

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАСЧЕТУ МАТЕРИАЛЬНОГО УЩЕРБА ОТ ПОЖАРОВ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

DOI: 10.36724/2072-8735-2023-17-1-26-32

Manuscript received 10 December 2022;
Accepted 14 January 2023

Загуменнова Марина Викторовна,
Всероссийский научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России,
Балашиха, Россия, otdel-16@vniipo.ru

Ключевые слова: материальный ущерб,
транспортное средство, алгоритм, органы
государственного пожарного надзора, программное
средство

Транспортная безопасность занимает важное место в системе устойчивого функционирования умного города. Наземный электрический транспорт – один из главных перевозчиков пассажиров внутри городов. Постоянное развитие технологий в области транспорта и информации приводит к необходимости уделять больше внимания существующим в данной отрасли проблемам. В статье исследованы вопросы информационного обеспечения должностных лиц органов государственного пожарного надзора МЧС России на основе поддержки принятия решений по расчету материального ущерба от пожаров на примере расчета ущерба в результате уничтожения транспортных средств. Рассмотрена математическая модель расчета материального ущерба от пожара на транспортном средстве в соответствии с Методическими рекомендациями об организации расчета материального ущерба от пожаров МЧС России. Представлены алгоритм и программное средство по расчету материального ущерба, нанесенного пожаром транспортным средствам. Проведены расчеты материального ущерба в результате уничтожения (повреждения) пожаром транспортного средства с использованием программного средства и сделаны выводы об адекватности и корректности применяемых методов и алгоритмов для поддержки принятия решений должностными лицами органов государственного пожарного надзора МЧС России.

Для цитирования:

Загуменнова М.В. Модели и алгоритмы поддержки принятия решений по расчету материального ущерба от пожаров на транспортных средствах // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2023. Том 17. №1. С. 26-32.

For citation:

Zagumenнова M.V. (2023). Models and algorithms to support decision-making on the calculation of material damage from fire on vehicles. T-Comm, vol. 17, no.1, pp. 26-32. (in Russian)

Введение

Развитие цифровых технологий требует адекватного изменения и преобразования механизмов управления с использованием современных информационных технологий. Формирование и совершенствование информационного обеспечения управления объединено с построением системы обработки данных и сведений и формированием интегрированных автоматизированных систем. Современные технологии сбора и обработки управленческой информации основываются на автоматизации процессов управления [1].

Автоматизация представляет собой способы применения технических средств, экономических и математических методов в системе управления, снижающих участие человека в процессах получения, преобразования, передачи информации и уменьшающих трудоемкость выполняемых операций [2]. Разработка методов и алгоритмов для поддержки принятия управленческих решений является предметом исследования многих направлений науки, в том числе в сфере пожарной безопасности.

МЧС России является участником реализации федерального проекта «Цифровое государственное управление»¹ и национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»², направленных на внедрение информационных систем не только для предоставления государственных услуг в электронной форме, но и для обработки и мониторинга данных. Также, в рамках цифровизации МЧС России, запланировано информационное обеспечение мониторинга пожарной безопасности объектов защиты для совершенствования механизмов применения риск-ориентированного подхода.

Мониторинг и анализ собранных данных может повысить обоснованность стратегических решений в области повышения эффективности профилактических мер, проводимых государственным пожарным надзором (далее - ГПН) [3]. Кроме того, согласно утвержденным основам государственной политики в области пожарной безопасности до 2030 г.³, уровень научно-технического и информационного обеспечения пожарной безопасности является одним из основных факторов, влияющих на состояние пожарной безопасности и оценку рисков.

В соответствии с принятым в июле 2021 года федеральным законом № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре), муниципальном контроле в Российской Федерации»⁴ (далее – 248-ФЗ) критерии риска должны учитывать тяжесть причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям и вероятность наступления негативных событий, которые могут повлечь причинение вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям. В ФЗ-248 определено, что «при определении критериев риска оценка вероятности наступления негативных событий, которые могут повлечь причинение вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям, проводится с учетом предшествующих данных о фактическом причинении

вреда (ущерба) вследствие наступления событий, вызванных определенными источниками и причинами риска причинения вреда (ущерба), по различным видам объектов контроля с выделением видов объектов контроля, характеризующихся схожей или различной частотой случаев фактического причинения вреда (ущерба)».

В некоторых областях, таких как пожарная безопасность, традиционные подходы количественного определения риска, могут быть ограничены недостатком знаний. Неполная информация о пожарах и их последствиях, подразумевает, что числовая мера рисков не может отражать в полной мере приемлемый (допустимый) уровень риска.

Ключевая проблема действующей нормативно-технической базы в области пожарной безопасности и оценки рисков заключается в том, что приемлемые уровни рисков не являются научно обоснованными. В течение последних десятилетий инженерные дисциплины поддерживали принятие решений по управлению рисками посредством проведения оценок на основе количественных подходов. Однако на применение таких подходов влияет отсутствие инструментов оценки. Эта и другие ключевые проблемы, связанные с количественным определением риска подчеркиваются практиками и исследователями.

Международные организации различного уровня решают задачи адекватной оценки текущих параметров пожарной опасности [4]. Основной проблемой количественного определения риска является отсутствие знаний и способности точно оценивать последствия на основании имеющихся статистических данных.

В ряде исследований показано, что доля пожаров с зарегистрированным материальным ущербом в Российской Федерации составляет порядка 15-20% от общего количества пожаров по различным группам объектов защиты [5-7]. По существующим правилам учета пожаров в Российской Федерации⁵ данные об ущербе от пожара носят справочный характер и регистрируются только на основании документов, предоставляемых пострадавшими:

- справки об ущербе от пожара, выданной организацией на основании документов бухгалтерской отчетности организации, на объектах которой произошел пожар;
- справки об ущербе или страховом возмещении от пожара, выданной страховой организацией;
- выписок из решений судебных органов;
- документов собственников, подтверждающих стоимость уничтоженного и (или) поврежденного личного имущества.

Такой подход, в настоящее время, не дает полноценной информации о материальных последствиях пожаров в Российской Федерации. Основываясь на предшествующих статистических данных, определить критерий риска по материальной составляющей, который должен учитывать тяжесть причинения вреда (ущерба) охраняемым законом крайне

¹ "Паспорт федерального проекта "Цифровое государственное управление" (утв. президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, протокол от 28.05.2019 N 9) https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328938/

² Паспорт национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г. N 16) <https://base.garant.ru/72190282/>

³ Указ Президента РФ от 1 января 2018 г. № 2 "Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года" <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71749394/>

⁴ Федеральный закон от 31 июля 2020 г. N 248-ФЗ "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации" <http://ivo.garant.ru/proxy/share?data=q4Og0aLnpN5Pvp>

⁵ Приказ МЧС России от 04.10.2022 № 954 «Об утверждении Регламента работы в информационной системе «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России»

затруднительно. Проблема учета пожаров и анализа их последствий является проблемой мирового уровня. Анализ зарубежных практик, обеспечивающих высокий уровень достоверности и точности статистических данных показал, что существует необходимость в альтернативных источниках информации, дополняющих официальную статистику и применении расчетных методов определения ущерба [8]. Проведение адекватной и полной оценки ущерба от пожаров, приобретает все большую актуальность и остроту.

Модели и методы

С целью повышения обоснованности принимаемых решений в области пожарной безопасности, за счёт поддержки принятия решений по расчету материального ущерба от пожаров, в МЧС России разработаны Методические рекомендации об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов ГПН (далее – Методические рекомендации) [9], утвержденных приказом МЧС России⁶.

Методические рекомендации регламентируют определение ущерба только в рамках статистического учета и расчетный ущерб не предназначен для совершения юридически значимых действий, но в дальнейшем, полученные результаты, могут стать базой для аналитических исследований. Математические модели, представленные в Методических рекомендациях, разработаны для широкого круга объектов защиты, в том числе: здания (сооружения); транспортные средства: сельскохозяйственные посевы и лесные насаждения; объекты на открытой территории; животные.

Для каждого вида объекта защиты предусмотрен расчет по двум методам. Расчетно-аналитический метод, основанный на расчете ущерба, приходящегося на один квадратный метр (далее – 1 м²) площади объекта защиты. Который, в свою очередь, основан на расчете стоимости восстановления (строительства) 1 м² объекта защиты. Для расчета ущерба по расчетно-аналитическому методу используются сформированные электронные базы данных расчетных показателей такие как: восстановительная стоимость 1 м² объекта строительства, стоимость транспортных средств, стоимость 1 м² сельскохозяйственных посевов и т.п. Электронные базы данных сформированы на основании официальных данных Росстата, Минстроя России и на основе проведенного конъюнктурного анализа. В случае отсутствия в базах данных необходимых параметров, применяется второй метод – прямой расчетный, основанный на документарном подходе. Расчет ущерба по второму методу основывается на расчете необходимых параметров исходя из данных, предоставленных собственником.

В качестве примера в статье приведены математические модели расчета ущерба в результате уничтожения и (или) повреждения транспортного средства, в соответствии с Методическими рекомендациями [9]. Обеспечение транспортной безопасности является важнейшей составляющей национальной безопасности, отражающей состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства [10]. По существующим правилам учета пожаров не подлежат официальному статистическому учету случаи горения

автотранспортных средств, причиной которых явилось дорожно-транспортное происшествие⁷. В целом по данным МЧС России [11] за 2021 год в Российской Федерации на транспортных средствах произошло 17 249 ед. пожаров, что составляет 4,41 % от общего количества пожаров в России. Погибло 114 человек, материальный ущерб составил порядка 2 млрд. руб.

Транспорт – специфический и достаточно сложный объект для исследования и установления причины пожара. Исследование возгорания на транспортных средствах представляет большие трудности ввиду компактности узлов и агрегатов, быстротечности процесса. Из-за сильного теплового и пламенного воздействия уничтожается или сильно повреждается следовая картина на объектах-носителях [12].

При описании обстановки на месте пожара, сотрудники, производящие дознание, нередко испытывают трудности с наименованием тех или иных деталей и конструктивных элементов автомобиля. При сильных пожарах, уничтожаются и следы причин пожаров, поэтому проведение экспертизы в таких случаях практически невозможно. Сотрудники органов ГПН не являются субъектами оценочной деятельности, и, проводя дознание в целом делают обобщенный вывод о последствиях пожара, определяя местоположение очага возгорания и причину пожара.

В результате исследования формируется информационная (описательная) модель механизма возникновения и развития пожара [13]. Существующий подход, основанный на регистрации прямого материального ущерба только на основании документов собственника, показал свою неэффективность. Поэтому возникла необходимость в создании простого и доступного инструмента для сотрудников органов ГПН в целях определения материального ущерба от пожара в рамках статистического учета. В соответствии с Методическими рекомендациями, ущерб от уничтожения транспортного средства по расчетно-аналитическому методу определяется по формуле:

$$У_{тр. ср. i} = C_{тр. ср. i} \cdot (1 + (K_{экс. тр. ср} - 1) \cdot K_{рег. тр. ср}), \quad (1)$$

где $C_{тр. ср. i}$ – стоимость i -го транспортного средства, руб.;

$K_{экс. тр. ср}$ – коэффициент, учитывающий срок эксплуатации i -го транспортного средства на момент пожара, безразмерный. Если i -е транспортное средство являлось автотранспортным средством, коэффициент $K_{экс. тр. ср}$ определяется в соответствии с данными электронной базы. Для других типов транспортных средств $K_{экс. тр. ср}$ принимается равным коэффициенту износа транспортного средства, определяемому в соответствии с документами бухгалтерского учета, либо $K_{экс. тр. ср} = 1$;

$K_{рег. тр. ср}$ – поправочный климатический коэффициент, учитывающий влияние природно-климатических факторов на срок эксплуатации i -го транспортного средства, исходя из того, на территории какого субъекта Российской Федерации эксплуатировалось i -е транспортное средство, безразмерный. Если i -е транспортное средство являлось автотранспортным средством, коэффициент $K_{рег. тр. ср}$ определяется в соответствии с данными электронной базы.

⁶ Приказ МЧС России от 28.01.2022 № 43 «Об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов государственного пожарного надзора»

⁷ Приказ МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий» <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/689>

Для других типов транспортных средств $K_{рег\ тр.ср} = 1$.

Если в электронной базе данных отсутствуют сведения о необходимом типе транспортного средства, то ущерб от уничтожения транспортного средства $U_{тр.ср.i}$ приравнивается к стоимости транспортного средства $C_{тр.ср.i}$, определяемой в соответствии с документами: бухгалтерского учета, определяющими остаточную балансовую стоимость; иными документами собственника, подтверждающими стоимость транспортного средства (например, договор купли-продажи, договор страхования и прочие).

Для поврежденного транспортного средства ущерб рассчитывается следующим образом:

– если $K_{ун.пл.тр.ср} + K_{пов.пл.тр.ср} \leq 1$, ущерб рассчитывается по формуле:

$$U_{тр.ср.i} = C_{тр.ср.i} \cdot (1 + (K_{экс.тр.ср} - 1) \cdot K_{рег\ тр.ср}) \cdot (K_{ун.пл.тр.ср} + K_{пов.пл.тр.ср}) \quad (2)$$

– если $K_{ун.пл.тр.ср} + K_{пов.пл.тр.ср} > 1$, ущерб рассчитывается по формуле:

$$U_{тр.ср.i} = C_{тр.ср.i} \cdot (1 + (K_{экс.тр.ср} - 1) \cdot K_{рег\ тр.ср}) \cdot (K_{ун.пл.тр.ср} + K_{пов.пл.тр.ср} (1 - K_{ун.пл.тр.ср})), \quad (3)$$

где $K_{ун.пл.тр.ср}$ – коэффициент, безразмерный, учитывающий степень повреждения транспортного средства, исходя из величины уничтоженной в результате горения площади транспортного средства $S_{ун.тр.ср.i}$, m^2 , с учетом общей площади транспортного средства.

$K_{пов.пл.тр.ср}$ – коэффициент, безразмерный, учитывающий степень повреждения транспортного средства, исходя из величины поврежденной в результате горения площади транспортного средства $S_{пов.тр.ср.i}$, m^2 , с учетом общей площади транспортного средства.

Так же, в Методических рекомендациях приведены математические модели расчета ущерба в результате уничтожения (повреждения) имущества на транспортных средствах.

В рамках автоматизации расчета материального ущерба в соответствии с Методическими рекомендациями были разработаны соответствующие алгоритмы и программное средство. На рисунке 1 представлен алгоритм поддержки принятия решений по расчету материального ущерба, в результате уничтожения пожаром транспортного средства.

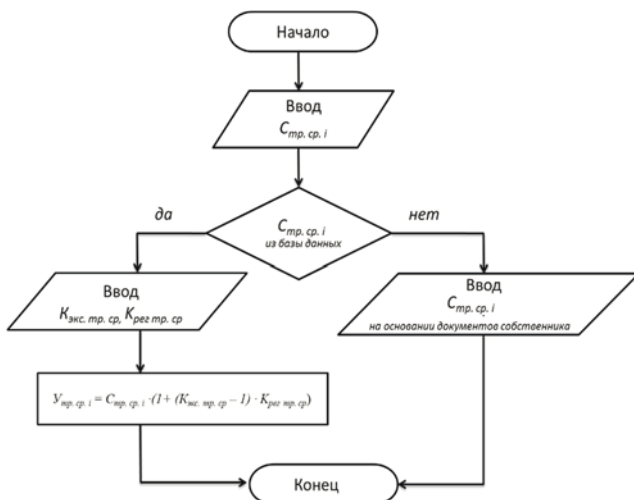


Рис. 1. Алгоритм поддержки принятия решений по расчету материального ущерба, в результате уничтожения пожаром транспортного средства

На основе алгоритмов было разработано программное средство, которое предназначено для расчета материального ущерба в результате уничтожения (повреждения) пожаром транспортного средства и имущества на транспортном средстве для применения должностными лицами органов ГПН в целях статистического учета пожаров и их последствий. Программа устанавливается на персональной электронно-вычислительной машине (далее - ПЭВМ) пользователя через соответствующий исполняемый файл с установкой необходимых для его работы программных библиотек.

В качестве языка программирования был выбран Microsoft Visual Studio Basic. Программное средство предназначено для работы на ПЭВМ x 86 - 64 bit совместимой архитектуры в операционной среде Microsoft Windows XP и старше. Отличительной особенностью языка является использование обычных переменных и констант с имеющимися объектами приложений Microsoft Office. Запуск программы осуществляется стандартным образом с последующим появлением стартового окна программы. На рисунке 2 представлено программное средство по расчету материального ущерба от пожара, нанесенного транспортным средствам.

Ввод уничтоженных (поврежденных) транспортных средств и имущества на них

<<Назад Приложение Сохранить

☒ транспортное средство из Приложения Л

☐ транспортное средство отсутствует в Приложении Л

Категория транспортного средства:

Производство:

Транспортное средство:

допустимая максимальная масса более 5 т

Год выпуска ТС:

☐ полностью уничтоженное

☒ частично уничтоженное (поврежденное)

Площадь ТС (Stс), кв.м:

Уничтоженная площадь ТС (S_{ун}), кв.м:

Поврежденная площадь ТС (S_{пов}), кв.м:

☐ пострадало имущество

Краткое описание:

Сохранить

Рис. 2. Программное средство по расчету материального ущерба от пожаров, нанесенного транспортным средствам

В начале работы с программным средством предоставляется выбор субъекта Российской Федерации для того, автоматического определения и загрузки поправочного климатического коэффициента, учитывающего влияние природно-климатических факторов на срок эксплуатации транспортного средства, исходя из того, на территории какого субъекта Российской Федерации эксплуатировалось транспортное средство. Затем осуществляется переход в меню выбора транспортного средства и его параметров. В случае расчета ущерба по расчетно-аналитическому методу все необходимые данные загружаются автоматически при выборе типа транспортного средства. Если в справочнике отсутствует необходимый вид транспортного средства, то расчет проводится по прямому расчетному методу и необходимые параметры расчета вводятся вручную. Все расчетные данные формируются в итоговый отчет в виде таблицы.

Программное средство предоставляет возможность осуществлять ввод и редактирование данных для расчета, осуществляет расчёт статистической информации по заданному алгоритму, сохраняет полученные результаты расчетов. Результаты расчета экспортируются в приложения Microsoft Office. В программе предусмотрен встроенный электронный ключ ограничивающий срок действия программы.

Результаты и обсуждения

В ходе апробации программного средства по расчету материального ущерба, нанесенного пожаром транспортным средствам, была проведена отладка программы и исправление обнаруженных при этом ошибок. В результате сделаны выводы о корректности постановки задачи и разработанных математических моделях и алгоритмах. В качестве успешного примера практического применения программного средства по расчету ущерба рассмотрим проведённые расчеты материального ущерба в результате уничтожения (повреждения) пожаром пассажирских транспортных средств, таких как троллейбус, за 2021 год.

Троллейбус в России – широко распространенный вид транспорта. Троллейбусные системы сейчас действуют в 80 городах России [14]. По данным МЧС России [11] ежегодно на троллейбусах происходит порядка 15 ед. пожаров (см. рис. 3).

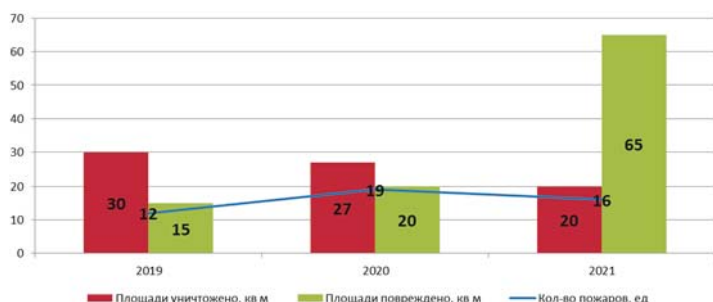


Рис. 3. Количество пожаров, уничтоженной и поврежденной площади на троллейбусах за 2019-2021 гг.

Основная причина возгорания на троллейбусах – неисправность электрооборудования транспортного средства. Прямой материальный ущерб составил: за 2019 год – 7 тыс. руб.; 2020 год – 8 тыс. руб.; за 2021 год – 500 тыс. руб. Стоит сказать, что материальный ущерб от пожара за 2019 год зафиксирован только в двух случаях, аналогичные данные за 2020 год, в 2021 году ущерб зафиксирован в одном случае.

Результаты расчета материального ущерба от пожара на троллейбусах за 2021 год с использованием программного средства представлены в таблице 1. Для расчета использовались данные о среднем возрасте троллейбусов, эксплуатируемых в России. По данным государственной корпорации развития ВЭБ РФ⁸ средний возраст троллейбусов по итогам прошлого года составляет 12 лет.

Расчеты показали, что ущерб, определенный в соответствии с Методическими рекомендациями с помощью программного средства практически в 20 раз выше зафиксированного ущерба на троллейбусах за 2021 год.

Таблица 1

Расчет материального ущерба от пожаров на троллейбусах за 2021 год в Российской Федерации

Дата пожара	Площади уничтожено, м ²	Площади повреждено, м ²	Зафиксированный материальный ущерб	Расчетный ущерб, руб.
05.03.2021	0	1	0	515 069
09.04.2021	0	5	0	515 069
02.05.2021	0	1	0	515 069
02.05.2021	0	3	0	515 069
04.05.2021	0	1	0	515 069
14.05.2021	20	0	0	1 430 748
03.07.2021	0	1	0	515 069
08.07.2021	0	10	0	701 067
13.07.2021	0	1	0	515 069
25.08.2021	0	1	0	515 069
03.09.2021	0	1	0	515 069
20.09.2021	0	30	0	1 430 748
01.10.2021	0	1	0	515 069
07.11.2021	0	6	500 000	701 067
30.11.2021	0	1	0	515 069
01.12.2021	0	2	0	515 069
ИТОГО	20	65	500 000	9 929 389

Это показывает, что исследования, направленные на изучение причин пожаров на транспортных средствах необходимые для понимания рисков, а также возможности снижения и смягчения последствий пожаров в части, касающейся материального ущерба, не теряют свою актуальность [15].

Разработанное программное средство позволяет проводить автоматизированный расчет ущерба быстро и качественно в режиме реального времени за различные периоды, что влияет на оперативность получения информации должностными лицами органов ГПН и принятие управленческих решений в рамках риск-ориентированного подхода.

Заключение

Проведенные исследования показали необходимость совершенствования информационного обеспечения должностных лиц органов ГПН МЧС России, в том числе на основе поддержки принятия решений по расчету материального ущерба от пожаров. Учитывая, что входит в задачи профилактики пожарной безопасности, важно организовать не только техническое обеспечение, но и правильное информирование должностных лиц органов ГПН.

Отсутствие адекватных методов определения материального ущерба от пожаров приводит к тому, что показатель ущерба как результат последствий пожаров вообще не учитывается и выпадает из общей системы оценки эффективности деятельности ГПН [16,17].

⁸ Государственная корпорация развития ВЭБ РФ <https://вэб.рф/>

В связи с этим, не перестает быть актуальной проблема совершенствования методических подходов к оценке материальных последствий пожаров. Рассмотренные математические модели и разработанное программное средство, дают возможность получить достоверную информацию от систем сбора, обработки и хранения информации и осуществить быстрый анализ данных, применяя статистические и математические методы.

Расширение знаний о последствиях пожаров повышает информированность должностных лиц органов ГПН о возможных пожарных рисках на объектах защиты. Понимание того, улучшается или ухудшается система с точки зрения риска, является фундаментальной поддержкой для принятия решений, связанных с пожарной безопасностью. Основным результатом методологии является информация об ущербе, которому система может эффективно противостоять.

Литература

1. *Фоменкова А.В.* Информационные технологии в управлении // Молодой ученый. 2018. № 20 (206). С. 276-278.
2. *Товпинец К.А., Белодед Н.И.* Информационная система взаимодействия студентов и деканата учебного заведения // Информатизация образования и науки. 2016. № 4(32). С. 89-99.
3. *Савенкова А.Е., Завьялов Д.Е., Шимов Д.Р.* Применение цифровых технологий при обеспечении пожарной безопасности в работе надзорных органов // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". 2020. № 4. С. 6-11.
4. *Пельтихина С.В., Баженова Л.М.* Статистика пожаров. Влияние текущих параметров на обстановку с пожарами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 4 (23). С. 32-35.
5. *Загуменнова М.В., Порошин А.А., Фирсов А.Г.* Методологический подход к определению материального ущерба от пожаров // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2021. № 4(40). С. 64-79. DOI 10.21685/2227-8486-2021-4-6.
6. *Загуменнова М.В., Фирсов А.Г., Сибирко В.И., Порошин А.А.* Оценка материального ущерба от пожаров на основе базисно-индексного метода // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий, Москва, 12-16 мая 2021 г. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2021. С. 299-306.
7. *Загуменнова М.В.* Математические модели расчета прямого материального ущерба в результате уничтожения и повреждения площади объекта строительства // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, посвященной проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения, Иваново, 10-11 ноября 2021 года. Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2021. С. 648-652.
8. *Малемина Е.Н., Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Арсланов А.М.* Обзор существующих международных методик и научных подходов к определению материального ущерба от пожаров // Пожарная и технологическая безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2021. № 3(10). С. 270-274.
9. *Козлов А.А., Полехин П.В., Чебуханов М.А.* и др. Методические рекомендации об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов государственного пожарного надзора. 1-е издание, дополненное. Балашиха: Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. 129 с.
10. *Тушко И.С.* Оценка уязвимости транспорта. Эффективность и методы улучшения. Безопасность и охрана труда на железнодорожном транспорте. 2019;6.
11. *Гончаренко В.С., Чечетина Т.А., Сибирко В.И.* и др. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: Статистика пожаров и их последствий. Статистический сборник. Балашиха: Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. 114 с.
12. *Дашко Л.В., Довбня А.В., Ключников В.Ю., Плотникова Г.В.* Применение методов термического анализа при исследовании влияния температуры на фрикционную основу тормозных колодок автомобиля // Пожаровзрывобезопасность. 2013. №6.
13. *Яцуценко П.В.* Осмотр транспортного средства, поврежденного огнем в результате поджога // Научный взгляд в будущее. 2021. Т. 1. № 23. С. 95-101. DOI 10.30888/2415-7538.2021-23-01-004.
14. *Аришинова С.М., Аришинов С.А.* Обеспечение пожарной безопасности при пассажироперевозках на городском электрическом транспорте // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 7(78). С. 69-73.
15. *Пасовец В.Н., Ковтун В.А., Тагиев Ш.Ш.* Пожары на транспортных средствах: причины возникновения // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2022. №2. DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2022.6-2.228>
16. *Нектегяев Г.Г., Борисов А.И.* Влияние последствий пожаров на экономику Российской Федерации // Московский экономический журнал. 2019. № 8. С. 63. DOI 10.24411/2413-046X-2019-18061.
17. *Полехин П.В., Порошин А.А., Загуменнова М.В., Фирсов А.Г.* Экономические последствия пожаров на объектах промышленности // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 7. С. 29-34. DOI 10.24000/0409-2961-2022-7-29-34.

MODELS AND ALGORITHMS TO SUPPORT DECISION-MAKING ON THE CALCULATION OF MATERIAL DAMAGE FROM FIRE ON VEHICLES

Marina V. Zagumenнова, All-Russian Research Institute of Fire Defense, EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia, otdel-16@vniipo.ru

Abstract

Transport security occupies an important place in the system of sustainable functioning of a smart city. Ground electric transport is one of the main passenger carriers within cities. The constant development of technologies in the field of transport and information leads to the need to pay more attention to the problems existing in this industry. The article explores the issues of information support for officials of the state fire supervision authorities of the EMERCOM of Russia on the basis of decision support on the calculation of material damage from fires using the example of calculating damage as a result of the destruction of vehicles. A mathematical model for calculating material damage from a fire on a vehicle is considered in accordance with the Methodological Recommendations on the organization of the calculation of material damage from fires of the EMERCOM of Russia. An algorithm and a software tool for calculating material damage caused by fire to vehicles are presented. Calculations of material damage as a result of the destruction (damage) of a vehicle by fire using a software tool are carried out and conclusions are drawn about the adequacy and correctness of the methods and algorithms used to support decision-making by officials of the state fire supervision authorities of the EMERCOM of Russia.

Keywords: material damage, vehicles, algorithm, state fire supervision authorities, software.

References

1. A.V. Fomenkova (2018). Information Technology in Management. *Young scientist*. No. 20 (206). P. 276-278.
2. K.A. Tovpinets, N.I. Beloded (2016) Information system of interaction between students and the dean of an educational institution. *Informatization of education and science*. No. 4(32). P. 89-99.
3. A.E. Savenkova, D.E. Zavyalov, D.R. Shimov (2020) The use of digital technologies in ensuring fire safety in the work of supervisory authorities. *Scientific and analytical journal "Bulletin of St. Petersburg University of the State Fire Service EMERCOM of Russia."* No. 4. P. 6-11.
4. S.V. Peltikhina, L.M. Bazhenova (2017) Fire statistics. Impact of current parameters on the situation with fires. *Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies*. No. 4 (23). P. 32-35.
5. M.V. Zagumenнова, A.A. Poroshin, A.G. Firsov (2021) Methodological approach to determining material damage from fires. *Models, systems, networks in economics, technology, nature and society*. No. 4(40). P. 64-79. DOI 10.21685/2227-8486-2021-4-6.
6. M.V. Zagumenнова, A.G. Firsov, V.I. Sibirko, A.A. Poroshin (2021) Assessment of material damage from fires based on the base index method. *Actual fire safety problems: materials of the XXXIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the Year of Science and Technology*, Moscow, May 12-16, 2021. Moscow: FSBI VNIPO EMERCOM of Russia. P. 299-306.
7. M.V. Zagumenнова (2021) Mathematical models for calculating direct material damage as a result of destruction and damage to the area of the construction object. *Fire and emergency safety: a collection of materials from the XVI International Scientific and Practical Conference dedicated to the holding of the Year of Science and Technology in the Russian Federation in 2021 and the 55th anniversary of the educational institution*, Ivanovo, November 10-11, 2021. Ivanovo: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Management,". P. 648-652.
8. E.N. Malemina, A.G. Firsov, M.V. Zagumenнова, A.M. Arslanov (2021) Review of existing international methods and scientific approaches to determining material damage from fires. *Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement*. No. 3(10). P. 270-274.
9. A.A. Kozlov, P.V. Polekhin, M.A. Chebukhanov et al. (2022) Methodological recommendations on the organization of calculation of material damage from fires by officials of state fire supervision bodies. 1st edition, supplemented. Balashikha: All-Russian Order "Badge of Honor" Research Institute of Fire Defense of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Management. 129 p.
10. I.S. Tushko (2019) Assessment of the vulnerability of transport. Efficiency and improvement methods. *Safety and Occupational Safety in Railway Transport*. No. 6.
11. V. S. Goncharenko, T. A. Chechetina, V. I. Sibirko et al. (2022) Fires and fire safety in 2021: Statistics on fires and their consequences. Statistical collection. Balashikha: All-Russian Order "Badge of Honor" Research Institute of Fire Defense of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Management. 114 p.
12. L.V. Dashko, A.V. Dovbnya, B.Yu. Klyuchnikov, G.V. Plotnikova (2013) Application of thermal analysis methods when studying the effect of temperature on the friction base of car brake pads. *Fire and explosion safety*. No. 6.
13. P.V. Yatsutsenko (2021) Inspection of a vehicle damaged by fire as a result of arson. *Scientific look into the future*. Vol. I. No. 23. P. 95-101. DOI 10.30888/2415-7538.2021-23-01-004.
14. S.M. Arshinova, S.A. Arshinov (2013) Ensuring fire safety during passenger transportation by urban electric transport. *Bulletin of Irkutsk State Technical University*. No. 7(78). P. 69-73.
15. V.N. Pasovets, V.A. Kovtun, S.H. (2022) Tagiyev Motor vehicle fires: causes. *Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergencies of Belarus*. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2022.6-2.228>
16. G.G. Nektegyaev, A.I. Borisov (2019) The impact of the consequences of fires on the economy of the Russian Federation. *Moscow Economic Journal*. No. 8. P. 63. DOI 10.24411/2413-046X-2019-18061.
17. P.V. Polekhin, A.A. Poroshin, M.V. Zagumenнова, A.G. Firsov (2022) Economic consequences of fires at industrial facilities. *Occupational safety in industry*. No. 7. P. 29-34. DOI 10.24000/0409-2961-2022-7-29-34.