

Научная статья
УДК 614.841.3:004.93
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.96.69.009

Показатели эффективности противопожарной защиты в регионах

Ахмад Шарофиддинович Джалолов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

Автор ответственный за переписку: Ахмад Шарофиддинович Джалолов, dzhalolov@mail.ru

Аннотация. В настоящее время актуальными являются вопросы поддержки принятия решений при проблемном мониторинге состояния различных сфер деятельности в регионах (например, обеспечения безопасности критически важных объектов, распределения ресурсов, оценки эффективности противопожарной защиты). При оценке ситуации в регионе учитывают разноплановую информацию, которая влияет на качество жизни населения. Собранные статистические данные характеризуют различные региональные процессы, в том числе, связанные с экономикой, финансами, окружающей средой, здоровьем и безопасностью людей, технологической средой. В статье основное внимание уделено оценке эффективности противопожарной защиты. Подчеркнуто, что знание текущей оценки состояния региона позволяет прогнозировать его развитие, в том числе в условиях возможных чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

Ключевые слова: регион, пожарная безопасность, неструктурированные данные, оценка состояния, показатели эффективности

Для цитирования: Джалолов А.Ш. Показатели эффективности противопожарной защиты в регионах // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 3 (34). С. 116-124. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.96.69.009>.

Original article

Indicators of Fire Protection Effectiveness in the Regions

Akhmad S. Dzhhalolov

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Corresponding author: Akhmad S. Dzhhalolov, dzhalolov@mail.ru

Abstract. Currently, the issues of decision support in problematic monitoring of the state of various spheres of activity in the regions (for example, ensuring the safety of critical facilities, resource allocation, assessing the effectiveness of fire protection) are relevant. When assessing the situation in the region, diverse information is taken into account that affects the quality of life of the population. The collected statistical data characterize various regional processes, including those related to the economy, finance, the environment, human health and safety, and the technological environment. The article focuses on assessing the effectiveness of fire protection. It is emphasized that knowledge of the current assessment of the state of the region allows predicting its development, including in the context of possible emergency situations of man-made and natural origin.

Keywords: region, fire safety, unstructured data, state assessment, performance indicators

For citation: Dzhabolov A.S. Indicators of Fire Protection Effectiveness in the Regions // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2024. № 3 (34). С. 116-124. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.96.69.009>.

Введение

Обеспечение стабильности социально-экономической ситуации в регионах является важной государственной задачей. Для ее эффективного решения осуществляется поиск направлений по разработке новых инструментов анализа данных в сфере государственного и регионального управления.

Как правило, при управлении регионами информация носит территориально-распределенный характер и является разнородной, что особенно заметно в социальной сфере, экономике, при ликвидации последствий чрезвычайных происшествий и т.д. Для анализа подобных неструктурированных данных требуются подходы на основе развития методов и средств поддержки принятия решений. Более того, развитие системы распределенных центров принятия решений становится основой цифровой трансформации экономики страны и государственного управления. В этой связи актуальными являются вопросы поддержки принятия решений при проблемном мониторинге состояния различных сфер деятельности в регионах (например, обеспечения безопасности критически важных объектов, распределения ресурсов, оценки эффективности противопожарной защиты) [1-5].

Решение большинства указанных задач требует объективного оценивания социально-экономического состояния региона. Отметим, что при оценке ситуации в регионе учитывают разноплановую информацию, которая влияет на качество жизни населения. Собранные статистические данные характеризуют различные региональные процессы, в том числе, связанные с экономикой, финансами, окружающей средой, здоровьем и безопасностью людей, технологической средой [6-8]. Учитывая разнородность показателей региональных процессов, традиционно при их анализе применяют системный подход и экспертные оценки. Более того, знание текущей оценки состояния региона позволяет прогнозировать его развитие, в том числе в условиях возможных чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера [9-12].

Обеспечение противопожарной безопасности в регионах является актуальной задачей защиты населения и региональной инфраструктуры от возможных чрезвычайных ситуаций. Это объясняется тем, что пожары наносят значительный ущерб, ставя под угрозу жизни людей, уничтожая имущество и природные ресурсы. Эффективная противопожарная защита способствует созданию стабильной и безопасной среды, что является основой для долгосрочного экономического роста и социального процветания. Именно поэтому уровень развития противопожарной безопасности является важнейшим фактором оценки социально-экономического положения регионов Российской Федерации. Он может служить индикатором эффективности защиты жизни и здоровья граждан, сохранения инфраструктуры, экономической, финансовой стабильности и инвестиционной привлекательности регионов.

Среди первоочередных задач, связанных с противопожарными мероприятиями, можно выделить противопожарную защиту критических объектов и социальной инфраструктуры, обеспечение безопасности населения, организацию необходимых спасательных мероприятий и тушение пожаров, приобретение современной пожарной техники [13-16]. Отметим, что решение этих задач требует дополнительного финансирования, в том числе и бюджетного [17]. Поэтому важно оценить эффективность противопожарных мероприятий в регионе.

В настоящее время для поддержки принятия управленческих решений разрабатываются интеллектуальные системы [18-21]. Для их эффективного использования требуется предварительное формирование вектора показателей для оценки состояния объекта (в данном случае, региона). Указанные показатели должны быть не только структурированы по видам региональных процессов, но и нормированы для их сравнения и анализа.

Целью исследования является разработка системы показателей, характеризующих эффективность противопожарной защиты.

Предлагаемые показатели оценки эффективности противопожарной безопасности

Оценка уровня противопожарной безопасности в Российской Федерации должна быть комплексной и учитывать различные аспекты, влияющие на эффективность противопожарной защиты. Для ее оценки в субъектах Российской Федерации предлагается использовать различные группы показателей, в том числе:

1. темп сокращения количества пожаров;
2. темпы сокращения числа пострадавших и погибших в результате пожаров;
3. темп роста прямых материальных потерь в результате пожаров;
4. показатели, характеризующие эффективное предупреждение и ликвидацию пожаров.

Рассмотрим эти показатели более подробно. Каждый показатель сформирован на основе экспертной оценки имеющихся статистических данных по пожарам, а затем его значение нормировано от 0 до 1.

Темп сокращения числа пожаров

Темп сокращения числа пожаров является наиболее важным показателем для оценки эффективности противопожарных мероприятий и общего уровня безопасности в регионе. Этот показатель не только отражает непосредственные успехи в борьбе с пожарами, но и существенно влияет на социально-экономические условия региона. Определение количества пожаров дает комплексное представление о безопасности, эффективности управленческих решений и устойчивости региона к чрезвычайным ситуациям.

Устойчивое снижение количества пожаров свидетельствует об эффективности противопожарных мероприятий и программ. В регионах, где меньше пожаров, как правило, наблюдается более высокий уровень безопасности и стабильности, что можно объяснить качественной работой пожарных служб, эффективными профилактическими мерами и успешной реализацией государственной политики пожарной безопасности.

Для оценки уровня пожарной безопасности в регионе предлагается использовать показатель, измеряющий темп снижения количества пожаров (Табл.1).

Табл.1. Показатель x_1 темпа сокращения количества пожаров

| Результаты расчета | Темп сокращения количества пожаров (RRF) | |
|--------------------|--|-----------|
| | $RRF \leq 1$ | $RRF > 1$ |
| Значение x_1 | 0 | 1 |

Темпы снижения количества пострадавших и погибших от пожаров

Сокращение количества жертв и смертей усиливает восприятие региона как безопасного места для жизни и работы. Безопасные и процветающие регионы привлекают новых жителей и помогают сохранить существующее население, положительно влияя на демографию.

Динамика количества жертв напрямую отражает уровень безопасности населения. Сокращение числа жертв означает улучшение социального обеспечения и, как следствие, общего благосостояния. Меньшее количество жертв и смертей снижает нагрузку на систему здравоохранения, снижая стоимость медицинской помощи и реабилитации.

Снижение количества пострадавших и погибших в результате пожаров является важнейшими показателями оценки пожарной безопасности и социально-экономической ситуации в регионах. Эти показатели, рассчитанные на основе предшествующих периодов, не только характеризуют успехи в предотвращении и борьбе с пожарами, но также служат показателями общего благополучия и стабильности региона (Табл.2,3).

Табл.2. Показатель x_2 темпа сокращения числа пострадавших в результате пожаров

| Результаты расчета | Темп сокращения числа пострадавших в результате пожаров ($RRIF$) | |
|--------------------|--|------------|
| | $RRIF \leq 1$ | $RRIF > 1$ |
| Значение x_2 | 0 | 1 |

Табл.3. Показатель x_3 темпа сокращения числа погибших в результате пожаров

| Результаты расчета | Темп сокращения числа погибших в результате пожаров ($RRDF$) | |
|--------------------|--|------------|
| | $RRDF \leq 1$ | $RRDF > 1$ |
| Значение x_3 | 0 | 1 |

Темп роста прямых материальных потерь

Пожары могут нанести существенный прямой экономический ущерб, разрушая жилые и коммерческие здания, инфраструктуру и имущество. Скорость увеличения этих потерь подчеркивает серьезность ситуации и указывает на необходимость принятия дополнительных мер.

Анализируя темпы роста материального ущерба, власти субъектов Российской Федерации могут эффективно расставлять приоритеты в бюджетных расходах, направляя больше средств на повышение пожарной безопасности. Высокие материальные потери от пожаров создают дополнительную нагрузку на региональные бюджеты, поскольку требуются значительные ресурсы на восстановление инфраструктуры, компенсацию пострадавшим и профилактические меры против будущих пожаров.

Значительные материальные потери могут приводить к социальной нестабильности, увеличению уровня безработицы и ухудшению социальных условий. Нормирование показателя темп роста прямых материальных потерь в результате пожаров представлено в Табл.4.

Табл.4. Показатель x_4 темпа роста прямых материальных потерь в результате пожаров

| Результаты расчета | Темп роста прямых материальных потерь в результате пожаров ($GRML$) | | |
|--------------------|---|---------------------|------------|
| | $GRML \leq 0,5$ | $0,5 < GRML \leq 1$ | $GRML > 1$ |
| Значение x_4 | 1 | 0,5 | 0 |

Оценка эффективности предупреждения и ликвидации пожаров

Определение основных причин возгораний (человеческий фактор, технические неисправности или природные явления) позволяет разработать целенаправленные и эффективные меры профилактики и реагирования, что существенно снижает риск возникновения пожаров, повышает противопожарную безопасность и способствует общему социально-экономическому благополучию регионов Российской Федерации.

Рассмотрим эти причины подробнее, чтобы определить соответствующие показатели эффективности.

Анализ причин возгораний помогает разработать конкретные меры профилактики, обучения, контроля и реагирования, которые соответствуют специфическим рискам и условиям каждого региона (обучение и информирование населения, ужесточение контроля и наказаний, технические проверки и обслуживание, модернизация инфраструктуры, создание противопожарных полос и барьеров и т.п.).

Для профилактики пожаров, причиной возникновения которых является человеческий фактор, требуется проведение информирования населения (проведение регулярных тренингов, семинаров и информационных кампаний по правилам пожарной безопасности). Для профилактики пожаров, вызванных техническими неисправностями, необходим усиленный

контроль за соблюдением противопожарных норм и стандартов в жилых, коммерческих и промышленных зданиях, а также осуществление непрерывных инспекций сооружений и оборудования. Для предотвращения пожаров, вызванных природными явлениями, необходимо внедрять комплексные профилактические меры, например, создание противопожарных полос и барьеров, мониторинг и раннее предупреждение пожаров (в том числе посредством беспилотных летательных аппаратов в труднодоступных и отдаленных лесных территориях), поддержку и развитие добровольных пожарных дружин, обучение их членов и обеспечение необходимым оборудованием и пожарной техникой.

Пожарная техника - специализированное оборудование и транспортные средства, предназначенные для тушения пожаров, спасательных операций и предотвращения их возникновения. Надежная и современная пожарная техника обеспечивает эффективное реагирование на пожары, снижая риск их распространения и минимизируя ущерб.

Оперативность реагирования является одним из важнейших аспектов успешной борьбы с пожарами. Быстрое прибытие пожарных на место происшествия, своевременное начало тушения и эффективные действия по эвакуации и спасению жизней играют решающую роль в минимизации ущерба и предотвращении катастроф. Поэтому применение надежных и эффективных пожарных машин является критически важным элементом в системе противопожарной безопасности.

Учитывая изложенное, предлагается внедрить набор показателей по оценке эффективности предупреждения и ликвидации пожаров, характеризующих следующую информацию:

- 1) Темпы роста числа проведенных информационных кампаний по противопожарной безопасности и охвата ими населения региона;
- 2) Темп роста числа проведенных противопожарных проверок зданий и сооружений и доля устраненных нарушений по выданным предписаниям;
- 3) Темп роста протяженности контролируемого выжигания и опашки лесов и полей;
- 4) Темп роста числа сотрудников противопожарной службы, включая добровольцев;
- 5) Количество и состояние пожарной техники;
- 6) Время реагирования на пожары;
- 7) Количество дронов, используемых для разведки и тушения пожаров в опасных зонах.

В Табл.5-8 приведена информация по первым четырем пунктам для оценки предлагаемых показателей.

Табл.5. Показатели x_5 темпа роста числа проведенных информационных кампаний по противопожарной безопасности (GRIC) и x_6 охвата ими населения региона (GRCIC)

| Результаты расчета | $GRIC \leq 1$ | $GRIC > 1$ | $GRCIC \leq 1$ | $GRCIC > 1$ |
|--------------------|---------------|------------|----------------|-------------|
| Значения | $x_5 = 0$ | $x_5 = 1$ | $x_6 = 0$ | $x_6 = 1$ |

Табл.6. Показатели x_7 темпа роста числа проведенных противопожарных проверок зданий и сооружений (GRFI) и x_8 доли устраненных нарушений по выданным предписаниям (PVE)

| Результаты расчета | $GRFI \leq 1$ | $GRFI > 1$ | $PVE \leq 90\%$ | $PVE > 90\%$ |
|--------------------|---------------|------------|-----------------|--------------|
| Значения | $x_7 = 0$ | $x_7 = 1$ | $x_8 = 0$ | $x_8 = 1$ |

Табл.7. Показатель x_9 темпа роста протяженности контролируемого выжигания и опашки лесов и полей (GRCBaP)

| Результаты расчета | $GRCBaP \leq 1$ | $GRCBaP > 1$ |
|--------------------|-----------------|--------------|
| Значение x_9 | 0 | 1 |

Табл.8. Показатель x_{10} темпа роста числа сотрудников противопожарной службы, включая добровольцев (GRFSE)

| Результаты расчета | $GRFSE \leq 1$ | $GRFSE > 1$ |
|--------------------|----------------|-------------|
| Значение x_{10} | 0 | 1 |

В Табл.9-11 приведена информация по оценке показателей, характеризующих количество и состояние пожарной техники.

Табл.9. Показатель x_{11} темпа роста количества пожарных машин, включая специализированные машины (GRFT) (автолестницы, насосные станции и т.д.)

| Результаты расчета | $GRFT \leq 0,5$ | $0,5 < GRFT \leq 1$ | $GRFT > 1$ |
|--------------------|-----------------|---------------------|------------|
| Значение x_{11} | 0 | 0,5 | 1 |

Табл.10. Показатель x_{12} динамики отношения числа пожарных машин к численности населения региона (DFTP)

| Результаты расчета | $DFTP \leq 1$ | $DFTP > 1$ |
|--------------------|---------------|------------|
| Значение x_{12} | 0 | 1 |

Табл.11. Показатель x_{13} динамики доли неисправной и морально устаревшей пожарной техники (DSDFE)

| Результаты расчета | $DSDFE \leq 0,5$ | $0,5 < DSDFE \leq 1$ | $DSDFE > 1$ |
|--------------------|------------------|----------------------|-------------|
| Значение x_{13} | 1 | 0,5 | 0 |

В Табл.12-13 приведена информация по оценке показателей, характеризующих время реагирования на пожары.

Табл.12. Показатель x_{14} динамики времени от вызова до прибытия (DT1)

| Результаты расчета | $DT1 \leq 1$ | $DT1 > 1$ |
|--------------------|--------------|-----------|
| Значение x_{14} | 1 | 0 |

Табл.13. Показатель x_{15} динамики времени локализации и тушения пожара (DT2)

| Результаты расчета | $DT2 \leq 1$ | $DT2 > 1$ |
|--------------------|--------------|-----------|
| Значение x_{15} | 1 | 0 |

В Табл.14 приведена информация по оценке показателя, характеризующего количество используемых дронов.

Табл.14. Показатель x_{16} количества дронов, используемых для разведки и тушения пожаров в опасных зонах (Drones)

| Результаты расчета | $Drones \leq 1$ | $2 \leq Drones < 5$ | $Drones \geq 5$ |
|--------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Значение x_{16} | 0 | 0,5 | 1 |

Таким образом, предлагается оценивать эффективность противопожарной безопасности по 16 показателям. Среди них 12 показателей оценивают эффективность предупреждения и ликвидации пожаров. Полученные результаты обеспечивают поддержку управленческих решений по организации эффективных противопожарных мероприятий, автоматизируя расчет эффективности на основе имеющихся статистических данных.

Заключение

В статье показано, что эффективная противопожарная защита имеет важное значение не только для сохранения жизни и имущества людей, но и для поддержания стабильного социально-экономического развития регионов. Более того, эффективная противопожарная защита способствует созданию стабильной и безопасной среды, что является основой для долгосрочного экономического роста и социального процветания регионов.

Уровень противопожарной защиты, рассчитанный по предлагаемым показателям, может служить индикатором эффективности защиты жизни и здоровья граждан, сохранения инфраструктуры, экономической, финансовой стабильности и инвестиционной привлекательности регионов.

Список источников

1. Джалолов А.С., Булдакова Т.И., Пролетарский А. Модуль поддержки принятия социально-экономических решений по неструктурированным данным // Конференция молодых ученых России по электротехнике и электронике (EIconRus), Санкт-Петербург и Москва, Россия, 2020, стр. 1931-1934. DOI: 10.1109/EIconRus49466.2020.9039086.
2. Вешнева И., Чернышова Г., Большаков А. Исследование региональной конкурентоспособности на основе цифровых моделей с использованием уравнений Колмогорова-Чепмена // Кравец А.Г., Большаков А.А., Щербаков М. (ред.). Общество 5.0: киберпространство для передового человекоцентрированного общества. Исследования по системам, принятию решений и управлению. 2021, т. 333. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-63563-3_12.
3. Цыгичко В.Н., Черешкин Д.С., Смолян Г.Л. Безопасность критических инфраструктур. М.: URSS, 2019. 193 с.
4. Маслобоев А.В. Информационно-технологическая архитектура ситуационного центра управления комплексной безопасностью региона // Информационно-технологический вестник. 2019. № 1 (19). С. 107-117.
5. Головина Е.В., Калач А.В., Беззапонная О.В., Крутолапов А.С., Шарапов С.В. Повышение безопасности объектов нефтегазового комплекса путем совершенствования огнезащитных составов. Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety // 2022. Т. 31. № 3. С. 24–33. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.03.24-33.
6. Булдакова Т.И., Джалолов А.Ш. Управление развитием регионов на основе анализа рейтингов региональных процессов // Инжиниринг предприятий и управление знаниями: сборник научных трудов XXIV Международной научной конференции. Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2022. С. 16-22.
7. Джалолов А.Ш. Оценка социально-экономического состояния региона на основе рейтингов // Математические методы в технологиях и технике. 2021. № 5. С. 22-25. DOI: 10.52348/2712-8873_ММТТ_2021_5_22.
8. Булдакова Т.И., Джалолов А.Ш. Оценка социально-экономического состояния региона при управлении рисками // Региональная информатика и информационная безопасность: Сборник трудов. Выпуск 12. СПб.: СПОИСУ, 2023. С. 157-161.
9. Хабибулин Р.Ш., Тараканов Д.В. Многокритериальный анализ пожарных рисков. Модель количественной важности рисков «один ко многим» // Технологии техносферной безопасности. 2023. Вып. 3 (101). С. 105-113. URL: <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.3.101.105-113>.
10. Еремина Т., Корольченко Д. Огнезащита строительных конструкций с применением огнезащитных вспучивающихся составов // Здания. 2020. Т. 10. С. 185. DOI: 10.3390/buildings10100185.
11. Авдеенко А.М., Сатин А.П., Нгуен Вьонг Ань, Лахвицкий Г.Н. Информационно-аналитическая поддержка руководителя при организации профилактики пожаров на основе статистического анализа баз данных // Технологии техносферной безопасности. 2023. Вып. 4 (102). С. 79-97. URL: <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.4.102.79-97>.
12. Ким Дж.Х., Баег Д.Ю., Сео Дж.К. Численное исследование остаточной прочности стальной усиленной панели, подверженной углеводородному пожару // Журнал океанической инженерии и технологий. 2021. Т. 35. С. 203–215. DOI: 10.26748/KSOE.2021.008.
13. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П. Об организации систем обеспечения безопасности городов // Технологии техносферной безопасности. 2022. № 3(97). С. 84-99. DOI 10.25257/TTS.2022.3.97.84-99.
14. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П., Вагнер П. Моделирование в области обеспечения пожарной безопасности (обзор) // Пожаровзрывобезопасность/Fire and

Explosion Safety. 2023. Т. 32. №1. С. 57-68. URL: <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2023.32.01.57-68>.

15. Барановский А.С. Принципиальные проблемы применения расчета пожарного риска. Необходимость и возможности его оптимизации // Пожаровзрывобезопасность. 2024. Т. 33, № 2. С. 5-14. DOI 10.22227/0869-7493.2024.33.02.5-14.

16. Чжан Т., Ван З., Вонг Х.Ю., Там В.Ч., Хуан С., Сяо Ф. Прогнозирование пожара и вспышки в отсеке в режиме реального времени на основе глубокого обучения // Журнал пожарной безопасности. 2022. Т. 130. С. 103579. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2022.103579>.

17. Булдакова Т.И., Джалолов А.Ш. Интеллектуальная поддержка принятия решений по бюджетному кредитованию регионов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: управление, вычислительная техника и информатика. 2017. № 1. С. 98-104.

18. Чернышова Г., Вешнева И., Пиунова Е. Анализ динамики инновационной конкурентоспособности регионов России с использованием нечетких методов // Кравец А.Г., Большаков А.А., Щербаков М. (ред.) Общество 5.0: проблемы и решения человекоцентричного общества. 2022. Т. 416. Cham: Springer, стр. 115–128. DOI 10.1007/978-3-030-95112-2_10.

19. Булдакова Т.И., Суятинов С.И. Оценка состояния компонентов производственной системы для технологии цифровых двойников // Кравец А., Большаков А., Щербаков М. (ред.) Киберфизические системы: вызовы Индустрии 4.0. Исследования в области систем, принятия решений и управления. 2020. Т. 259. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-32579-4_20.

20. Суятинов С.И., Булдакова Т.И., Вишневская Ю.А. Синергетическая модель ситуационной осведомленности человека-оператора в эргатических системах управления подвижными объектами // Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. №6. С. 302-306.

21. Пэнчэн Лю, Хуннянь Ю. Интеллектуальное пожаротушение с помощью роботов и междисциплинарные перспективы // Труды 22-й Международной конференции по автоматизации и вычислениям, Университет Эссекса, Колчестер, Великобритания, 7-8 сентября 2016 г. 2016. URL: <https://doi.org/10.1109/ICoNAC.2016.7604952>.

References

1. Dzhalogov A.S., Buldakova T.I., Proletarsky A. Socio-Economic Decision Support Module by Unstructured Data // IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EConRus), St. Petersburg and Moscow, Russia, 2020, pp. 1931-1934. DOI: 10.1109/EConRus49466.2020.9039086.

2. Veshneva I., Chernyshova G., Bolshakov A. Regional Competitiveness Research Based on Digital Models Using Kolmogorov-Chapman Equations // Kravets A.G., Bolshakov A.A., Shcherbakov M. (eds). Society 5.0: Cyberspace for Advanced Human-Centered Society. Studies in Systems, Decision and Control. 2021, vol 333. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-63563-3_12.

3. Tsygichko V.N., Chereskin D.S., Smolyan G.L. Safety of critical infrastructure. M.: URSS, 2019. 193 p.

4. Masloboev A.V. Information and technological architecture of the situational center for managing complex security of the region // Information and technological bulletin. 2019. №. 1 (19). Pp. 107-117.

5. Golovina E.V., Kalach A.V., Bezzaponnaya O.V., Krutolapov A.S., Sharapov S.V. Improving the safety of oil and gas facilities by improving flame retardants // Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety. 2022. Vol. 31. №. 3. Pp. 24–33. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.03.24-33.

6. Buldakova T.I., Dzhalogov A.Sh. Managing the development of regions based on the analysis of ratings of regional processes // Engineering of enterprises and knowledge management: collection of scientific papers of the XXIV International Scientific Conference. Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "REU im. G. V. Plekhanov", 2022. p. 16-22.

7. Dzhalogov A.Sh. Assessment of the socio-economic state of the region based on ratings // Mathematical methods in technologies and engineering. 2021. №. 5. pp. 22-25.

8. Buldakova T.I., Dzhalolov A.Sh. Assessment of the socio-economic state of the region in risk management // Regional informatics and information security: A collection of works. Issue 12. St. Petersburg: SPOISU, 2023. pp. 157-161.
9. Khabibulin R.Sh., Tarakanov D.V. Multi-criteria analysis of fire risks. A model of the quantitative importance of risks "one to many". Technology of technosphere safety. 2023. №. 3(101). Pp. 105-113. URL: <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.3.101.105-113>.
10. Eremina T., Korolchenko D. Fire protection of building constructions with the use of fire-retardant intumescent compositions // Buildings. 2020. Vol. 10. p. 185. DOI: 10.3390/buildings10100185.
11. Avdeenko A.M., Satin A.P., Nguyen Phuong An., Lokhvitsky G.N. Information and analytical support of the head in the organization of fire prevention based on statistical analysis of databases // Technosphere safety technologies. 2023. Issue 4 (102). pp. 79-97. URL: <https://doi.org/10.25257/TTS.2023.4.102.79-97>.
12. Kim J.H., Baeg D.Y., Seo J.K. Numerical investigation of residual strength of steel stiffened panel exposed to hydrocarbon fire // Journal of Ocean Engineering and Technology. 2021. Vol. 35. Pp. 203–215. DOI: 10.26748/KSOE.2021.008.
13. Brushlinsky N.N., Sokolov S.V., Grigorieva M.P. On the organization of urban security systems // Technosphere security technologies. 2022. No. 3(97). Pp. 84-99. (rus). DOI 10.25257/TTS.2022.3.97.84-99.
14. Brushlinsky N.N., Sokolov S.V., Grigorieva M.P., Wagner P. Modeling in the field of fire safety (review) // Pozharovzryvobezопасnost/Fire and Explosion Safety. 2023. Vol. 32. №.1. Pp. 57-68. URL: <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2023.32.01.57-68>.
15. Baranovsky A.S. Fundamental problems of applying fire risk calculation. The necessity and possibilities of its optimization // Pozharovzryvobezопасnost/Fire and Explosion Safety. 2024. Vol. 33. №. 2. pp. 5-14. DOI 10.22227/0869-7493.2024.33.02.5-14.
16. Zhang T., Wang Z., Wong H.Y., Tam W.Ch., Huang X., Xiao F. Real-time forecast of compartment fire and flashover based on deep learning // Fire Safety Journal. 2022. Vol. 130. p. 103579. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2022.103579>.
17. Buldakova T.I., Dzhalolov A.Sh. Intellectual support for decision-making on budget lending to regions // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: management, computer technology and information science. 2017. №. 1. pp. 98-104.
18. Chernyshova G., Veshneva I., Piunova E. Analysis of Russian Regions Innovative Competitiveness Dynamics Using Fuzzy Methods // Kravets A.G., Bolshakov A.A., Shcherbakov M. (eds) Society 5.0: Human-Centered Society Challenges and Solutions. 2022. Vol. 416. Cham: Springer, pp. 115-128. DOI 10.1007/978-3-030-95112-2_10.
19. Buldakova T.I., Suyatinov S.I. Assessment of the State of Production System Components for Digital Twins Technology // Kravets A., Bolshakov A., Shcherbakov M. (eds) Cyber-Physical Systems: Industry 4.0 Challenges. Studies in Systems, Decision and Control. 2020. Vol. 259. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-32579-4_20.
20. Suyatinov S.I., Buldakova T.I., Vishnevskaya Yu.A. A synergetic model of situational awareness of a human operator in ergatic control systems for moving objects // Mechatronics, automation, management. 2022. №.6. pp. 302-306.
21. Pengcheng Liu, Hongnian Yu. Robot-assisted smart firefighting and interdisciplinary perspectives // Proceedings of the 22nd International Conference on Automation & Computing, University of Essex, Colchester, UK, 7-8 September 2016. 2016. URL: <https://doi.org/10.1109/ICoAC.2016.7604952>.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 30.07.2024, одобрена после рецензирования 26.08.2024, принята к публикации 06.09.2024.

The article was submitted 30.07.2024, approved after reviewing 26.08.2024, accepted for publication 06.09.2024.