

Оценка вариантов применения страховых механизмов для повышения эффективности обеспечения пожарной безопасности

С.Ю. Бутузов¹, В.Я. Вилисов²

¹Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва,

²Технологический университет, Королев

Аннотация: В работе рассмотрены принципы и алгоритмы повышения эффективности функционирования подразделений пожарной охраны за счет управленческих инноваций, в числе которых страховые принципы возмещения ущерба и финансирования подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС), привлечение инструментов лизинга и аутсорсинга. За основу моделирования влияния инновационных факторов на эффективность ликвидации пожаров принята модель страхового обеспечения пожарных подразделений, учитывающая страховую нагрузку на группы населения РФ. В расчетах и оценках использованы официальные данные пожарной статистики и Росстата.

Ключевые слова: инновации, аутсорсинг, лизинг, страховой тариф, возмещение ущерба, коммерческие пожарные подразделения, сценарии применения.

Введение

Статистические данные о результативности функционирования существующей системы реагирования на чрезвычайные ситуации (ЧС) в рамках существующей Государственной противопожарной службы (ГПС) [1] свидетельствуют о том, что еще существуют резервы повышения ее эффективности. В числе таких резервов можно рассматривать более широкое внедрение в практику инновационных форм организации и механизмов функционирования системы в целом. В мировой практике существуют примеры привлечения в экстренные службы таких организационных инноваций, как лизинг машин и оборудования, аутсорсинг части функций реагирования коммерческим пожарным подразделениям (КПП), привлечение кредитных организаций для обеспечения новых форм взаимодействия и обеспечения комплексной безопасности, использование современных систем поддержки принятия решений [2, 3]. В данной работе предпринята попытка получения оценок некоторых новых вариантов построения систем обеспечения пожарной безопасности на основе использования страховых механизмов.

По существующему законодательству, государство должно компенсировать ущерб, полученный гражданами от пожаров и других чрезвычайных ситуаций (ЧС). Возмещение включает компенсацию прямого материального ущерба (u), выплаты родственникам за людей, погибших в пожарах (эта величина измеряется показателем R_2 , отражающим количество людей, погибших в 100 пожарах), выплаты гражданам, травмированным при пожарах (отражается в показателе Q_2 , измеряемом как количество травмированных людей в 100 пожарах). Данные категории возмещения представляют собой единовременные выплаты. Следует отметить, что существующие фонды обязательного медицинского и социального страхования частично, но незначительно, покрывают издержки, связанные с ЧС, но они в данной работе не рассматриваются.

По данным официальной статистики [4], прямой материальный ущерб от пожаров в 2018 году составил 13777 млн. руб., число погибших - около 7100 человек, травмированных – 8774 человека. Для построения оценок в работе принято, что компенсация за одного погибшего (по имеющим место прецедентам) составляет 1 млн. руб., а одному травмированному - 100 тыс. руб. Тогда общая сумма возмещения за год составляет 21,754 млн. руб. Важным показателем (среднедушевой доход - СДД), необходимым для оценивания, является величина доходов различных категорий населения. Данные Росстата по СДД в работе аппроксимированы [5] γ -распределением:

$$f(t) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} t^{\alpha-1} e^{-\frac{t}{\beta}}, \quad (1)$$

где $\Gamma(\alpha)$ – это γ -функция Эйлера; оценки параметров распределения, полученные их аппроксимацией, составляют соответственно: параметр формы $\alpha = 2,33$; параметр масштаба $\beta = 11,29$; t – это величина СДД. Другие важные характеристики γ -распределения — это математическое

ожидание СДД, составляющее 26,26 тыс. руб., медиана СДД – 22,61 тыс. руб., мода СДД – 14,97 тыс. руб.

Прожиточный минимум в России по данным Росстата в 2018 году составлял 9,691 тыс. руб., количество трудоспособного населения – 82,2 млн. чел. Из этих данных следует, что 14,2% (11,7 млн. чел.) имеют СДД ниже прожиточного минимума. Приведенные исходные данные послужили основой для построения страховой модели [6], позволившей получить оценки приемлемых страховых тарифов, достаточных для возмещения ущерба гражданам. Однако такая модель дает возможность, на основе применения страховых механизмов не только для возмещения ущерба, но и для финансирования основной деятельности пожарных подразделений, возможность исследовать более широкий круг вопросов, связанных с обеспечением пожарной безопасности. В частности, такие весьма актуальные на сегодня вопросы, как необходимость более высокой обновляемости пожарной автотехники и оборудования [7], оснащение пожарных подразделений инновационными высокоэффективными образцами средств пожаротушения, повышение денежного довольствия личного состава и др. Некоторые варианты организации обеспечения пожарной безопасности на основе использования инноваций и рассмотрены далее.

Постановка задачи

Взаимосвязь отдельных составляющих страховой модели [8] (сумм и тарифов) приведена на рис. 1.

На рисунке блок 9 представляет элемент, обеспечивающий сбор суммы ($S_{МТО}$), которая может быть направлена на различные составляющие материально-технического обеспечения (МТО) противопожарной службы, как государственной (ГПС), так и коммерческих (КПП). Эта составляющая и позволяет рассматривать гипотетические варианты организации противопожарных служб.



Рис. 1. Основные элементы страховой модели

Помимо элементов страховой модели, приведенных на рис.1, поясним и некоторые другие, используемые далее: *страховой суммой* (S_j) принято называть ту сумму, на которую застрахованы риски j -го страхователя; — *полный страховой фонд*; *страховая (брутто-) премия* (S_{Bj}) - это сумма, которую вносит j -й *страхователь* страховщику согласно *страховым тарифам* (T_B), определенным договором страхования. В рассматриваемой модели значения T_B для всех страхователей одинаковы (измеряются в % от страховой суммы).

Для модели, в качестве основной, принята схема страхования, в которой страховую премию *оплачивают не все* (только та часть населения, чей СДД больше порога отсечения $t = \tau$ на распределении (1) и рис. 2), а *страховое возмещение получают все*.

Параметр отсечения τ позволяет варьировать размеры группы населения, с которой, как с наиболее состоятельной, взимается страховая премия. На рис. 2 $F(S_{сдд})$ - γ -распределение населения по величине СДД, график «Страх. премия (% от СДД)» $\delta_m(\tau)$, показывает, как зависит % страховой премии в среднедушевом доходе от значения отсечения ($t = \tau$).

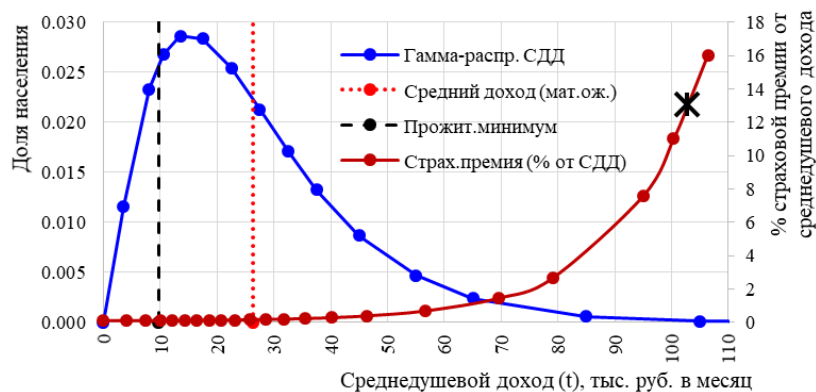


Рис. 2. Плотность распределения СДД и размер доли страховой премии как % от СДД (δ_M)

На этой линии черным маркером-звездочкой отмечен некоторый «моральный барьер» - уровень в 13% (существующий на сегодня уровень налога на доходы физических лиц - НДФЛ), отражающий тот вариант, когда налог платят только граждане с доходом выше 103 тыс. руб. в месяц (их число - около 165 тыс. чел.). Зависимость $\delta_M(\tau)$ аппроксимирована экспоненциальной функцией $\delta_M(\tau) = 0,0578e^{0,0497\tau}$, коэффициент детерминации которой достаточно высокий - $R^2 = 0,97$. Так, если при пороге отсека выбрать равным прожиточному минимуму ($\tau = 9,934$ тыс. руб.), то количество плательщиков составит $n = 70$ млн. чел. Для них доля ежемесячного платежа составит 0,12% от среднедушевого дохода. Интервалу относительно небольших значений уровня отсека (от 0,18% до 2,65% от СДД) соответствует количество плательщиков от $n = 30$ млн. чел. до $n = 1$ млн. чел. Эти категории трудоспособного населения имеют средний доход от 28,501 тыс. руб. до 79,041 тыс. руб. в месяц.

На рис. 3 приведена универсальная расчетная схема вычисления всех основных параметров страховой модели. Вспомогательные входные и внутренние переменные показаны двойными стрелками, жирными сплошными - параметры и показатели, а жирными пунктирными - исходные

данные. На данной схеме $S_{\text{МТО}}$ является частью страхового возмещения, наряду с суммой возмещения ущерба (S_y).

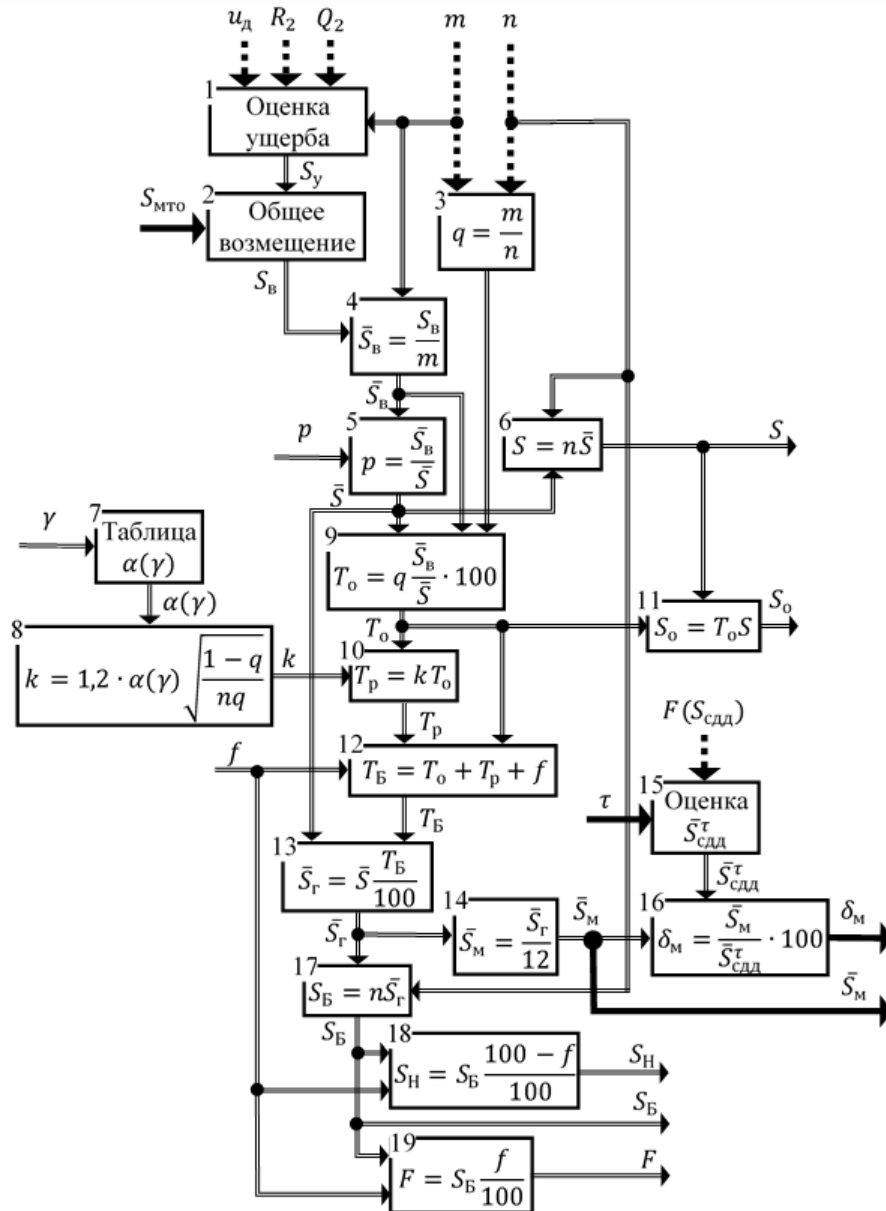


Рис. 3. Расчетная схема вариантов страховой модели

На основе построенной модели в режиме имитационного моделирования [9] получены предельные (снизу) оценки необходимых объемов (S_y и $S_{\text{МТО}}$) страховых средств, построены параметрические зависимости показателей от параметров, в частности, δ_m от $S_{\text{МТО}}$ (см. соответствующие жирные стрелки на рис. 3):

$$\delta_M(S_{\text{МТО}}) = 0,1322 + 0,006077S_{\text{МТО}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{МТО}}$ измеряется в млрд. руб., а δ_M означает % среднего ежемесячного страхового платежа относительно среднего месячного среднедушевого дохода. Здесь предполагается, что страховой платеж (и соответствующий ему % в СДД - δ_M) включает S_y и $S_{\text{МТО}}$. Модель (2) позволяет при оценивании вариантов структуры противопожарной службы сглаживать отсутствие некоторых статистических данных [10].

Решение задачи

С использованием построенных имитационных и аналитических моделей, упомянутых выше, проведен анализ возможности создания коммерческих пожарных подразделений (КПП), обеспечивающих ликвидацию пожаров одновременно с традиционными ПЧ, входящими в состав ГПС, с общей диспетчеризацией выездов. Рассмотрены возможности использования в составе сил и средств (СиС) таких инновационных образцов пожарной техники и оборудования, как пожарные роботы и квадрокоптеры, а также инновационных технологий финансового обеспечения работы пожарных подразделений, таких, как лизинг и аутсорсинг при страховом обеспечении финансирования. На этой основе выполнен ряд исследований, в которых выбирались, в качестве независимых переменных и показателей, те или иные группы переменных.

Для получения оценок различных вариантов новых организационных конфигураций пожарных подразделений выполнены оценки постоянных и переменных (зависящих от количества вызовов) затрат. В числе постоянных затрат ($S_{\text{пост}}$) учитывались: сооружение пожарных депо, автоцистерны, комплекты боевой пожарной одежды, дополнительное оснащение (сушилки, пожарный инвентарь), дроны, пожарные роботы, автопарогенераторы, зарплата. Переменные затраты ($S_{\text{пер}}$): горючесмазочные материалы, вода, пена.

По оценкам различных видов издержек, минимальный состав издержек одного пожарного подразделения (например, ПЧ ГПС или КПП) имеет следующую структуру:

$$S_B = S_y + S_{\text{МТО}} = S_y + S_{\text{пост}} + S_{\text{пер}}, \quad (3)$$

где, в свою очередь:

$$S_{\text{пост}} = S_{\text{пок}} + S_{\text{сервис}} + S_{\text{здан}} + S_{\text{зп}} + S_{\text{пост_проч}}, \quad (4)$$

$$S_{\text{пер}} = S_{\text{гор}} + S_{\text{вода}} + S_{\text{пена}} + S_{\text{пер_проч}} = S_{1 \text{ пож}} + S_{\text{пер_проч}}, \quad (5)$$

$$S_{\text{зп}} = s_{\text{зп}} + s_{\text{бо}}. \quad (6)$$

где: $S_{\text{пок}}$ - сумма на покупку машин и оборудования; $S_{\text{сервис}}$ - сумма сервисного обслуживания техники; $S_{\text{здан}}$ - сумма содержания зданий и сооружений; $S_{\text{зп}}$ - сумма на зарплату; $S_{\text{пост_проч}}$ - прочие постоянные издержки; $S_{\text{пер_проч}}$ - прочие переменные издержки; $s_{\text{зп}}$ - непосредственная зарплата сотрудников; $s_{\text{бо}}$ - стоимость боевой одежды.

С учетом статистических или расчетных данных, модель платежей на содержание одной ПЧ минимального состава имеет (соответственно в годовом и месячном исчислении) следующий вид:

$$S_r = 6075 + 3,2m_k, \quad [\text{тыс. руб.}], \quad (7)$$

$$S_m = 506,25 + 3,2m_k, \quad [\text{тыс. руб.}], \quad (8)$$

где m_k - количество вызовов, обслуживаемых одной ПЧ или КПП; первое слагаемое отражает постоянные издержки, второе - переменные, зависящие от количества обслуживаемых вызовов.

В процессе моделирования построены оценки четырех вариантов сценариев использования страховых средств для материально-технического обеспечения пожарных подразделений с привлечением страховых механизмов, лизинга и аутсорсинга:

Сценарий 1. На страховые средства, помимо возмещения ущерба, производится закупка новой пожарной техники (всего парка ГПС).

Сценарий 2. На страховые средства (помимо возмещения ущерба) производится переоснащение новой пожарной техникой (всего парка ГПС) по договорам лизинга.

Сценарий 3. На страховые средства (в части $S_{\text{МТО}}$), оснащаются КПП которые привлекаются на ликвидацию пожаров по аутсорсингу (как вариант - для реагирования по вызовам низкого ранга (ранг 1) [7]). Здесь в рамках процедуры управления аутсорсингом принимается решение о распределении потока вызовов (m) между ГПС ($m_{\text{Г}}$) и КПП ($m_{\text{К}}$).

Сценарий 4. Он основан на использовании страховых средств как для обновления пожарной техники ГПС, так и на оснащение и обновление пожарной техники КПП, а также на обеспечение работоспособности КПП, в том числе на переменные издержки при обслуживании вызовов (рис. 4). В организационной схеме этого сценария для обеспечения ликвидации пожаров используются технологии страхования, лизинга и аутсорсинга.

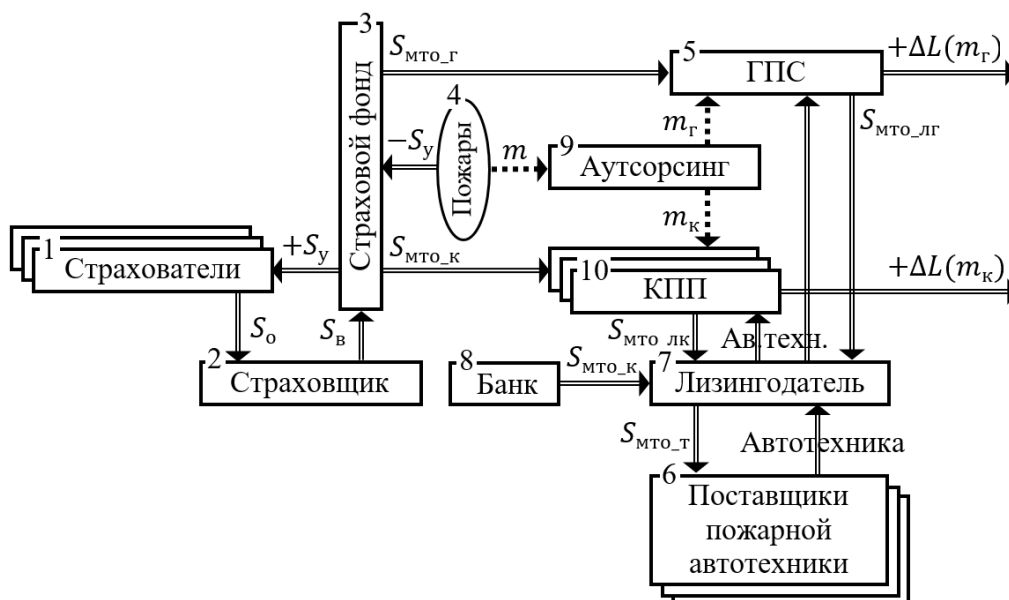


Рис. 4. Схема комплексного страхового обеспечения организации ликвидации пожара

Полученные оценки близки к реальным, так для обеспечения $S_{\text{МТО}} = 90$ млрд. руб. достаточно установить налог на обеспечение пожарной безопасности в объеме $\delta_{\text{М}} = 0,679\%$ от среднедушевого дохода. Такой сбор будет обеспечен в течение одного года. На основании построенных моделей получено выражение для зависимости количества лет (G), необходимых для получения суммы объемом $S_{\text{МТО}}$ (графически представлено на рис. 5):

$$G = \frac{S_{\text{МТО}}}{S_{\text{МТО,Г}}} = \frac{S_{\text{МТО}}}{-21,754 + 164,55\delta_{\text{М}}} \quad (9)$$

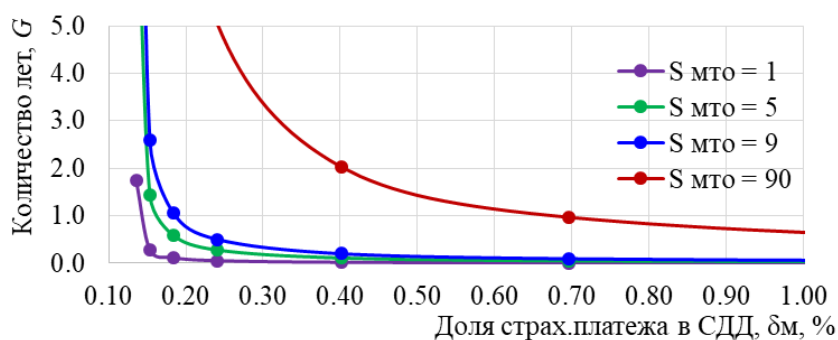


Рис. 5. Количество лет, необходимое для получения $S_{\text{МТО}}$

Выражение (9) позволяет планировать страховые сборы в зависимости от необходимой суммы $S_{\text{МТО}}$ и допустимого уровня страховой нагрузки на страхователей $\delta_{\text{М}}$.

Выводы

Привлечение инновационных инструментов, техники и форм организации обеспечения пожарной безопасности позволяет поддерживать необходимый уровень эффективности реагирования экстренных служб. При этом в качестве необременительных для населения технологий могут быть использованы страховые инструменты, а гибкий подход в выборе уровня отсечения по величине среднедушевого дохода позволит снизить негативный эффект от применения нового налога, призванного работать на все общество.

Построенные модели позволяют рассмотреть и получить оценки для большого количества сценариев реформирования экстренных служб, как

структурных, так и временных, на основе использования страховых механизмов.

Литература

1. Ершов А.В., Коробко В.Б. Проблема актуального социального регулирования в техносфере на примере пожарной безопасности // Пожаровзрывобезопасность. 2021. №30 (1). С. 75-85.
2. Fertier A. Barthe-Delanoë A.-M., Montarnal A., Truptil S., Bénaben F. A new emergency decision support system: the automatic interpretation and contextualisation of events to model a crisis situation in real-time // Decision Support Systems. Volume 133. 2020 URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923620300154](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923620300154).
3. Cavdur F., Sebatli A. A decision support tool for allocating temporary-disaster-response facilities // Decision Support Systems. Volume 127. 2019 URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923619301745](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923619301745).
4. Статистика пожаров за 2018 год. Статистический сборник: Пожары и пожарная безопасность в 2018 году. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
5. Топольский Н.Г., Бутузов С.Ю., Вилисов В.Я. Информационно-аналитические модели поддержки управления при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 201 с.
6. Вилисов В.Я., Бутузов С.Ю. Экономико-математические оценки концепции страхового обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях // Вопросы региональной экономики. 2019. №2(39). С. 149-157.
7. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы. М.: Стройиздат, 1981. 96 с.
8. Самаров Е.К. Страховая математика в примерах и задачах. М.: Резольвента. 2007. 95 с. URL: samarov.ru/insmath/insmath.pdf.



9. Сидоров М.В., Сидоров В.Н. Имитационное моделирование работы трансмиссии трактора МТЗ-82 в среде Simulink // Инженерный вестник Дона, 2020, №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6709.

10. Кравченко Е.В. Решение проблемы достоверности получаемых данных в процессе управления технологическим объектом промышленного предприятия // Инженерный вестник Дона, 2020, №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6750.

References

1. Ershov A.V., Korobko V.B. Pozharovzryvobezопасnost'. 2021. №30 (1). pp. 75-85.

2. Fertier A. Barthe-Delanoë A.-M., Montarnal A., Truptil S., Bénaben F. Decision Support Systems. Volume 133. 2020. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923620300154](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923620300154).

3. Cavdur F., Sebatli A. Decision Support Systems. Volume 127. 2019. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923619301745](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923619301745).

4. Statistika požarov za 2018 god. Statisticheskij sbornik: Pozhary i požarnaya bezопасnost' v 2018 godu [Fire statistics for 2018. Statistical book: Fires and fire safety in 2018]. M.: VNIPO, 2019. 125 p.

5. Topol'skij N.G., Butuzov S.Yu., Vilisov V.Ya. Informacionno-analiticheskie modeli podderzhki upravleniya pri likvidacii požarov i chrezvychajnyh situacij [Information and analytical models of management support in the elimination of fires and emergencies]. M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2021. 201 p.

6. Vilisov V.Ya., Butuzov S.Yu. Voprosy regional'noj ekonomiki. 2019. №2 (39). pp. 149-157.

7. Brushlinskij N.N. Modelirovanie operativnoj deyatelnosti požarnoj sluzhby [Modeling the operational activities of the fire service]. M.: Strojizdat, 1981. 96 p.



8. Samarov E.K. Strahovaya matematika v primerah i zadachah [Insurance mathematics in examples and problems]. M.: Rezol'venta. 2007. 95 p. URL: samarov.ru/insmath/insmath.pdf.

9. Sidorov M.V., Sidorov V.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №12. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6709.

10. Kravchenko E.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №12. URL: vdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6750.