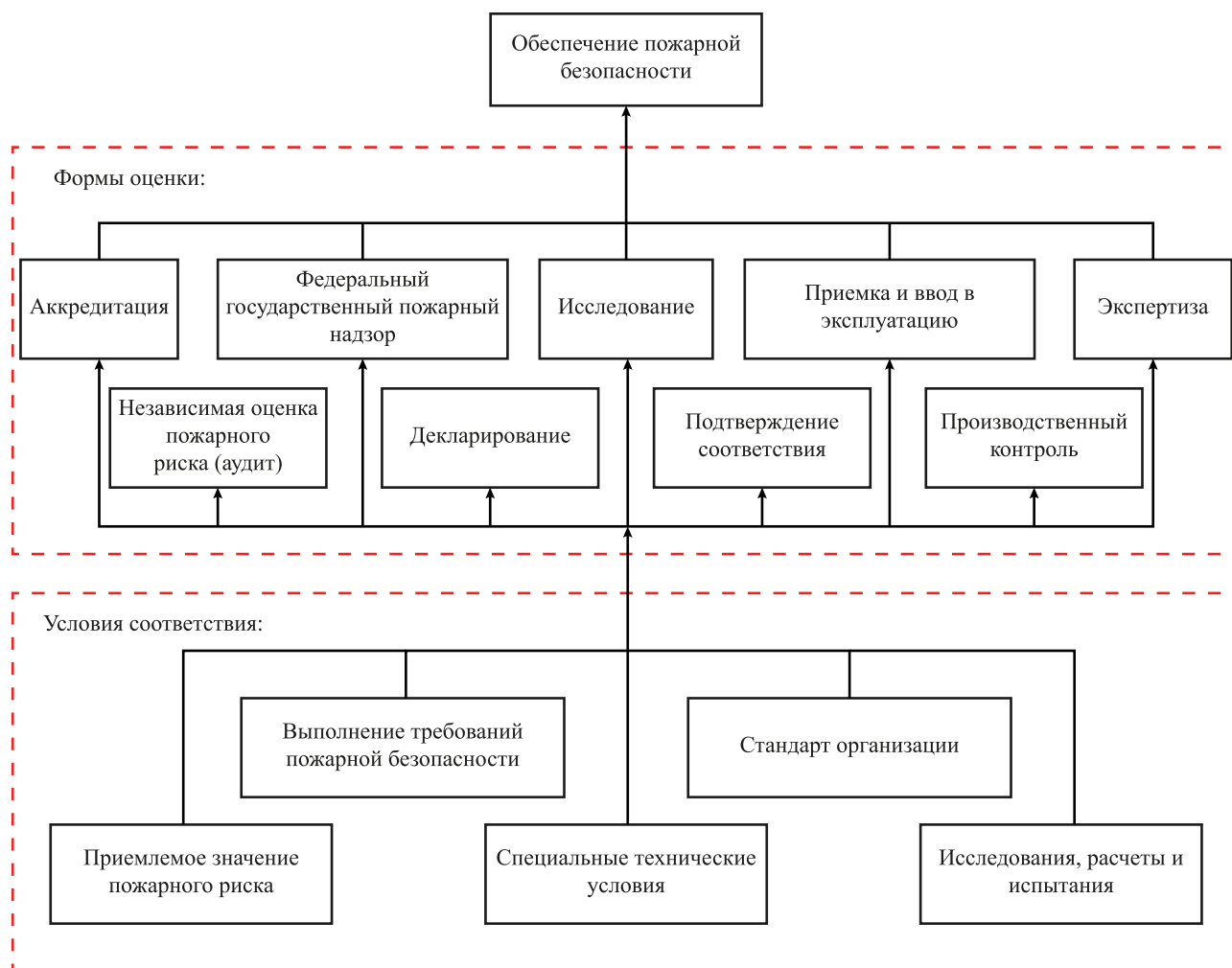


Рис. 6. Существующий принцип обеспечения пожарной безопасности на основе нормативных форм оценок и условий соответствия

Из данного принципа следует, что все условия соответствия могут быть исследованы для любых форм оценок.

С учётом статистических показателей по пожарам вероятностные критерии, являющиеся фактическими рисками, приведены в таблице 8.

Таблица 8

Распределение вероятностей возникновения пожаров и гибели людей на них на объектах, расположенных на территории Российской Федерации, 2022 год

Номер объекта	Наименование объекта	Класс функциональной пожарной опасности	Количество объектов, ед. (N_o)	Количество пожаров в 2022 году, ед. (N_n)	Вероятность возникновения пожара на объекте (R_n)	Количество погибших людей (N_r)	Вероятность гибели на пожарах ($R_{г.п.}$)	Вероятность гибели на объекте от пожара ($R_{г.о.}$)
1	Здания производственного назначения	Ф 5.1	173 544	2 349	$1,35 \cdot 10^{-2}$	46	$1,96 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$
2	Складские здания, сооружения	Ф 5.2	100 147	744	$7,4 \cdot 10^{-3}$	10	$1,34 \cdot 10^{-2}$	$9,99 \cdot 10^{-5}$

В данной таблице вероятность пожара объекта определена по формуле [13]

$$R_{\Pi} = \frac{N_{\Pi}}{N_o}. \quad (1)$$

Вероятность гибели людей на объектах от пожаров определена по формуле

$$R_{го} = \frac{N_{\Pi}}{N_o}. \quad (2)$$

Вероятность гибели людей на пожарах:

$$R_{гп} = \frac{N_{\Pi}}{N_o}, \quad (3)$$

где N_{Π} — количество пожаров, шт.; N_o — количество объектов, шт.

Данные о риске гибели людей на пожарах по причинам представлены в таблице 9.

Таблица 9

Вероятность гибели людей в Российской Федерации за 2022 год в зависимости от причин

Наименование причины гибели людей:	Количество погибших за 2022 год, чел.	$R_{пр.г}$
Отравление токсичными продуктами горения	2 828	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Неустановленные причины	1 519	$1,04 \cdot 10^{-5}$
Воздействие высокой температуры	1 343	$9,2 \cdot 10^{-6}$

Вероятность гибели людей в зависимости от причин ($R_{пр.г}$), то есть от воздействия первичных и вторичных опасных факторов пожара [14], определяется по формуле

$$R_{пр.г} = \frac{N_{пр.г}}{N_{нас.РФ}}, \quad (4)$$

где $N_{пр.г}$ — количество погибших людей в зависимости от причин, чел; $N_{нас.РФ}$ — население Российской Федерации в 2022 году.

Данные о вероятности гибели населения Российской Федерации в разрезе их социального положения приведены в таблице 10.

Таблица 10

Вероятность гибели людей в Российской Федерации за 2022 год в разрезе их социального положения

Социальное положение людей, погибших на пожарах, в том числе	Количество погибших людей в 2022 году в РФ, чел.	$R_{соц.п}$
рабочие рабочих специальностей	710	$4,8 \cdot 10^{-6}$
инженерно-технические работники	19	$1,3 \cdot 10^{-7}$
руководитель организации (предприятий)	7	$4,8 \cdot 10^{-8}$

Вероятность гибели людей от пожаров в разрезе их социального положения определена по формуле:

$$R_{пр.г} = \frac{N_{соц.п}}{N_{нас.РФ}}, \quad (5)$$

где $N_{соц.п}$ — количество погибших людей в Российской Федерации за 2022 год по их социальному положению, чел.

Далее проведём сопряжение показателей рассчитанных рисков, распределив объекты пожаров по причинам и социальному положению погибших. Для удобства введем условное обозначение объектов: 1, 2, 3...

Данные сопряжения предоставлены в таблице 11.

Таблица 11

Сопряженные сведения по объектам, на которых произошли пожары, в том числе с гибелью людей, о причинах гибели и социальном положении погибших

Причина гибели людей	Условные обозначения объекта, на котором погибли по причине	Социальное положение погибших	Условные обозначения объекта, на котором произошла гибель людей в зависимости от социального положения
Отравление токсичными продуктами горения	1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13	Рабочие рабочих специальностей	1, 2, 3
Неустановленные причины	10, 12, 13	Инженерно-технические работники	1, 2, 7, 8

Далее по формуле ниже определим общую вероятность гибели людей в зависимости от их социального положения и причин:

$$R_{\text{ср.о}} = \frac{R_{\text{п}} + R_{\text{го}} + \sum_N \frac{R_{\text{пр.г}}}{N} + \sum_N \frac{R_{\text{соц.п}}}{N}}{4}, \quad (6)$$

где N — количество вероятностей негативных событий, связанных с пожарами.

Расчетные сведения представим в таблице 12.

Таблица 12

Сводные сведения вероятностей возникновения негативных событий, связанных с пожарами, и гибели людей на них в России за 2022 год

Порядковый номер объекта	Наименование объекта	Класс функциональной пожарной опасности	$R_{п.о.}$	$R_{г.о.}$	$R_{пр.г.}$	$R_{г.соц.п.}$	$R_{ср.о.}$
1	Производственный объект	Ф5.1	0,0135	0,00027	0,000019	0,0000046	0,0034443
					0,0000092	0,00000013	
					0,0000046	0,000000048	
					0,0000042	0,0000043	
					0,0000023		
					0,000000096		
					0,000000048		
					0,000000027		
				Минимальное значение $R_{ср.о.}$:		0,00014066	
				Максимальное значение $R_{ср.о.}$:		0,02527716	

В данной таблице представлены минимальные и максимальные значения средних вероятностей, эти данные могут быть использованы для принятия профилактических адресных мероприятий со стороны заинтересованных лиц и служб (вплоть до координации государственной политики) по предупреждению пожаров и гибели людей на них.

Далее перейдем к определению ожидаемых рисков в зависимости от форм оценок и условий соответствия объектов противопожарной безопасности. Обеспечение пожарной безопасности на объектах разных классов функциональной пожарной опасности [15] реализуется различными, в том числе дополнительно предлагаемыми формами и условиями, представленными на рис. 7.

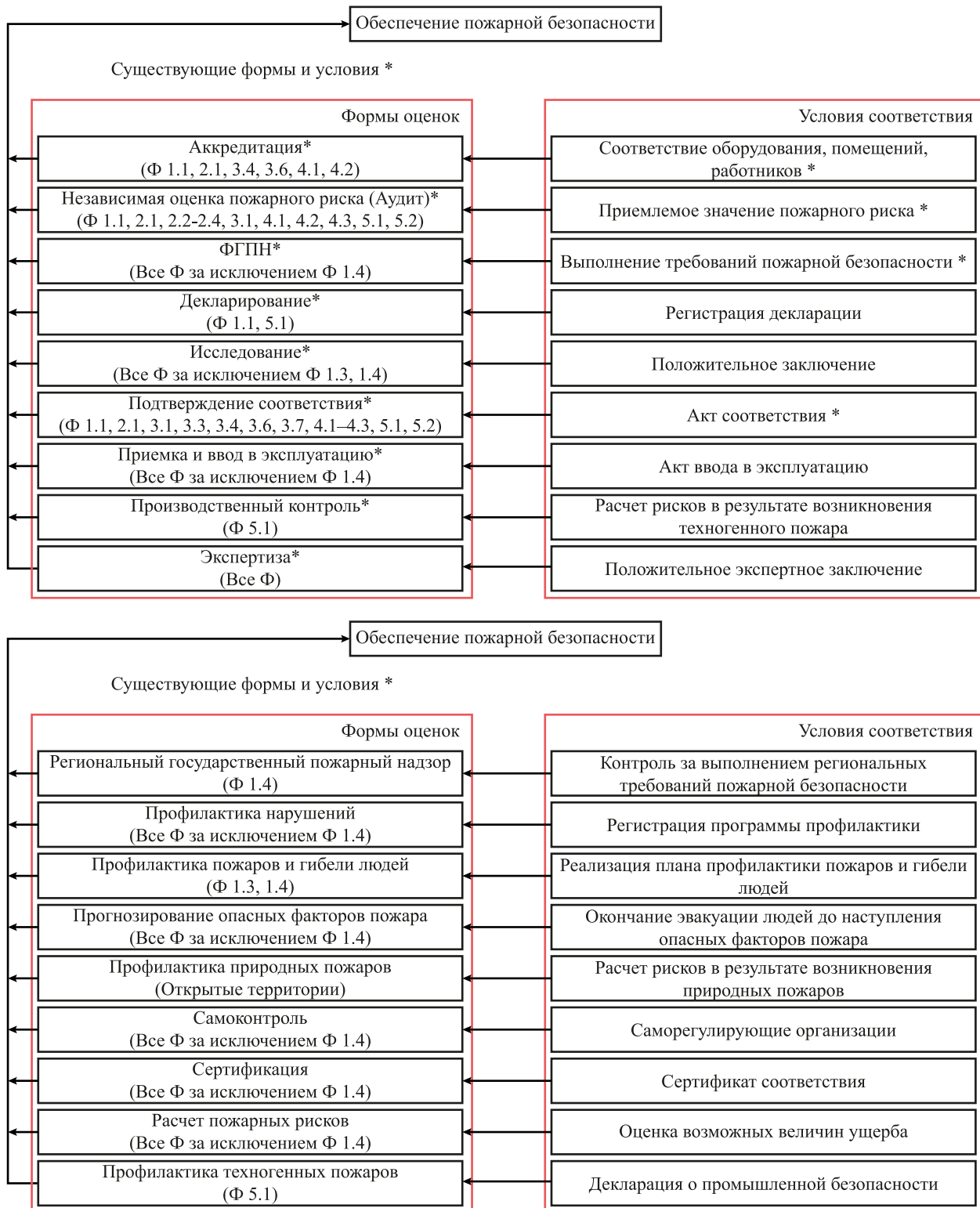


Рис. 7. Формы оценок и условия соответствия по обеспечению пожаробезопасности объектов с учетом функционального назначения объектов

Ожидаемые риски для объектов по функциональному назначению ($R_{ср.ф}$) определяются по формуле

$$R_{ср.ф} = \sum_N \frac{R_{ср.о}}{N} = \sum_N \frac{R_{п} + R_{го} + \sum_N R_{пр.г}}{4N} + \sum_N \frac{R_{г.соц.п}}{N} = \sum_N \frac{\frac{N_{п}}{N_{о}} + \frac{N_{г}}{N_{о}} + \sum_N \frac{N_{пр.г}}{N_{нас.РФ}}}{4N} + \sum_N \frac{\frac{N_{соц.п}}{N_{нас.РФ}}}{N}. \quad (8)$$

Расчетные значения сведены в таблице 13.

Таблица 13

Величины вероятностей ожидаемых рисков при реализации предлагаемого методологического принципа оценки и обеспечения пожаробезопасности людей

Порядковый номер формы оценки	Наименование формы оценки	Класс функциональной пожарной опасности объекта			$R_{\text{ср.о.}}$ соответствующего класса функциональной пожарной опасности			$R_{\text{ср.ф.}}$
1	Аккредитация	Ф1.1	Ф2.1	Ф3.4	0,0023	0,0019	0,00104071	0,001956785
		Ф3.6	Ф4.1	Ф4.2	0,0019	0,0023	0,0023	
2	Федеральный государственный пожарный надзор	Ф1.1	Ф1.2	Ф1.3	0,0023	0,00509277	0,02527716	0,001974004
		Ф2.1	Ф2.2	Ф2.3	0,0019	0,0019	0,0019	
		Ф2.4	Ф3.1	Ф3.2	0,0019	0,00126179	0,00404658	
		Ф3.3	Ф3.4	Ф3.5	0,00404658	0,00104071	0,00303928	
		Ф3.6	Ф3.7	Ф4.1	0,0019	0,0019	0,0023	
		Ф4.2	Ф4.3	Ф5.1	0,0023	0,00139993	0,0034443	
		Ф5.2	Ф5.3		0,00187666	0,00332425		
					Минимальное значение $R_{\text{ср.ф.}}$:			0,00014066
					Максимальное значение $R_{\text{ср.ф.}}$:			0,5

В таблице даны минимальное и максимальное значения вероятности возникновения негативных событий. Вышеизложенный методологический принцип оценки обеспечения противопожарной безопасности представлен в виде алгоритма на рис. 8.



Рис. 8. Проект методологического принципа оценки и обеспечения пожаробезопасности людей

Предлагаемый методологический принцип оценки обеспечения безопасности людей на пожарах совершенствует таким образом действующий порядок, установленный законодательством Российской Федерации. Этот принцип основан на реально существующих значениях риска возникновения неблагоприятных событий, что позволяет заинтересованным лицам заблаговременно принимать необходимые профилактические меры.

Обсуждение и заключение. Актуализация существующих принципов оценки обеспечения безопасности объектов, их работников и населения, основанных на нормативных документах, а также предлагаемых на основе управления рисками возникновения негативных ситуаций дает возможность заинтересованным физическим и юридическим лицам применять наиболее подходящие для их реализации формы и условия. Представленные в исследовании математические расчёты позволяют обосновать пользу предлагаемых мероприятий. Применение принципа прогнозируемых рисков обосновывает невозможность обеспечения безусловной безопасности для предприятия и его работников, так как существует значительное количество мало предсказуемых негативных ситуаций природного и техногенного характера.

Практическая значимость проведённых исследований заключается в том, что предлагаемый авторами методологический принцип основан на математических расчётах. С учётом прогнозируемых рисков возможна выработка профилактических мероприятий по предупреждению и минимизации негативных условий, связанных с чрезвычайными ситуациями, авариями, производственным травматизмом и пожарами.

Итоги проведенной работы особенно актуальны для владельцев предприятий и других объектов инфраструктуры, так как их первостепенной задачей является обеспечение безопасности работников и населения. Собственник сможет выбрать подходящую для него форму оценки не только в зависимости от функционального класса пожарной опасности объекта, но и с учетом наличия минимальных рисков гибели людей при выполнении условий её применения. Это позволит перераспределить финансовые ресурсы организации, направив их на выполнение адресных требований пожарной безопасности, зависящих от выбранной для неё наиболее эффективной формы оценки соответствия.

Список литературы / References

1. Слесарчук А.В. Трансформация Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании». *Известия ТулГУ*. 2024;4:26–27.
Slesarchuk AV. Transformation of Federal Law No. 184-FZ "On Technical Regulation". *News of the Tula State University. Technical Sciences*. 2024;4:26–27. (In Russ.)
2. Малышев В.П., Азанов С.Н., Виноградов О.В. Возможные направления консолидации нормативной правовой базы в области гражданской обороны и защиты населения от чрезвычайных ситуаций. *Технологии гражданской безопасности*. 2023;20(1):33–38.
Malyshev VP, Azanov SN, Vinogradov OV. Possible Directions of the Regulatory Legal Framework Consolidation in the Field of Civil Defense and Protection of the Population from Emergency Situations. *Civil Security Technology*. 2023;20(1):33–38. (In Russ.)
3. Ferreira C, Costa Pinto L, Valente M. Forest Fire Causes and Prevention Strategies in Portugal: Insights from Stakeholder Focus Groups. *Forest Policy and Economics*. 2024;169:103330.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2024.103330>
4. Pivello VR, Vieira I, Christianini AV, Ribeiro DB, Menezes LdS, Berlinck CN, et al. Understanding Brazil's Catastrophic Fires: Causes, Consequences and Policy Needed to Prevent Future Tragedies. *Perspectives in Ecology and Conservation*. 2021;19(3):233–255. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.005>
5. Feng Li, Baoyan Duan, Yiping Sun, Xiaoxuan He, Zeyu Li, Bo Wang. Quantitative Risk Assessment Model of Working Positions for Roof Accidents in Coal Mine. *Safety Science*. 2024;178:106628.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106628>
6. de Wit RAC, Helsloot I, Koetse MJ. The Value of a Statistical Life in Reducing Fire Risk: A Choice Experiment among Dutch Citizens. *Safety Science*. 2024;169:106322. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106322>
7. Bahar Jahanvand, Seyed Bagher Mortazavi, Hassan Asilian Mahabadi, Omran Ahmadi. Determining Essential Criteria for Selection of Risk Assessment Techniques in Occupational Health and Safety: A Hybrid Framework of Fuzzy Delphi Method. *Safety Science*. 2023;167:106253. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106253>
8. Mrozowska A. Formal Risk Assessment of the Risk of Major Accidents Affecting the Natural Environment and Human Life, Occurring as a Result of Offshore Drilling and Production Operations Based on the Provisions of Directive 2013/30/EU. *Safety Science*. 2021;134:105007. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105007>
9. Тимофеева А.В. Законы в области пожарной безопасности. *Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей StudNet*. 2020;12:918–921.
Timofeeva AV. Fire Safety Laws. *Scientific and educational journal for students and teachers StudNet*. 2020;12:918–921. (In Russ.)
10. Фомин А.И., Бесперстов Д.А., Угарова И.М., Ворошилов Я.С. Разработка форм оценок, а также условий соответствия пожаробезопасности объектов и актуализация существующих. *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. 2023;2:63–71.
Fomin AI, Besperstov DA, Ugarova IM, Voroshilov YaS. Development of Assessment Forms, as well as Conditions for Compliance with Fire Safety of Facilities and Updating Existing Ones. *Vestnik of Safety in Coal Mining Scientific Center*. 2023;2:63–71. (In Russ.)

11. Фомин А.И., Бесперстов Д.А., Угарова И.М., Казанцев В.Г., Зыков В.С. Методологические принципы оценки и обеспечения пожаробезопасности людей. *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. 2023;3:48–54.

Fomin AI, Besperstov DA, Ugarova IM, Kazantsev VG, Zykov VS. Methodological Principles for Assessing and Ensuring Human Fire Safety. *Vestnik of Safety in Coal Mining Scientific Center*. 2023;3:48–54. (In Russ.)

12. Фомин А.И., Неверов Е.Н., Бесперстов Д.А., Ли К.Х., Угарова И.М. Разработка методологического принципа обеспечения пожаробезопасности. *Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности*. 2023;4:27–34.

Fomin AI, Neverov EN, Besperstov DA, Li KKh, Ugarova IM. Development of the Methodological Principle of Ensuring Fire Safety of People. *Vestnik of Safety in Coal Mining Scientific Center*. 2023;4:27–34. (In Russ.)

13. Zeinab Masalegooyan, Farzad Piadeh, Kourosh Behzadian. A Comprehensive Framework for risk probability assessment of landfill fire incidents using Fuzzy Fault Tree Analysis. *Process Safety and Environmental Protection*. 2021;163:679–693 <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.064>

14. Zhanli Mao, Haonan Chen, Xin Chen, Liwei Zhang. Improved Reliability Analysis and Assessment Method of Occupant Evacuation and Its Application in Building Fires. *Safety Science*. 2025;181:106689. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106689>

15. Гармышев Я.В., Гармышев В.В., Прошев Д.И. Правовые основы пожарной безопасности. *Образование и право*. 2024;3:674–677.

Garmyshev YaV, Garmyshev VV, Proshev DI. Legal Basis of Fire Safety. *Education and Law*. 2024;3:674–677. (In Russ.)

Об авторах:

Анатолий Иосифович Фомин, доктор технических наук, профессор кафедры аэрологии, охраны труда и природы Кузбасского политехнического университета, ведущий научный сотрудник АО «НЦ ВостНИИ» (650000, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), [SPIN-код](#), [ScopusID](#), fomin-ai@kuzbasscot.ru

Анатолий Александрович Трубицын, доктор технических наук, профессор кафедры аэрологии, охраны труда и природы Кузбасского политехнического университета (650000, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), [SPIN-код](#), [ScopusID](#), atrubitsyn@rambler.ru

Нэля Вадимовна Трубицына, доктор технических наук, доцент кафедры аэрологии, охраны труда и природы Кузбасского политехнического университета (650000, Российская Федерация, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), [SPIN-код](#), [ScopusID](#), ntrubitsyna@rambler.ru

Дмитрий Александрович Бесперстов, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности Кемеровского государственного университета (650056, Российская Федерация, г. Кемерово, Бульвар Строителей, 47), [SPIN-код](#), gpnbesperstov@yandex.ru

Екатерина Андреевна Попова, доцент кафедры техносферной безопасности Кемеровского государственного университета (650056, Российская Федерация, г. Кемерово, Бульвар Строителей, 47), [SPIN-код](#), popovakatalpa@gmail.com

Валерия Андреевна Петрова, студент кафедры техносферной безопасности Кемеровского государственного университета (650056, Российская Федерация, г. Кемерово, Бульвар Строителей, 47), [ORCID](#), valera_petrova@inbox.ru

Заявленный вклад авторов:

А.И. Фомин: контроль, лидерство и наставничество в процессе планирования и проведения исследования.

А.А. Трубицын: создание и подготовка рукописи, визуализация результатов исследования и полученных данных.

Н.В. Трубицына: применение статистических, математических, вычислительных методов для анализа или синтеза данных исследования.

Д.А. Бесперстов: осуществление научно-исследовательского процесса, включая сбор данных.

Е.А. Попова: разработка методологии исследования.

В.А. Петрова: создание и подготовка рукописи, написание черновика, включая его перевод на иностранный язык.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Anatoly I. Fomin, Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Aerology, Occupational Safety and Nature, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Senior Researcher at Vostochniy Research Institute for Mining Safety (28, Vesennyyaya St., Kemerovo, 650000, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ScopusID](#), fomin-ai@kuzbasscot.ru

Anatoly A. Trubitsyn, Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Aerology, Occupational Safety and Nature, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (28, Vesennyyaya St., Kemerovo, 650000, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ScopusID](#), atrubitsyn@rambler.ru

Nelya V. Trubitsyna, Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Aerology, Occupational Safety and Nature, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (28, Vesennyyaya St., Kemerovo, 650000, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ScopusID](#), ntrubitsyna@rambler.ru

Dmitrii A. Besperstov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Technosphere Safety, Kemerovo State University (47, Stroiteley Ave., Kemerovo, 650056, Russian Federation), [SPIN-code](#), gpnbesperstov@yandex.ru

Ekaterina A. Popova, Associate Professor of the Department of Technosphere Safety, Kemerovo State University (47, Stroiteley Ave., Kemerovo, 650056, Russian Federation), [SPIN-code](#), popovakatalpa@gmail.com

Valeriya A. Petrova, Student of the Department of Technosphere Safety, Kemerovo State University (47, Stroiteley Ave., Kemerovo, 650056, Russian Federation), [ORCID](#), valera_petrova@inbox.ru

Claimed Contributorship:

AI Fomin: supervision, leadership and mentoring in the process of planning and conducting research.

AA Trubitsyn: creation and preparation of the manuscript, visualization of the research results and data obtained.

NE Trubitsyna: the use of statistical, mathematical, and computational methods for analyzing or synthesizing the research data.

DA Besperstov: implementation of the research process, including data collection.

EA Popova: development of the research methodology.

VA Petrova: creation and preparation of the manuscript, writing a draft, including its translation into a foreign language.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All the authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 07.03.2025

Поступила после рецензирования / Reviewed 26.03.2025

Принята к публикации / Accepted 02.04.2025