

*На правах рукописи*



Масалева Мария Владимировна

**МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ  
ЗАКУПКАМИ В ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ  
ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ**

Специальность – 2.3.4. Управление в организационных системах  
(технические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва – 2021

Работа выполнена на кафедре информационных технологий учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (Академия ГПС МЧС России)

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
**Сатин Алексей Петрович**

Официальные оппоненты: **Порошин Александр Алексеевич**  
доктор технических наук, ФГБУ ВНИИПО МЧС России, научно-исследовательский центр организационно-управленческих проблем пожарной безопасности, главный научный сотрудник

**Семенов Алексей Олегович**  
кандидат технических наук, доцент, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, кафедра пожарной тактики и других неотложных работ (в составе учебно-научного комплекса «Пожаротушение»), доцент

Ведущая организация: **ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»**

Защита состоится «26» ноября 2021 года в 12:00 на заседании диссертационного совета 04.2.002.01 (Д 205.002.01) при Академии ГПС МЧС России по адресу: 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Академии ГПС МЧС России и на сайте: <https://academygps.ru/upload/iblock/764/764baea877de51d0d3a1c12f3e714113.pdf>.

Автореферат разослан «29» сентября 2021 г.

Отзыв на автореферат с заверенной подписью и печатью в двух экземплярах просим направить в Академию ГПС МЧС России по указанному адресу.

ВрИО ученого секретаря  
диссертационного совета  
д.т.н., доцент



А.Л. Холостов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Усложнение уровня организации социально-экономической жизни общества, технический прогресс, развитие промышленности и инфраструктуры напрямую приводит к повышению уровня техногенных угроз, в том числе пожарной направленности.

Снижение риска возникновения пожаров, риска гибели людей и стоимости ущерба от пожаров зависит от эффективности работы Федеральной противопожарной службы России, которая, в свою очередь, определяется уровнем организации противопожарного дела и качеством принимаемых управленческих решений.

Эффективность деятельности пожарно-спасательных подразделений при ограниченных ресурсах находится в прямой зависимости от качества планирования проведения закупок материально-технических ресурсов (далее по тексту – ресурсов) за бюджетные средства.

Таким образом, актуальность, научная и общественная востребованность повышения эффективности моделей и алгоритмов управления планированием государственных закупок ресурсов, на сегодня не вызывает сомнений.

**Степень разработанности темы.** Проблемы методологии материально-технического обеспечения и закупок в противопожарной службе рассмотрены в работах исследователей, среди которых следует отметить работы Брушлинского Н.Н., Топольского Н.Г., Тетерина И.М., Алехина Е.М., Соколова С.В., Матюшина А.В., Максимова А.В., Путина В.С., Коломийца Ю.И., Гаврилея В.М., Шевчука А.П., Иванова В.А., Седовой М.В., Тараканова Д.В., Роеенко В.В., Сатина А.П., Шкунова С.А., Климкина В.И., Киселевой В.Н., Симакова В.В., Bianchi T., Guidi V., Н. Димитри, Г. Пига, Дж. Спаньоло.

**Цель исследования** – разработка и практическое применение моделей и алгоритмов управления закупками материально-технических ресурсов, а также прогнозирования расходов для определения объема потребностей при изменении внутренних и внешних факторов среды с целью совершенствования материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ системы материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений и методологии процессов восполнения материально-технических ресурсов.

2. Провести математическое моделирование определения потребностей в количестве материально-технических ресурсов для поддержки принятия решения о планировании государственных закупок.

3. Разработать алгоритм поддержки принятия решений восполнения материально-технических ресурсов путем определения потребностей в количестве при планирования государственных закупок.

4. Разработать функциональную схему системы поддержки принятия решения планирования закупок материально-технических ресурсов путем определения потребностей в количестве.

**Объект исследования** – материально-техническое обеспечение пожарно-спасательных подразделений.

**Предмет исследования** – модели и алгоритмы поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях.

#### **Теоретические и методические основы исследования.**

В теоретическом плане работа основана на критическом освоении работ отечественных и зарубежных исследователей и практиков в области планирования материально-технического обеспечения.

Методической основой работы выступает критический и системный подход к рассмотрению методологии планирования материально-технического обеспечения и закупок материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях России.

**Информационной базой исследования являются:** федеральное отраслевое законодательство; подзаконные ведомственные акты, ставшие правовой основой исследования; данные административной ведомственной и официальной статистики противопожарной деятельности; отечественные и зарубежные публикации по теме исследования; аналитические материалы ведущих экспертов в отрасли, в том числе методические наработки в диссертационных исследованиях по основному направлению исследования и смежным темам; материалы по национальным противопожарным ведомствам зарубежных стран.

В работе использованы методы абстрагирования и обобщений, аналогий и сравнений, экономико-математические, эконометрические методы, графические, методы, методы анализа и синтеза.

#### **Исследуемая гипотеза или предположение.**

Выдвинуты и доказаны гипотезы о возможности, целесообразности и необходимости использования современных математических моделей поддержки принятия решений в сфере государственных закупок в пожарно-спасательных подразделениях.

#### **Научная новизна**

1. Описана система материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений, систематизированы перечни задач закупок материально-технических ресурсов и информационные источники формирования системы планирования, которые позволяют применять ранее разработанные методы планирования. Эмпирически обоснованы ключевые индикаторы управления объемами ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях – расходы на тушение одного пожара и объем ресурсов,

необходимых для обеспечения деятельности одного пожарно-спасательного подразделения, а также эмпирически определены направления возникновения факторов, влияющих на данные индикаторы.

2. Проведено математическое моделирование выбора и обоснования материально-технических ресурсов с распределением ограниченного объема финансирования и прогнозирования расходов для определения объема потребностей при изменении внутренних и внешних факторов среды.

Предложена и апробирована комплексная методика многофакторного сценарного стресс-тестирования прогнозирования расходов материально-технических ресурсов. Спроектированные математические модели позволяют установить количественные взаимосвязи между ключевыми индикаторами управления ресурсами в пожарно-спасательных подразделениях и влияющими факторами внутренней и внешней среды для определения потребностей пожарно-спасательных подразделений.

3. Разработан алгоритм поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях и функциональная система принятия решения планирования государственных закупок.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Подходы, методика организации, прогнозирования и планирования процесса государственных закупок могут быть использованы как материалы в качестве научно-методического обеспечения. Методика поддержки принятия решений при разработке стратегии ресурсного восполнения, адаптированные методы оптимизации процессов государственных закупок, авторская методика сценарного многофакторного стресс-тестирования прогнозной потребности пожарно-спасательных подразделений может быть использована для задач методического и информационного обеспечения государственных закупок, для решения задач прогнозирования и планирования восполнения ресурсов, разработки, обоснования и корректировки планов ресурсного обеспечения пожарно-спасательных подразделений.

### **Апробация результатов исследований**

Основные научные результаты отражены в 15 публикациях, в том числе 5 – в рецензирующих изданиях, включенных в перечень ВАК России, 8 работ опубликованы в сборниках научных трудов и материалах международных и всероссийских конференциях.

### **Внедрение результатов работы**

Результаты исследования нашли свое применение в учебном процессе и в практической деятельности по организации контрактной (закупочной работы) в Академии ГПС МЧС России, Главного управления МЧС России по Красноярскому краю, ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Красноярскому краю».

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Комплексная модель поддержки управления закупками материально-технических ресурсов, с распределением ограниченного объема финансирования и прогнозирования расходов материально-технических ресурсов при изменении внутренних и внешних факторов.

2. Алгоритм поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях с распределением ограниченного объема финансирования и прогнозирования расходов материально-технических ресурсов при изменении внутренних и внешних факторов среды.

3. Функциональная структура системы поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях с распределением ограниченного объема финансирования и прогнозирования расходов материально-технических ресурсов при изменении внутренних и внешних факторов среды.

**Степень достоверности** полученных результатов обеспечивается использованием данных официальной государственной статистики, административных ведомственных данных и применением методов исследования, соответствующим целям и задачам работы, применением апробированного математического аппарата, корректным использованием исходных данных.

### **Апробация работы.**

Основные результаты диссертации докладывались на международных научно-практических конференциях «Системы безопасности» (Москва, Академия ГПС МЧС России, 2014-2016 гг.), научно-практических конференциях молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» (Москва, Академия ГПС МЧС России, 2014-2016 гг.), научно-технических семинарах учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий Академии ГПС МЧС России (2016 г.), XXIV Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем (Москва, декабрь 2016), Всероссийских научно-практических конференций с международным участием: «Молодые учёные в решении актуальных проблем безопасности» (г. Железнодорожск, ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018 г.), «Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» (Воронежский институт-филиал Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, 2018 г.), «Системы обеспечения техносферной безопасности» (Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону), 2018 г.).

### **Публикации:**

По теме диссертации опубликовано 15 работ, из них 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК России для публикации научных результатов на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки).

**Личный вклад автора.** В совместных и личных публикациях о результатах, связанных с планированием закупок, разработкой математических моделей определения потребностей в материальных ресурсах методом многофакторного сценарного стресс-тестирования прогнозирования расходов ресурсов в зависимости от изменения внутренних и внешних факторов среды, разработки алгоритма и функциональной структуры системы поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях.

**Внедрение результатов работы.**

Результаты исследования нашли свое применение:

1. в учебном и научно-исследовательском процессе ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России» на кафедре информационных технологий в составе учебно-научного комплекса автоматизированных систем и информационных технологий; кафедре управления и экономики ГПС в составе научно-образовательного комплекса организационно-управленческих проблем ГПС;

2. при рассмотрении вопроса о планировании закупок материально-технических ресурсов в Главном управлении МЧС России по Красноярскому краю, ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Красноярскому краю».

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа включает введение, три главы, состоящие из 12 разделов, а также заключение, приложения. Общий объем диссертации (с приложениями) 179 страниц. Работа иллюстрирована 39 рисунками и 14 таблицами. Библиографический список включает 158 наименований.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, определены цель, задачи, объект и предмет исследования. Показана научная новизна работы, её теоретическая и практическая значимость. Представлены положения, выносимые на защиту, сведения о внедрении и апробации результатов работы.

**В первой главе «Система материального технического обеспечения в пожарно-спасательных подразделениях»** проведен структурный анализ организации системы управления материально-техническим обеспечением в пожарно-спасательных подразделениях.

Функциональная логистика (планирование, закупка, распределение и учет) материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений основана на формировании заявок о потребностях в материально-технических ресурсах.

Образование и удовлетворение потребностей можно охарактеризовать как процесс, протекающий в замкнутой системе, которую в ряде случаев

можно представить, как замкнутую систему массового обслуживания (Рисунок 1).

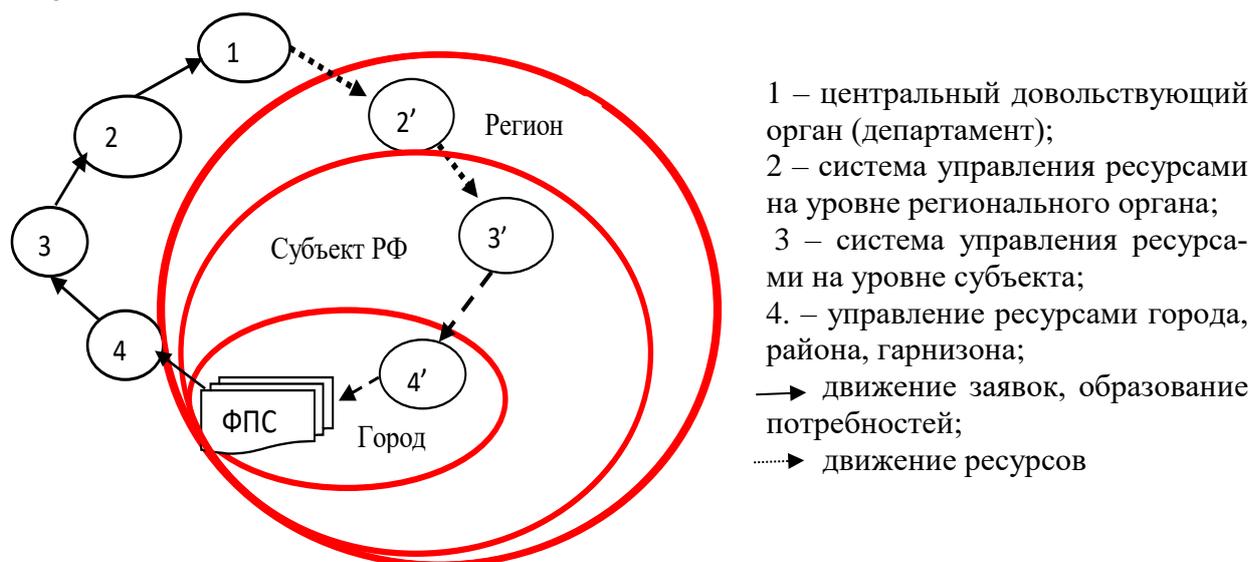


Рисунок 1. – Структура контура образования и удовлетворения потребностей в системе материально-технического обеспечения

Анализ перечня практических задач, стоящих перед системой материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений, позволяет систематизировать и сгруппировать их в два блока.

*Первый блок* охватывает решение задач, которые касаются вопросов общей координации и контроля.

*Второй блок* включает в себя задачи материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений, которые касаются вопросов управления пожарной техникой и имущества.

Для каждого из элементов системы материально-технического обеспечения (Рисунок 1) применяются разные методы прогнозирования, нормирования и планирования.

На сегодня единой информационно-аналитической системы, объединяющей все элементы и источники данных для планирования закупок в пожарно-спасательных подразделениях, нет.

Исходя из критического анализа действующей конфигурации системы планирования материально-технического обеспечения, а также практики ее функционирования, мы приходим к выводу о существенном влиянии человеческого фактора и низком уровне формализации процессов планирования закупок материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях.

Для выявления причин и оценки влияния на уровень материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений, был проведен опрос сотрудников, в обязанности которых входит проведение государственных закупок. Результаты исследования представлены на Рисунке 2.

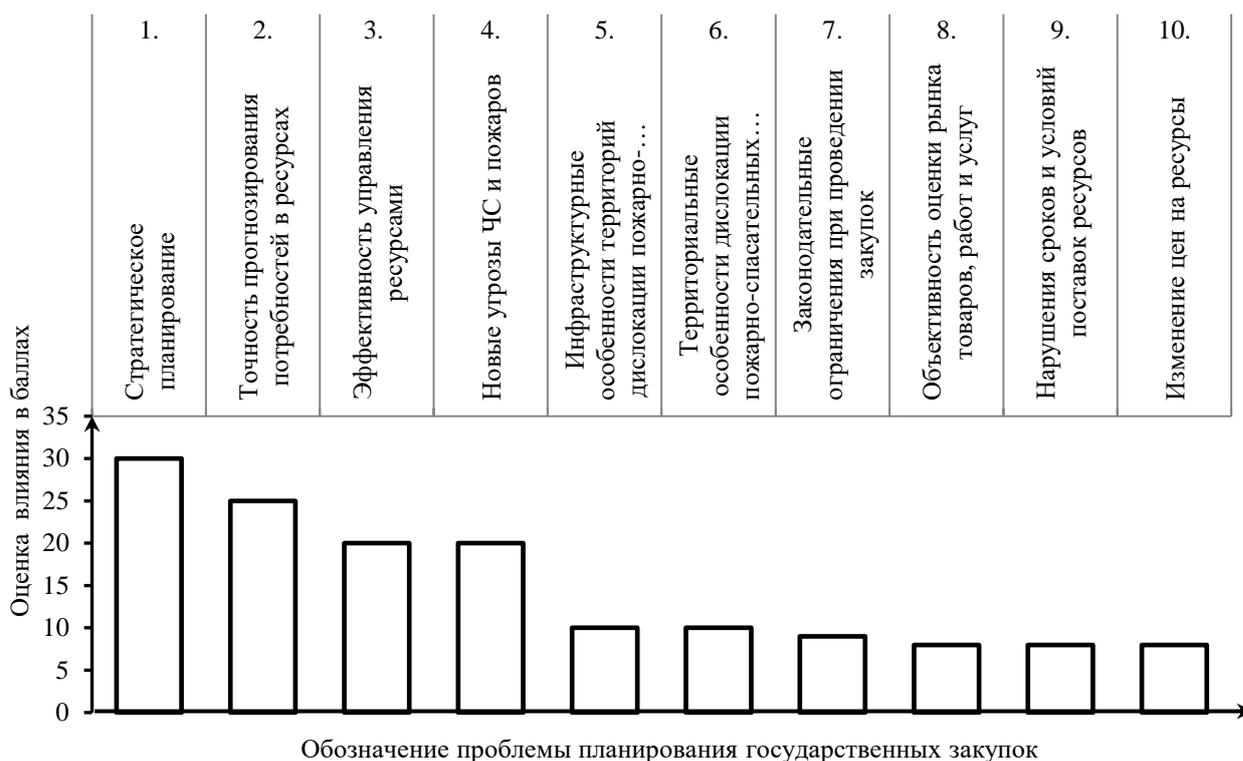


Рисунок 2 – Результаты оценки влияния выявленных проблем на восполнение материальных ресурсов

На основании полученных результатов, разработана причинно-следственная диаграмма Исикава (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Причинно-следственные связи организационно-управленческих проблем материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений

Исходя из проведенного анализа сформулированы основные задачи поддержки управления закупками материально-технического обеспечения:

- прогнозирование количества материально-технических ресурсов исходя из прогноза обстановки и влияния изменения внешних и внутренних факторов;
- обоснование выбора материально-технических ресурсов и их количества для решения функциональных задач пожарно-спасательных подразделений при планировании закупки;
- распределение выделенных финансовых средств для закупки материально-технических ресурсов;
- определение поставщика исходя из условий минимальной суммы контракта и закупки максимального количества материально-технических ресурсов.

**Во второй главе «Математическое моделирование поддержки управления закупками в пожарно-спасательных подразделениях»** обоснованы и систематизированы источники информационного обеспечения и подходы к анализу, прогнозированию потребностей материально-технических ресурсов и планирования объемов закупок на региональном уровне с применением эконометрических методов.

Математическая модель принятия решений распределения ограниченных финансовых средств для проведения закупок материально-технических ресурсов, с целью обеспечения максимальной степени деятельности пожарно-спасательных подразделений представляет собой формализацию задачи в виде кортежа объектов:

$$\langle S, X, R, F \rangle, \quad (1)$$

где:

$X$  – множество допустимых альтернатив (действий, стратегий, вариантов, планов, из которых ЛПР может выбрать только один), например, какие ресурсы закупить и в каком количестве, а так же у кого и на каких условиях;

$S$  – множество возможных состояний среды, из которых может реализоваться только одно, например состояние ограниченности финансирования или оперативная потребность в каких-либо ресурсах вследствие возникновения ЧС в и т.п.;

$R$  – множество возможных результатов или исходов, полученных в результате реализации принятого управленческого решения.

$F$  – множество функций реализации управленческого решения

Поставленная задача заключается в том, чтобы финансовые ресурсы, потраченные на основные средства, обеспечили максимальную степень деятельности пожарно-спасательных подразделений с учётом оперативного прогноза обстановки на предстоящий период:

$$F_1 = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d \cdot x_4 + e \cdot x_5 \rightarrow \max, \quad (2)$$

где:

$a, b, c, d, e$  – влияние ресурса на выполнение боевой задачи, выраженный в % от суммы вложенных средств.

$x_1, x_2, \dots, x_5$  – объем финансирования каждого типа материально-технических ресурсов.

Система ограничений функции представлена в следующем виде:

- 1)  $\sum_{i=1}^3 x_i \leq$  общая сумма бюджетных средств не превышает  $S$  млн. руб.
- 2)  $(x_2 + x_5) \geq \frac{S}{3}$  – доля более востребованных ресурсов должна составлять не менее трети суммарного объема расходов;
- 3)  $x_4 \geq x_1 + x_2 + x_3 + x_5$  – сумма расходов, обеспечивающих наивысшее обеспечение выполнения тушения одного пожара, должна быть не меньше суммы, затраченной на другие ресурсы;
- 4)  $x_i \geq S_{\min}$  – минимальная сумма закупки .

Определение поставщика представляет собой классическую транспортную задачу, при решении которой необходимо выбрать того поставщика, кто при минимальной сумме контракта поставит максимальное количество материально-технических ресурсов:

$$F_2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 a_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (3)$$

где:

$\sum_{i=1}^3$  – количество поставщиков;

$\sum_{j=1}^5$  – количество закупаемых ресурсов ;

$a_{ij}$  – единица закупаемых ресурсов;

$x_{ij}$  – стоимость 1 единицы закупаемых ресурсов

Ограничениями в целевой функции (3) выступает:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^5 x_{ij} c_{ij} \leq Z_i \\ \sum_{j=1}^3 x_{ij} c_{ij} \leq S \end{array} \right. \quad (4)$$

где:

$S$  – общий объем финансирования ( $S$  руб.);

$Z_i$  – затраты на закупку  $i$  – го ресурса

$n$  – общее количество поставщиков  $i$  - го ресурса;

$c_{ij}$  – цена  $i$  - го ресурса у  $j$  – го поставщика.

В качестве дополнительных условий, могут выступать другие ограничения, описанные в техническом задании при планировании государственных закупок.

В результате получаем результат максимальной степени готовности к выполнению поставленных задач, с учётом оперативной обстановки, при экономии бюджетных средств и закупки максимального количества необходимых материально-технических ресурсов.

Для прогнозирования расходования потребления материально-технических ресурсов с целью дальнейшего определения объема государственных закупок предлагается провести оценку влияния изменяющихся внешних и внутренних факторов среды методом стресс-тестирования по двум переменным:

$A$  – количество расходования материально-технических ресурсов на тушение одного пожара;

$B$  – количество материально-технических ресурсов, необходимых для обеспечения одного пожарно-спасательного подразделения.

В ходе проведенного корреляционно-регрессивного анализа установлены причинно-следственные взаимосвязи между выбранными для исследования переменными ( $A$ ,  $B$ ) и факторами внешней и внутренней среды.

Для прогнозирования расходования материально-технических ресурсов по переменной  $A$  выбраны статистические данные об обстановки с пожарами и инфраструктурные факторы.

Для переменной –  $B$ , выбраны следующие факторы: количество пожаров на душу населения; обеспеченность в пожарной технике, списочная численность личного состава, количество техники, которая задействована при тушении пожаров; результативность деятельности в виде количества выявленных нарушений требований пожарной безопасности и количества проведенных проверок.

В результате исследования влияния факторов внешней и внутренней среды спроектированы математические модели, полученные в результате эконометрической обработки массива данных.

Для переменной  $A$  – «прямые расходы на тушение одного пожара» спроектирована двухфакторная модель следующей спецификации:

$$Exp_{av} = \beta_{i1} \cdot Q_p + \beta_{i2} \cdot N_{pc} \quad (5)$$

где:

$Exp_{av}$  - прямые расходы на тушение 1 пожара (расходы на ГСМ и содержание пожарных автомобилей, тыс. руб. в год;

$\beta_{i1}, \beta_{i2}$  - бета-коэффициенты модели;

$Q_p$  - общая площадь жилых помещений на 1 жителя, м<sup>2</sup>.;

$N_{pc}$  - количество пожаров, ед. на душу населения.

Модель (5) описывает влияние уровня инфраструктурных факторов и уровень обеспечения пожарной безопасности, указывает на прямо пропорциональное влияние данных факторов на уровень прямых расходов материально-технических ресурсов для тушения одного среднего пожара.

Исследование влияния выбранных факторов для переменной  $A$  показал, что размер расходов материально-технических ресурсов на тушение одного пожара напрямую зависит от среднего размера площади строений на душу населения, средней протяженности улиц и автодорог, набережных и проездов, а также от качества автомобильных дорог местного значения.

Выявленная статистическая взаимосвязь позволяет сделать вывод, что высокий уровень соотношения количества пожаров к численности населения является метрикой уровня пожарной обстановки, который повышает расходы бюджета на противопожарную защиту конкретной территории, на которой осуществляет свою деятельность пожарно-спасательное подразделение.

Таким образом, инфраструктурные факторы оказывают определяющее значение на количество расходования материально-технических ресурсов, связанных с ликвидацией одного среднего пожара.

Для переменной  $B$  – «общие расходы на содержание одного подразделения» спроектированы следующие модели:

$$TExp = \beta_{i1} \cdot Qr + \beta_{i2} \cdot Qn \quad (6)$$

где:

$TExp$  – общие расходы на финансирование территориального подразделения;

$\beta_{i1}, \beta_{i2}$  - бета-коэффициенты модели;

$Qr$  - количество выданных разрешений на ввод объектов в эксплуатацию;

$Qn$  - количество выявленных нарушений требований пожарной безопасности.

Бета-коэффициенты модели показывают примерно равное влияние факторов, вошедших в модель, на зависимую переменную, отражая примерно равный баланс группы инфраструктурных факторов и группы факторов «эффективность деятельности» в данной модели.

Взаимосвязь между эффективностью деятельности пожарно-спасательного подразделения и уровнем общих расходов на противопожарную защиту территории обслуживания выражается в том, что на расходы материально-технических ресурсов влияет количество проведенных проверок соблюдения требований пожарной безопасности и уровень противопожарной дисциплины на территории обслуживания, который выражается в метрике «процент нарушений правил противопожарной безопасности».

Чем выше уровень показателя (то есть количество нарушений увеличивается), тем выше уровень расходов бюджета на финансирование территориального пожарно-спасательного подразделения.

Следующий вариант спецификации модели для анализа исследуемой переменной:

$$TExp = \beta_{i1} \cdot Qa + \beta_{i2} \cdot Npc \quad (7)$$

где:

$\beta_{i1}, \beta_{i2}$  - бета-коэффициенты модели;

$Qa$  - количество автомобилей, задействованных в ликвидации пожаров;

$Npc$  - количество пожаров на душу населения.

Модель (7) описывает статистическую взаимосвязь между объемом техники, используемой для ликвидации пожаров, и условной метрикой пожарной опасности территории.

Следовательно, модель может использоваться для анализа и прогнозирования влияния данных сфер возникновения факторов расходов территориальных единиц пожарно-спасательных подразделений.

Трехфакторная модель может быть представлена в следующем виде:

$$TExp = \beta_{i1} + \beta_{i2} \cdot Qpl + \beta_{i4} \cdot Npc - \beta_{i4} \cdot Qk, \quad (8)$$

где:

$\beta_{i1}, \beta_{i2}, \beta_{i3}, \beta_{i4}$  - бета-коэффициенты;

$Qpl$  - численность персонала,

$Npc$  - количество пожаров на душу населения,

$Qk$  - количество плановых и внеплановых проверок.

Трехфакторная модель управления расходами материально-технических ресурсов пожарно-спасательных подразделений (8) учитывает региональные особенности влияния факторов внешней и внутренней среды. На основании трехфакторной модели (8) возможно провести моделирование ситуаций поведения расходов материально-технических ресурсов в зависимости от изменения факторов внешней и внутренней среды при условиях различных сценариев.

**В третьей главе «Поддержка управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях»** проведена алгоритмизация предложенных математических моделей прогнозирования потребностей пожарно-спасательных подразделений в количестве материально-технических ресурсов при планировании закупок. Процесс поддержки управления закупками основан на анализе, прогнозировании, оптимизации, экономическом обосновании, выработке вариантов и определении оптимальной альтернативы для достижения поставленной цели. Для прогнозирования потребностей пожарно-спасательных подразделений в количестве материально-технических ресурсов при планировании закупок методом стресс-

тестирования предлагается использовать трехфакторную метаматематическую модель (8). Предположим, что деятельность системы пожарно-спасательных подразделений конкретного субъекта может развиваться по одному из четырех наиболее вероятных сценариях развития – пессимистическому, оптимальному, умеренно оптимистическому и оптимистическому (Таблица 1).

Таблица 1 – Условия сценариев развития роста прогнозных расходов ресурсов при определении потребностей пожарно-спасательных подразделений

пессимистический сценарий	оптимальный сценарий	умеренно оптимистический	оптимистический сценарий
+ 20% роста численности персонала	+ 0% роста численности персонала	+ 0% роста численности персонала	-10 % роста численности персонала
+ 50% роста количества пожаров на душу населения	+ 10% роста количества пожаров на душу населения	+ 5% роста количества пожаров на душу населения	+ 0% роста количества пожаров на душу населения
+ 50% рост количества проверок	+ 10% рост количества проверок	+ 5% рост количества проверок	+ 0% рост количества проверок

В результате лицо, принимающее решение, интересуется конкретный практический вопрос, насколько изменятся расходы в разрезе территориальных пожарно-спасательных подразделений и насколько, соответственно, изменится потребность в закупке материально-технических ресурсов, необходимых для покрытия данных расходов.

Количество сценариев зависит от целей и потребностей управления процессов закупок, и характеризуется определенным спектром значений факторов, который может определяться как экспертным путем в целом или рассчитанных с применением других подходов.

Интерпретация полученных результатов стресс-тестирования, может быть сформулирована следующим образом: «Прогнозирование количества расходов материальных ресурсов определяет объем при планировании закупок, что способствует обоснованности закупок в соответствии со сценарием оперативной обстановки.

Руководитель, принимающий решение централизованной закупки материальных ресурсов на основании ранжирования по факторам изменения внутренней и внешней среды, определяет какому подразделению в первую очередь направить ресурсы для их восполнения».

Используя спроектированную трехфакторную модель (8) получим значения «отклика» конечного прогнозного размера финансовых средств, необходимых для покрытия расходов ресурсов конкретного пожарно-спасательного подразделения в условиях реализации каждого сценария.

Расчеты сценариев на основании модели (8) проведены и представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Оценка влияния факторов по условному сценарию на объем прогнозных закупок ресурсов в зависимости от территорий обслуживания

Условное подразделение	численность личного состава	количество пожаров, ед. на душу населения	количество плановых и вне-плановых проверок	общее финансирование отряда на обеспечение деятельности, тыс. руб.	расчетное значение	сценарный прогноз значения	отклонение прогнозного значения от расчетного
Подразделение 1	174	1,45	159	86 000	81 436	90 068	11%
Подразделение 10	55	3,31	105	86 000	105 015	119 979	14%
Подразделение 11	180	4,16	165	135 217	118 184	135 713	15%
Подразделение 12	124	1,88	157	77 854	66 549	74 538	12%
Подразделение 13	147	1,88	51	86 673	90 574	101 680	12%
Подразделение 14	90	2,77	206	57 507	57 165	65 596	15%
Подразделение 2	104	2,21	125	63 922	66 912	75 794	13%
Подразделение 3	93	1,80	48	57 619	67 645	76 333	13%
Подразделение 4	54	1,69	164	49 299	34 100	38 423	13%
Подразделение 5	133	1,91	82	95 406	80 892	90 875	12%
Подразделение 6	42	2,14	70	27 855	47 859	55 073	15%
Подразделение 7	221	5,83	312	13 6626	13 6443	15 8014	16%
Подразделение 8	276	3,00	490	86 000	98 103	109 124	11%
Подразделение 9	225	4,61	207	141 650	136 750	156 702	15%

На рисунке 4 графически отражено, что при одинаковых изменениях факторов внешней и внутренней среды для всех подразделений расходы изменяются в различной степени.

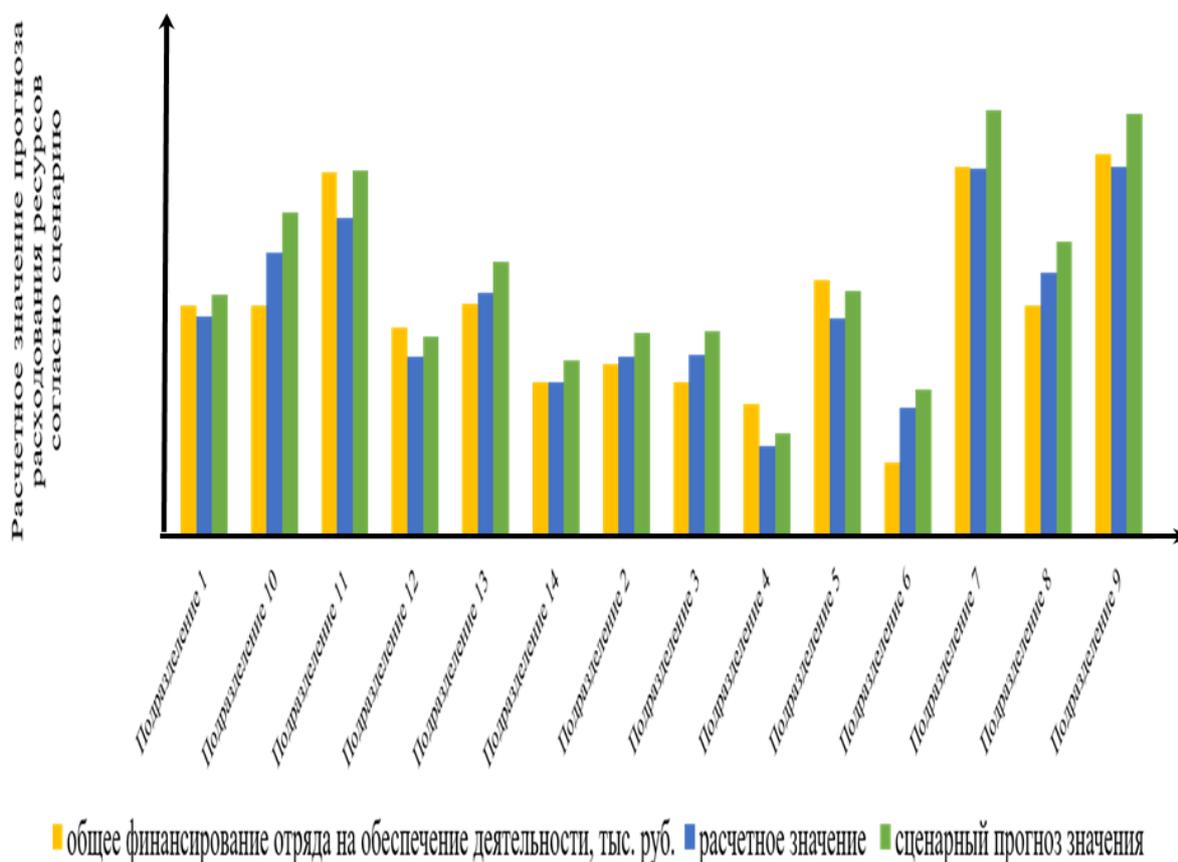


Рисунок 4 – Стресс-тестирование объемов потребности в закупках ресурсов для территориальных подразделений по условному сценарию

По результатам проведённого исследования для представления механизма взаимодействия основных элементов системы поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях разработан алгоритм поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях (Рисунок 5).

Практическое применение алгоритма выглядит следующим образом:

1. Получение таблицы расходов материально-технических ресурсов пожарно-спасательным подразделением на плановый период.

2. Разработка многофакторных моделей стресс-тестирования с учетом особенностей конкретной территории (федерального округа, области, края, республики и т.п.), верификация моделей, на которой располагается пожарно-спасательное подразделение.

3. Стресс-тестирование плановых объемов материально-технических ресурсов для планирования закупок на следующие периоды.

4. Заключение о соответствии плановых материально-технических ресурсов для планирования закупок изменению внешним и внутренним факторам среды.

5. Разработка сценариев прогнозирования количества расходования материально-технических ресурсов с целью повышения уровня

информационной поддержки принятия решений руководителем о планировании и обосновании закупок.

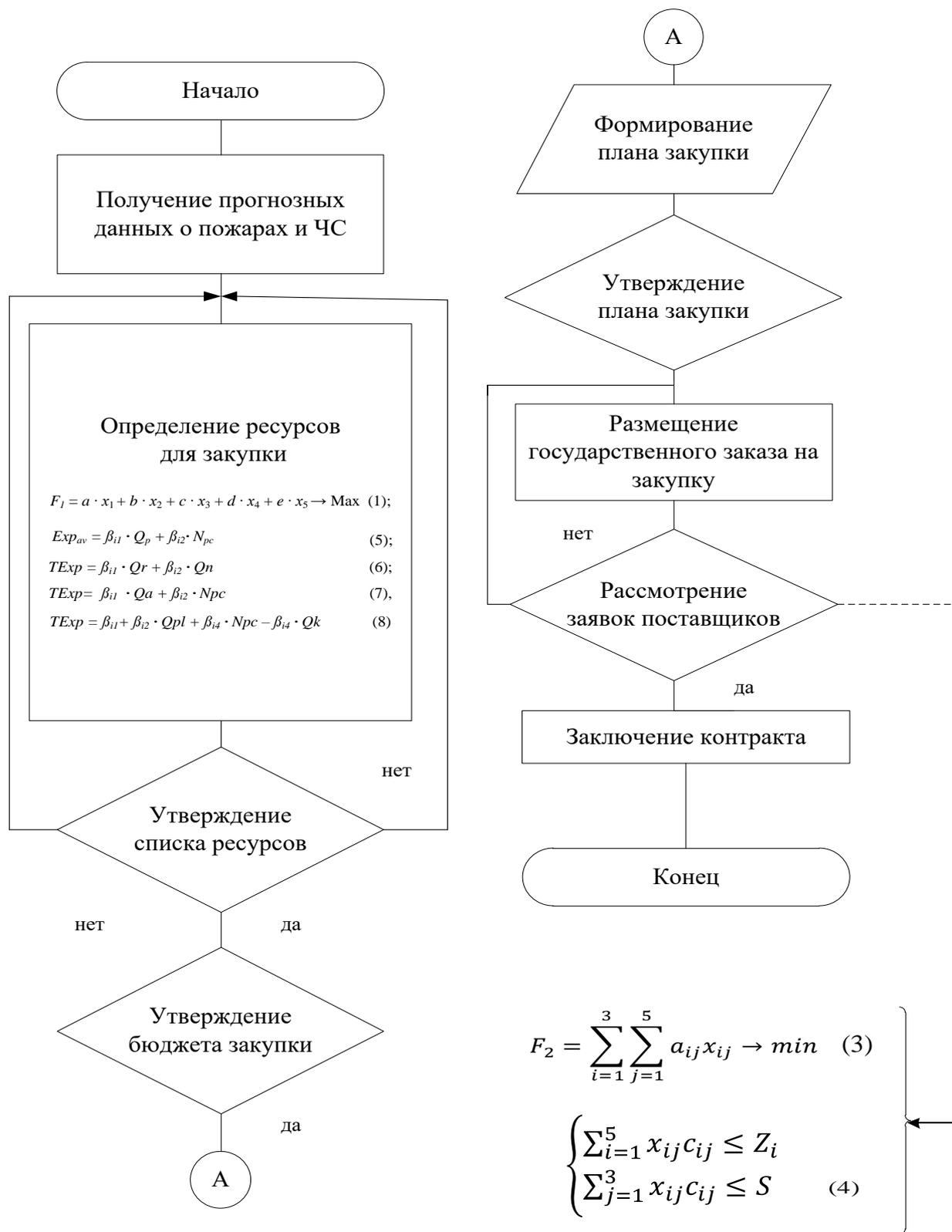


Рисунок 5 – Обобщенный алгоритм поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях

Прогнозирование количества материально-технических ресурсов для планирования закупки с применением метода стресс-тестирования повышает обоснованность формирования и реализации планов закупки материально-технических ресурсов, что определяется снижением количества вносимых в них корректировок.

При таком подходе, стресс-тестирование объемов закупок в пожарно-спасательных подразделениях будет являться эффективным способом превентивного контроля процесса закупок, т.к. поможет на ранних стадиях процесса закупок определить обоснованность объемов закупок и предотвратить «раздувание» планов закупок и нерациональное использование бюджетных средств

На рисунке 6 представлена функциональная структура разработанной системы поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях.

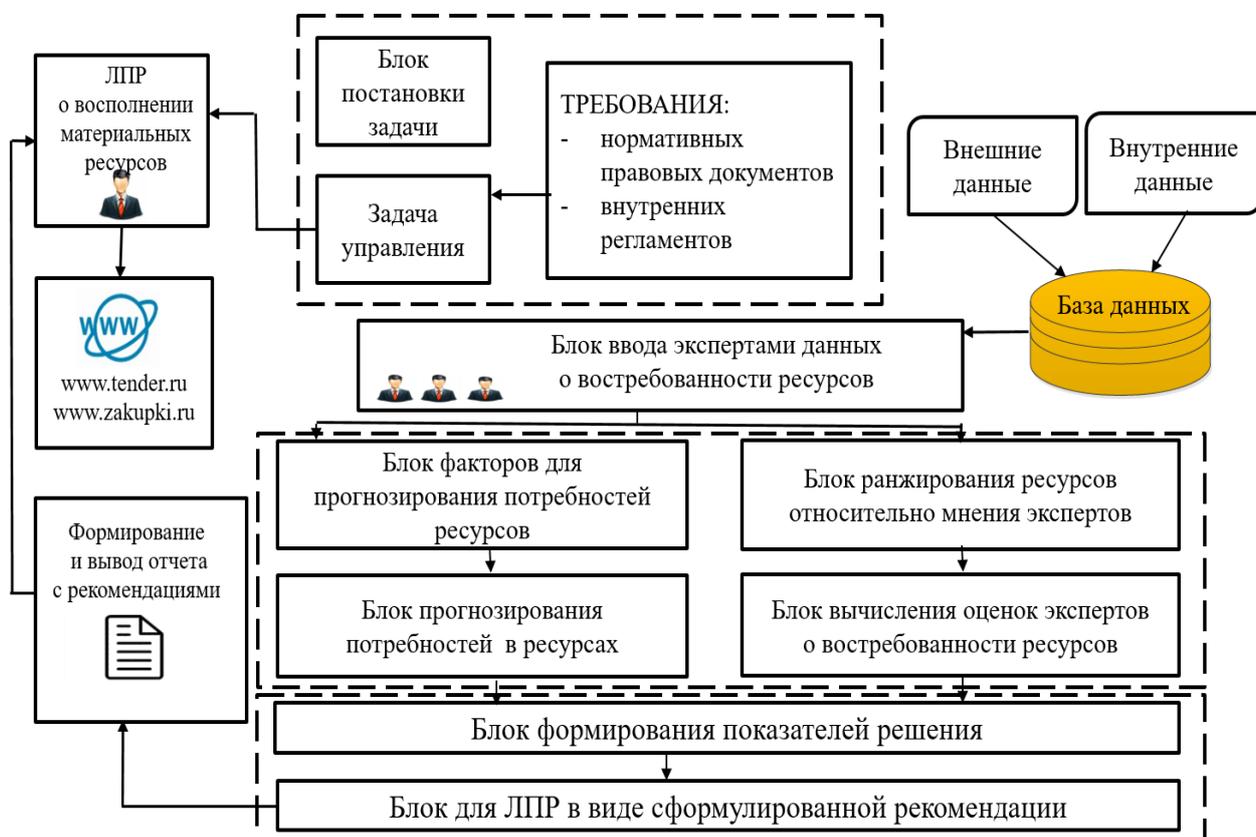


Рисунок 6 – Функциональная схема системы поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях

В предлагаемой функциональной структуре можно выделить следующие блоки:

**Блок постановки задачи** - включает в себя требования действующего законодательства и внутренних регламентов, определяющих порядок планирования и проведения закупок: сбор и обработка заявок на закупку материально-технических ресурсов, требования к проведению закупок.

**Блок задачи управления** - определяет условия и ограничения планирования и проведения закупок.

**Блок ввода экспертами данных о востребованности материально-технических ресурсов** – определяет базу знаний о значимости материально-технических ресурсов для выполнения функциональных задач.

**Блок ранжирования материально-технических ресурсов относительно мнения экспертов** – содержит базу данных материально-технических ресурсов и критериями их значимости, востребованности

**Блок вычисления оценок экспертов о востребованности материально-технических ресурсов** – проведение оценки значимости и востребованности. Варианты распределения от более предпочтительных к менее предпочтительным.

**Блок факторов для прогнозирования потребностей материально-технических ресурсов** – выбор внешних и внутренних факторов, влияющих на деятельность пожарно-спасательных подразделений и выполнение ими функциональных задач.

**Блок прогнозирования потребностей в материально-технических ресурсах** – определяет количество расходования материально-технических ресурсов при выполнении функциональных задач и исходя из внешних и внутренних факторов, влияющих на деятельности пожарно-спасательных подразделений.

**Блок формирования показателей решения** – определяет вид материально-технических ресурсов и их объем для дальнейшего распределения финансовых средств при планировании и проведении закупок.

**Блок для ЛПР в виде сформулированной рекомендации** – формирует заявку на закупку материально-технических ресурсов для включения ее в план закупок.

Стратегической конечной целью предложенной системы следует признать минимизацию расходов бюджетов все уровней и оптимизацию финансовой нагрузки на бюджеты при максимально эффективной операционной деятельности пожарно-спасательных подразделений.

В пожарно-спасательных подразделениях, решающими задачами управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях, с целью унификации алгоритмов планирования потребностей в ресурсах и процессов закупок предлагается разработка централизованной автоматизированной программы, предусматривающей базу данных с единой нормативно-справочная информацией и обеспечивающей единый для всех пользователей порядок формирования документов и их контроля, а также способы взаимодействия с Единой информационной системой в сфере закупок - *zakupki.gov.ru*, и функции формирования отчетности. Автоматизация процессов закупок актуальна, так как это повышает требуемый уровень производительности труда, позволяет гибко распределять полномочия по планированию и исполнению закупочного процесса, проводить совместные и

централизованные закупки на разных уровнях управления, а также осуществлять мониторинг расходования бюджетных средств.

В приложении приведены расчеты, акты внедрения результатов диссертационной работы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполненных исследований получены следующие основные результаты:

1. Проведен анализ системы материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений и методологии процессов закупки материально-технических ресурсов. Основной задачей системы материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений является формирование рационального управления материально-техническими ресурсами в условиях экономически обоснованных управленческих решений при планировании и проведении закупок.

Сделан вывод, что при поддержке управления материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений необходимо исходя из имеющихся запасов и сроков поставки определить потребности и расчет количества требуемых материально-технических ресурсов для поддержания их на достаточном уровне.

Достаточность уровня потребностей в материально-технических ресурсах определяется оперативной обстановкой, прогнозами пожаров и чрезвычайных ситуаций на территории, обслуживаемой пожарно-спасательными подразделениями.

В связи с этим, планирование закупок должно быть направлено на рациональное расходование бюджетных средств, обеспечивая непрерывный процесс восполнения материально-технических ресурсов при минимальных сроках проведения процедуры закупок в условиях регламентирования их федеральным законодательством.

2. Проведено математическое моделирование прогнозирования расходов материально-технических ресурсов при изменении внутренних и внешних факторов среды для обоснования количества восполняемых ресурсов, с распределением ограниченного объема финансирования при выборе закупаемых ресурсов при планировании государственных закупок.

В результате предложена комплексная модель поддержки управления закупками материально-технических ресурсов, с распределением ограниченного объема финансирования и прогнозирования расходов материально-технических ресурсов при изменении внутренних и внешних факторов.

Предложенные подходы математического моделирования могут использоваться для решения научно-практических задач управления закупками ресурсов.

3. Разработан алгоритм поддержки управления закупками материально-технических ресурсов, с распределением ограниченного объема финансирования и прогнозирования расходов материально-технических ресурсов при изменении внутренних и внешних факторов.

Использование метода многофакторного сценарного стресс-тестирования прогнозирования расходов ресурсов при планировании закупок позволяет оценивать прогнозные изменения объемов потребности в материальных ресурсах конкретного пожарно-спасательного подразделения.

4. Разработана функциональная структура системы поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях, в которой сформулирована цель и задачи, виды и количество информации для лица, принимающего решение о восполнении материальных ресурсов.

5. Проведена апробация разработанной модели и алгоритма поддержки управления закупками материально-технических ресурсов в пожарно-спасательных подразделениях.

Для реализации задач материально-технического обеспечения предполагается проводить консолидацию расчетов на федеральном уровне для определения пороговых значений объемов расходов/закупок, как вариант практической реализации типа прогнозирования «снизу-вверх».

Для централизованно закупаемых материально-технических ресурсов, закупки целесообразно планировать и проводить с учетом результатов сценарного стресс-тестирования на федеральном уровне (в том числе с применением сетевой модели обмена ресурсами).

В рамках проведенного исследования систематизированы информационные источники, планы работ по материально-техническому обеспечению деятельности пожарно-спасательных подразделений.

В результате сравнительного анализа централизованной, децентрализованной и смешанной систем организации закупок в противопожарной сфере на примере развитых зарубежных стран сделаны выводы о необходимости совершенствования поддержки принятия решений о планировании восполнения ресурсов в соответствии с лучшими мировыми моделями, и с учетом национальной специфики и масштабов противопожарной системы России.

**Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих периодических изданиях из перечня ВАК:**

1. **Масалева, М.В.** Некоторые особенности пополнения ресурсной базы подразделений федеральной противопожарной службы [Электронный ресурс] / А.П. Сатин, М.В. Масалева, В.В. Симаков // Технологии техносферной безопасности. – 2015 – № 5 (63). – 10 с. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2015-5/44-05-15.ttb.pdf>.

2. **Масалева, М.В.** Автоматизация алгоритмов восполнения ресурсов // Вестник Московского финансово-юридического университета. – 2016. – № 3.

– С. 213-220.

3. **Масалева, М.В.** Технологии поддержки управленческого решения по восполнению ресурсов [Электронный ресурс] // Технологии техносферной безопасности. – 2016 – 4 (68). – 5 с. – Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-4/25-04-16.ttb.pdf>.

4. **Масалева, М.В.** Некоторые особенности поддержки принятия решений при материально-техническом обеспечении подразделений федеральной противопожарной службы ГПС МЧС России / Н.Г. Топольский, А.П. Сатин, М.В. Масалева, А.В. Стависский // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2018. – № 3. – С. 88-93.

5. **Масалева, М.В.** Метод прогнозирования расходов материальных ресурсов в региональных подразделениях федеральной противопожарной службы // Проблемы теории и практики управления – 2021. – № 4. – С. 103-114.

#### **В других научных изданиях:**

6. Масалева, М.В. Организация закупок товаров и услуг для государственных нужд в условиях чрезвычайных ситуаций на межведомственном уровне / М.В. Масалева // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций – 2014: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) – Воронежский институт ГПС МЧС России, 2014. – № 1 (3). – С. 141-142.

7. Масалева, М.В. Особенности организации размещения государственных заказов подразделениями ГПС МЧС России / М.В. Масалева, А.В. Мокшанцев., А.Ю. Любавский // Проблемы техносферной безопасности – 2015: Материалы IV-й международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов – Академия ГПС МЧС России, 2015. – С. 498-501.

8. Масалева, М.В. Планирование государственных закупок в МЧС России при помощи автоматизированной централизованной базы данных / М.В. Масалева, Р.Р. Ахметов, Д.А. Ветров // Проблемы техносферной безопасности – 2016: Материалы V-й международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 332-336.

9. Масалева, М.В. О восполнении ресурсной базы ФПС МЧС России / М.В. Масалева // Системы безопасности-2016: Материалы 25 международной научно-технической конференции (с международным участием). – Академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 63-65.

10. Масалева, М.В. Применение векторного метода прогнозирования потребностей в ресурсах при планировании государственных закупок / М.В. Масалева // Проблемы управления безопасностью сложных систем-2016: Труды XXIV Международной конференции. – Институт проблем управления им. Трапезникова РАН 2016. – С. 112-115.

11. Масалева, М.В. Модель объединения федерального и муниципальных бюджетов для ресурсного обеспечения ФПС МЧС России / М.В. Масалева // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» - 2018: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Воронежский институт – филиал Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, 2018. – № 1 (9). – С. 293-295.

12. Масалева, М.В. Модель формирования ресурсов при управлении комплексной безопасностью промышленных парков / М.В. Масалева, Я.В. Сычев // Системы обеспечения техносферной безопасности – 2018: Материалы V Всероссийской конференции и школы для молодых ученых (с международным участием). – Южный федеральный университет (г. Ростов-на-Дону), 2018. – С. 42-45.

13. Масалева, М.В. Консолидация бюджетов органов государственной власти Российской Федерации и местного самоуправления при планировании ресурсного обеспечения деятельности подразделений федеральной противопожарной службы / М.В. Масалева // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – № 2 (9). – С. 42-47.

14. Масалева, М.В. Прогнозирование расходов материальных ресурсов пожарно-спасательных подразделений /М.В. Масалева // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, 23 апреля 2021 года, г. Железногорск, 2021. – С. 417-422.

15. Масалева, М.В. Прогнозирование расходов материальных ресурсов пожарно-спасательных подразделений / М.В. Масалева // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий, Москва, 12–16 мая 2021 года. – Москва, 2021. – С. 258-263