

DOI: 10.25558/VOSTNII.2022.40.11.008

УДК 614.849

© А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов, 2022

А.И. ФОМИН

д-р техн. наук,
ведущий научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ»,
профессор кафедры
КузГТУ, г. Кемерово
e-mail: ncvostnii@yandex.ru



Д.А. БЕСПЕРСТОВ

канд. техн. наук,
доцент кафедры
КемГУ, г. Кемерово
e-mail: gpnbesperstov@yandex.ru



СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ И УГЛЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В статье приведены существующие и предлагаемый способы по обеспечению пожаробезопасности угольных предприятий, где предлагаемый способ основан на вероятностных критериях риска возникновения негативных ситуаций, связанных с пожарами. Данные негативные ситуации обусловлены социально-экономическими потерями от пожаров.

Предлагаемый способ актуален не только для угольных предприятий, но и для организаций различных отраслей и сфер их деятельности. Способ представляет собой совокупность решений, вплоть до решений по внесению изменений в законодательные акты. Способ по обеспечению безопасности от пожаров на предприятиях угольной промышленности изложен схематически и в виде математической модели, приведен порядок его реализации. Также введен ряд обозначений, позволяющих наглядно отразить математические зависимости параметров, влияющих на безопасность угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий и их работников.

Данный способ явился основой для выработки наиболее вероятных негативных событий, связанных с пожарами.

Ключевые слова: УГЛЕДОБЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ, УГЛЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СПОСОБЫ БЕЗОПАСНОСТИ, ВЕРОЯТНОСТНЫЕ КРИТЕРИИ, РИСКИ ОТ ПОЖАРОВ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, СЛОЖЕНИЕ РИСКОВ, РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Негативные статистические показатели по пожарам, включая их последствия, в Российской Федерации, а также в развитых зарубежных странах свидетельствуют о необходимости выработки дополнительных адресных и эффективных способов обеспечения безопасности от пожаров на предприятиях [1, 2].

Особенно актуальна данная необходимость для угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, так как на них имеются дополнительные пожароопасные и взрывоопасные факторы [3]. Так же угольные предприятия занимают значительное стратегически-экономическое место в стране, так как уголь применяется не только для нужд населения или продажи за рубеж, но и для производственных объектов по поддержанию их деятельности.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В Российской Федерации, с учетом действующего законодательства, существует два условия соответствия объектов защиты требованиям пожаробезопасности, при выполнении которых обеспечивается безопасность людей. Условия выполняются посредством реализации противопожарных мероприятий, изложенных в техническом регламенте и требованиях по безопасности от пожаров, или соответствия рисков установленным требованиям [4, 5].

За рубежом также определены способы и условия обеспечения пожаробезопасности объектов. Определены основные условия по принятию общественностью мер предосторожности, внедрены программы по разработке передового опыта [6]. В отличие от Российской Федерации за рубежом ответственность за нарушения пожарной безопасности возложена на собственников объектов и их арендодателей [7]. Особое внимание уделено системам противопожарной защиты, а также обучению населения требованиям пожарной безопасности [8, 9, 10].

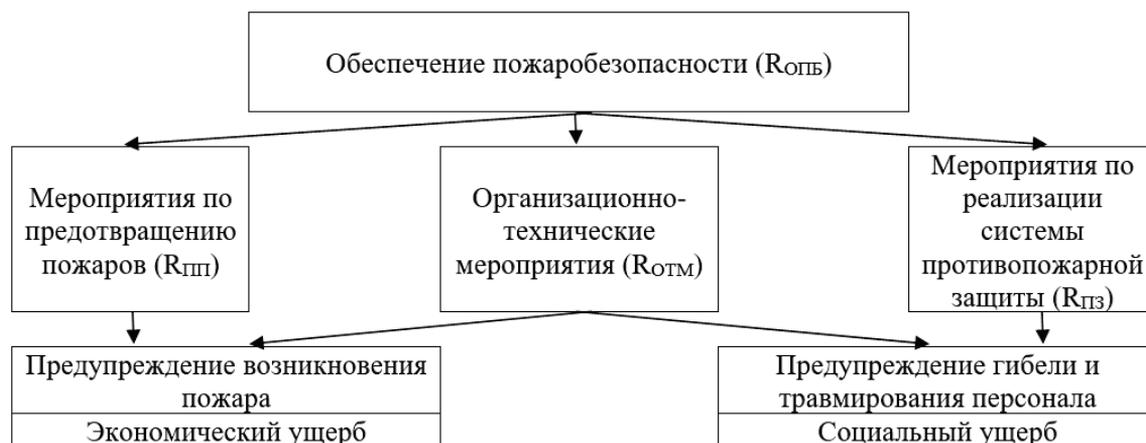
ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ВЕРОЯТНОСТНЫЙ СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Предлагаемый способ, направленный на обеспечение пожаробезопасности работников, основан на статистических показателях по пожарам, включая их негативные последствия. Угольным предприятиям необходимо самостоятельно разрабатывать и внедрять локальные противопожарные мероприятия, которые должны быть актуальными в зависимости от вида производства, контингента работников и уровня их квалификации.

Способ должен быть построен на принципе сложения совместимых рисков (вероятностей) событий [11, 12]. То есть посредством сложения отказа всех трех противопожарных подсистем, связанных с предотвращением пожаров, выполнения систем противопожарной защиты и организационно-технических мероприятий [4].

В связи с тем, что в угольном производстве присутствуют не только опасные производственные процессы, регламентируемые значительным количеством нормативно-правовых актов, но и мало прогнозируемые человеческие факторы, такие как неосторожное обращения с огнем, в том числе при курении, недостаточный контроль работоспособности оборудования и несвоевременный его ремонта, необходим уход от «жестких» требований. Невозможно предупредить и, как следствие, предугадать все события, связанные с возникновением пожаров, включая их негативные последствия, что подтверждено неутешительными статистическими показателями [13].

С учетом вышеизложенного для решения данной проблемы необходимо внести изменения в требования законодательного акта Российской Федерации и изложить его в техническом регламенте следующего содержания: «пожарная безопасность людей обеспечивается при реализации систем противопожарной защиты, организационно-технических мероприятий, а также мероприятий по предотвращению пожаров» [4]. Предлагаемый способ представлен в виде следующей блок-схеме 1.



Блок-схема 1. Способ обеспечения пожаробезопасности на угольных предприятиях

В блок-схеме приведены следующие условные обозначения несоблюдения мероприятий, т.е. риски их отсутствия:

- мероприятия по предотвращению пожаров — $R_{ПП}$;
- организационно-технических мероприятия — $R_{ОТМ}$;
- мероприятия по реализации систем противопожарной защиты — $R_{ПЗ}$.

Все мероприятия являются частями системы обеспечения пожаробезопасности — $R_{ОПБ}$.

Предлагаемый способ обеспечения безопасности на основе вероятностных критериев представим в следующем математическом виде:

$$R_{ОПБ} = R_{ПП} + R_{ОТМ} + R_{ПЗ} - R_{ППиОТМ} - R_{ОТМиПЗ} - R_{ППиПЗ} + R_{ПП,ОТМиПЗ}, \quad (1)$$

где условные обозначения рисков (R) приведены в блок-схеме 1.

В свою очередь, риски рассчитываются по следующим условиям, исходя из статистических показателей по пожарам.

$$R_{ПП} = \frac{N_{ПП}}{N_{П}}, \quad (2)$$

где $N_{ПП}$ — количество пожаров, возникших на территории Российской Федерации, региона, муниципального образования или функционального назначения объектов по причине

не реализации мероприятий по предотвращению пожаров, шт.; $N_{П}$ — количество пожаров по рассматриваемым критериям, шт.

$$R_{ОТМ} = \frac{N_{ПОТМ}}{N_{П}}, \quad (3)$$

$N_{ПОТМ}$ — количество пожаров, возникших по причине отсутствия организационно-технических мероприятий, шт.

$$R_{ПЗ} = \frac{N_{ППЗ}}{N_{П}}, \quad (4)$$

$N_{ППЗ}$ — количество пожаров, возникших из-за отсутствия внедрения систем противопожарной защиты, шт.;

$$R_{ППиОТМ} = R_{ПП} + R_{ОТМ} - R_{ППиОТМ} = \frac{N_{ПП} + N_{ПОТМ} - N_{ППиОТМ}}{N_{П}}, \quad (5)$$

$N_{ППиОТМ}$ — количество пожаров, возникших на объектах по причине отсутствия мероприятий предотвращения пожаров и организационно-технических, шт.;

$$R_{ОТМиПЗ} = R_{ОТМ} + R_{ПЗ} - R_{ОТМиПЗ} = \frac{N_{ПОТМ} + N_{ППЗ} - N_{ОТМиПЗ}}{N_{П}}, \quad (6)$$

$N_{\text{П ОТМиПЗ}}$ — количество пожаров, возникших на объектах по причине отсутствия организационно-технических мероприятий и отсутствия внедрения систем противопожарной защиты, шт.;

$$R_{\text{ППиПЗ}} = R_{\text{ПП}} + R_{\text{ПЗ}} - R_{\text{ППиПЗ}} = \frac{N_{\text{ПП}} + N_{\text{ПЗ}} - N_{\text{ППиПЗ}}}{N_{\text{П}}}, \quad (7)$$

$N_{\text{П ППиПЗ}}$ — количество пожаров, возникших на объектах по причине не реализации мероприятий по предотвращению пожаров и отсутствия внедрения систем противопожарной защиты, шт.;

$$R_{\text{ПП,ОТМиПЗ}} = R_{\text{ПП}} + R_{\text{ОТМ}} + R_{\text{ПЗ}} - R_{\text{ППиПЗ}} - R_{\text{ОТМиПЗ}} - R_{\text{ППиОТМ}} + R_{\text{ПП,ОТМиПЗ}} \Rightarrow R_{\text{ПП,ОТМиПЗ}} = [N_{\text{ПП}} + N_{\text{ОТМ}} + N_{\text{ПЗ}} - N_{\text{ППиПЗ}} - N_{\text{ОТМиПЗ}} - N_{\text{ППиОТМ}} + N_{\text{ПП,ОТМиПЗ}}] / N_{\text{П}}, \quad (8)$$

$N_{\text{П ПП,ОТМиПЗ}}$ — количество пожаров, возникших на объектах по причине не реализации

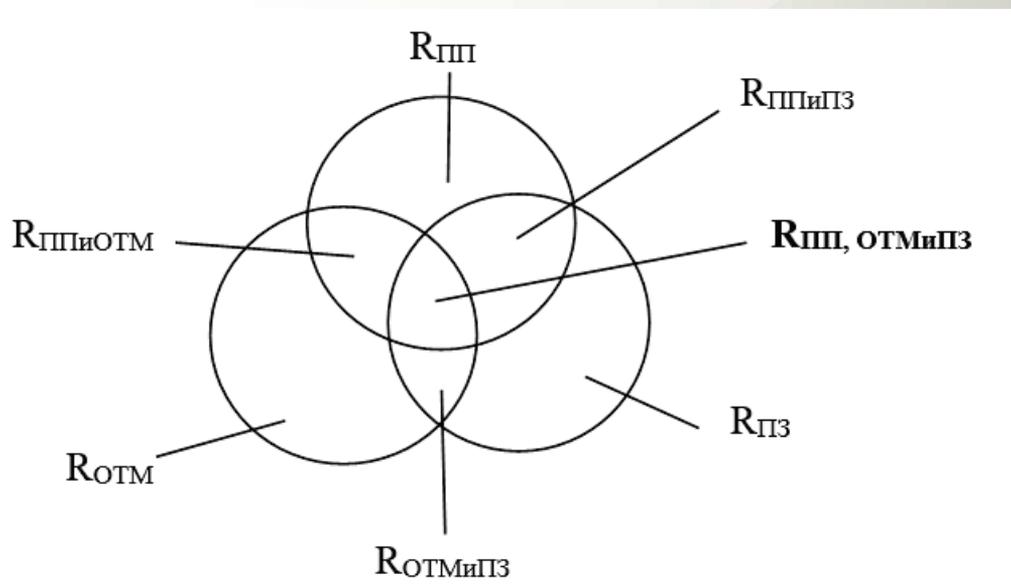
мероприятий по предотвращению пожаров, отсутствия организационно-технических мероприятий и систем противопожарной защиты, шт.

С учетом формул 2–8 способ обеспечения безопасности, приведенный в формуле 1, можно представить в следующем виде:

$$R_{\text{ОПБ}} = [N_{\text{ПП}} + N_{\text{ОТМ}} + N_{\text{ПЗ}} - (N_{\text{ПП}} + N_{\text{ОТМ}} - N_{\text{ППиОТМ}}) - (N_{\text{ОТМ}} + N_{\text{ПЗ}} - N_{\text{ОТМиПЗ}}) - (N_{\text{ПП}} + N_{\text{ПЗ}} - N_{\text{ППиПЗ}}) + (N_{\text{ПП}} + N_{\text{ОТМ}} + N_{\text{ПЗ}} - N_{\text{ППиПЗ}} - N_{\text{ОТМиПЗ}} - N_{\text{ППиОТМ}} + N_{\text{ПП,ОТМиПЗ}})] / N_{\text{П}}, \quad (9)$$

Мероприятия по предупреждению пожаров влияют на экономический ущерб, системы противопожарной защиты — на социальный ущерб, организационно-технические мероприятия — на социально-экономический ущерб.

Для наглядности способ обеспечения пожаробезопасности, основанный на сложении совместимых рисков (вероятностей) событий, представлен в виде блок-схемы 2.



Блок-схема 2. Графический способ обеспечения пожаробезопасности угольных объектов

ДЕЙСТВИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДЛАГАЕМОГО СПОСОБА

По предлагаемому способу, целью которого является обеспечение пожаробезопасности как самих угольных предприятий, так и их работников, основанного на принципе применения вероятностных критериев (рисков), необходимо реализовать следующие мероприятия:

Провести анализ статистических сведений по пожарам, произошедших на угольных предприятиях. Сведения необходимо анализировать по региону Российской Федерации из-за субъектовых климатических и общественных особенностей.

При проведении анализа, сведения по произошедшим пожарам необходимо распределять по причинам обусловленных недостатками соответствующих мероприятий, изложенных в блок-схеме 1, с учетом всех возможных одновременно возникших событий.

К примеру, пожар, произошедший по причине курения, относится к нарушению организационных мероприятий ($R_{\text{ОТМ}}$), а пожар по причине короткого замыкания и его распространение из-за отсутствия устройства защитного отключения относится к нарушению мероприятий по предотвращению пожаров и систем противопожарной защиты одновременно ($R_{\text{ППиПЗ}}$).

По формуле (9), являющейся математической моделью предлагаемого способа, рассчитать уровень (параметр) риска обеспечения пожаробезопасности на предприятии ($R_{\text{ОПБ}}$).

Оценить уровень пожаробезопасности предприятия. Так, пожаробезопасность на предприятии обеспечивается при значении риска меньше нормируемого (допустимого) [4]. Чем выше параметр риска, тем обеспечение пожаробезопасности в организации ниже.

При наличии недопустимого риска пожароопасности необходимо принять меры по разработке адресных противопожарных мероприятий, отсутствие или неисправность которых негативно повлияли на вероятностные критерии.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Описанный способ позволяет перейти от выполнения нормируемых требований к оценке уровня обеспечения пожаробезопасности, исходя из которого разрабатываются дополнительные мероприятия, компенсирующие требования. Данный уровень оценивается по выработанным критериям, связанными с пожарами ($R_{\text{ПП}}$, $R_{\text{ОТМ}}$, $R_{\text{ПЗ}}$, $R_{\text{ОПБ}}$). Т. е. нарушения требований по пожарной безопасности не учитываются. Данное обусловлено тем, что не всегда нарушение требований приводит к пожарам. Также требования периодически изменяются, вводятся, аннулируются. Фактически нормы, действующие при СССР в 60–70-е годы прошлого столетия, когда проектировалось большинство шахт, в настоящее время не действуют. Нормативные изменения произошли вследствие вступления в силу технических регламентов, которыми определены нормативные документы по пожарной безопасности [4].

Предлагаемый способ обеспечения пожарной безопасности, основанный на моделировании рисков, позволит обеспечить пожаробезопасность на предприятиях с учетом реального их противопожарного состояния, а не на основе административного давления государственными надзорными органами [14, 15]. Способ позволит уйти от мероприятий, которые не всегда эффективны для организаций. Вместе с тем, для внедрения данного способа необходимо внести соответствующие изменения в технический регламент по пожарной безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Способ, основанный на фактических пожарных рисках, не учитывающий требования по пожарной безопасности, нарушение которых не всегда является причинами возникновения пожара и гибели (травмирования) работников от них, позволит внедрить адресные, локальные мероприятия. Реализация рассматриваемой работы направит финансовые средства угольных предприятий на противопожарные мероприятия. Данные меропри-

ятия должны положительно влиять на деятельность предприятий, а также на жизнь и здоровье работников.

Исключение «жесткого» нормирования позволит разработать и принять высокоэффективные противопожарные системы, к ко-

торым отсутствуют обязательные требования. Необходимо осуществление перехода от обязательных требований к добровольным мероприятиям, которые должны обеспечивать пожаробезопасность работников угледобывающих и углеперерабатывающих объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомин А.И., Бесперстов Д.А., Моисеев А.А., Турова Н.Н. Профилактика нарушений обязательных требований в области пожарной безопасности на угольных предприятиях Кузбасса // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2021. № 1. С. 37–43.
2. Фомин А.И., Бесперстов Д.А., Сайбель С.Ю. Выполнение комплекса противопожарных мероприятий на объектах – важнейший элемент снижения риска гибели людей при пожарах // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири СИБРЕСУРС 2016: Материалы XVI Международной научно-практической конференция. Кемерово: КузГТУ, 2016. С. 160–165.
3. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Пожарные риски для поверхностных зданий и сооружений, персонала угольных предприятий и проживающего вблизи них населения при возникновении пожароопасных и взрывопожароопасных ситуаций // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2020. № 2. С. 36–44.
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/6e24082b0e98e57a0d005f9c20016b1393e16380/ (дата обращения: 01.12.2021).
5. Документы в простой форме [Электронный ресурс]: URL: <https://www.consultant.ru/document/> (дата обращения: 01.12.2021).
6. «Vision 20/20». Archived from the original on 8 June 2016. Retrieved 7 June 2016.
7. «Fire Prevention». H2O Fire Sprinklers. Archived from the original on 19 December 2013. Retrieved 19 December 2013.
8. Smoke Alarms in Reported U.S. Home Fire www.nfpa.org U.S. Experience with Smoke Alarms, NFPA Fire Analysis and Research, Quincy, Massachusetts.
9. Smoke Detectors Archived 2009-08-16 at the Wayback Machine Village of Greendale, Wisconsin.
10. «National Fire Prevention Association». Archived from the original on 2010-12-26. Retrieved 2009-11-02.
11. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. М., 2007. 42 с.
12. Бесклубная А.В. Теория вероятностей. Н. Новгород, 2016. 52 с.
13. Полехин П.В., Чебуханов М.А., Козлов А.А., Фирсов А.Г., Сибирко В.И., Гончаренко В.С., Чечетина Т.А. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник. М., 2021. 112 с.
14. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ (ред. от 11.06.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 01.12.2021).
15. О федеральном государственном пожарном надзоре [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 (ред. от 25.06.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения: 01.12.2021).

DOI: 10.25558/VOSTNII.2022.40.11.008

UDC 614.849

© A.I. Fomin, D.A. Besperstov, 2022

A.I. FOMIN

Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Leading Researcher
JSC «NC VostNII», Kemerovo
Professor of the Department
KuzSTU, Kemerovo
e-mail: fomin-ai@kuzbasscot.ru

D.A. BESPERSSTOV

Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor
KemSU, Kemerovo
e-mail: gpnbesperstov@yandex.ru

METHODS OF ENSURING FIRE SAFETY AT COAL MINING AND COAL PROCESSING ENTERPRISES

The article presents existing and proposed methods for ensuring the fire safety of coal plants, where the proposed method is based on probabilistic criteria for the risk of negative situations associated with fires. These negative situations are due to socio-economic losses from fires.

The proposed method is relevant not only for coal enterprises, but also for organizations of various industries and their areas of activity. The method is a set of decisions, up to decisions on amendments to legislative acts. The method for ensuring fire safety at coal industry enterprises is presented schematically and in the form of a mathematical model, the procedure for its implementation is given. A number of designations have also been introduced to clearly reflect the mathematical dependencies of parameters affecting the safety of coal mining and coal processing enterprises and their employees.

This method was the basis for the development of the most likely negative events associated with fires.

Keywords: COAL MINING ENTERPRISES, COAL PROCESSING ORGANIZATIONS, FIRE SAFETY, SAFETY METHODS, PROBABILISTIC CRITERIA, FIRE RISKS, MATHEMATICAL MODELING, RISK ADDITION, PRODUCTION DEVELOPMENT.

REFERENCES

1. Fomin A.I., Besperstov D.A., Moiseev A.A., Turova N.N. Prevention of violations of mandatory fire safety requirements at coal enterprises in Kuzbass // Bulletin of the Scientific Center for Work Safety in the Coal Industry [Vestnik Nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugolnoj promyshlennosti]. 2021. No. 1. P. 37–43. [In Russ.].
2. Fomin A.I., Besperstov D.A., Saibel S.Yu. The implementation of a set of fire prevention measures at facilities is the most important element in reducing the risk of death in fires // Natural and intellectual resources of Siberia SIBRESURS 2016: Materials of the XVI International Scientific and Practical Conference [Prirodnye i intellektualnye resursy Sibiri SIBRESURS 2016: Materialy XVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenciyi]. Kemerovo: KuzSTU, 2016. P. 160–165. [In Russ.].
3. Fomin A.I., Besperstov D.A. Fire risks for surface buildings and structures, personnel of coal enterprises and the population living near them in the event of fire and explosion and fire hazardous situations // Bulletin of the Scientific Center of VostNII for Industrial and Environmental Safety [Vestnik Nauchnogo centra VostNII po promyshlennoj i ekologicheskoy bezopasnosti]. 2020. No. 2. P. 36–44. [In Russ.].

4. Technical Regulations on fire safety requirements [Electronic resource]: Federal Law No. 123-FZ of 22.07.2008 (ed. from 30.04.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/6e24082b0e98e57a0d005f9c20016b1393e16380/ (date of application: 01.12.2021). [In Russ.].
5. Documents in the simple form [Electronic Resource]: URL: <https://www.consultant.ru/document/> (date of application: 01.12.2021). [In Russ.].
6. «Vision 20/20». Archived from the original on 8 June 2016. Retrieved 7 June 2016.
7. «Fire Prevention». H2O Fire Sprinklers. Archived from the original on 19 December 2013. Retrieved 19 December 2013.
8. Smoke Alarms in Reported U.S. Home Fire www.nfpa.org U.S. Experience with Smoke Alarms, NFPA Fire Analysis and Research, Quincy, Massachusetts.
9. Smoke Detectors Archived 2009-08-16 at the Wayback Machine Village of Greendale, Wisconsin.
10. «National Fire Prevention Association». Archived from the original on 2010-12-26. Retrieved 2009-11-02.
11. Gnedenko B.V. Probability theory course. M, 2007. 42 p. [In Russ.].
12. Lubeless A.V. Probability theory. N. Novgorod, 2016. 52 p. [In Russ.].
13. Polekhin P.V., Chebukhanov M.A., Kozlov A.A., Firsov A.G., Sibirko V.I., Goncharenko V.S., Chechetina T.A. Fires and fire safety in 2020: Statistical collection. M., 2021. 112 p. [In Russ.].
14. On State Control (Supervision) and Municipal Control in the Russian Federation [Electronic Resource]: Federal Law No. 31.07.2020 of 248-FZ (ed. from 11.06.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (date of application: 01.12.2021). [In Russ.].
15. On Federal State Fire Supervision [Electronic Resource]: Decree of the Government of the Russian Federation dated 12.04.2012 No. 290 (ed. from 25.06.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128492/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (date of application: 01.12.2021). [In Russ.].