



**Самарин Илья Вадимович**

**МЕТОДЫ, МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ  
АВТОМАТИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННОГО  
УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬЮ  
ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
КОМПЛЕКСА**

Специальности:

2.3.4. Управление в организационных системах  
(технические науки)

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами (технические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Научные  
консультанты:

заслуженный деятель науки РФ,  
доктор технических наук, профессор  
**Топольский Николай Григорьевич**

доктор технических наук,  
старший научный сотрудник  
**Гриняев Сергей Николаевич**

Официальные  
оппоненты:

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

**Терехов Алексей Леонидович**  
доктор технических наук, профессор,  
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Отдел ученого  
совета, главный научный сотрудник

**Колодкин Владимир Михайлович**  
доктор технических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный  
университет», кафедра цифровых инженер-  
ных технологий, профессор

Ведущая  
организация:

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС  
России

Защита состоится «12» октября 2022 г. в 14 часов 00 минут на заседании диссертационного совета 04.2.002.01, созданного на базе 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/b91/b9145a0789d4fb7454d8f34baa175424.pdf>

Автореферат разослан «20» июля 2022 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент



Хабибулин Р.Ш.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Объекты топливно-энергетического комплекса (ТЭК) являются важной составляющей частью критической инфраструктуры страны. В силу сочетания особенностей технологических процессов, характеристик сырья и готовой продукции объекты ТЭК относятся к категории пожаровзрывоопасных. Особенности техпроцессов в ТЭК обуславливают необходимость постоянного поддержания заданных режимов работы с учетом требований пожарной безопасности (ПБ): отклонение от требуемых режимов влечет за собой тяжелые последствия. По данным Ростехнадзора совокупный ущерб, нанесенный объектам ТЭК, исчисляется десятками млрд рублей. В целях предупреждения аварийных ситуаций и соблюдения требований пожарной взрывобезопасности (ПВБ) на объектах ТЭК организуются автоматизированные системы пожарной взрывобезопасности (АСПВБ). Для согласованного проведения мероприятий на объектах ТЭК разрабатываются и реализуются различные планы, контроль выполнения которых осуществляется лицом, принимающим решение (ЛПР).

В последние годы в отношении ряда отраслей и отдельных предприятий Российской Федерации были введены экономические и политические санкции, которые ограничили доступ к передовым технологиям, снизили доступность инвестиционных ресурсов для опережающего развития научных направлений, связанных с совершенствованием работы АСПВБ, и сформировали для объектов ТЭК **особые условия** работы. Их особенностью стали усиливающиеся негативные факторы, снижающие эффективность как существующих АСПВБ (в силу затруднения доступа к импортным запасным частям), так и проектируемых (в силу решения задач по импортозамещению), что в целом привело к возникновению дополнительных, динамически изменяющихся ограничений.

**Актуальность диссертационного исследования** состоит в новом подходе к планированию противопожарных мероприятий на объектах ТЭК в особых условиях.

Налицо противоречие: затраты на обеспечение пожаровзрывобезопасности на объектах ТЭК увеличиваются, однако ущерб от пожаров не снижается (что было бы закономерно), а продолжает расти. Ситуация осложняется наличием и динамикой особых условий.

Выявленное противоречие определяет **прикладную проблему**, связанную с необходимостью повышения эффективности автоматизированной системы пожарной взрывобезопасности в особых условиях.

С учетом специфики указанной проблемы найти ее решение не представляется возможным без разработки новых подходов к организационному управлению пожаровзрывобезопасностью в особых условиях, что определяет состав **научно-технической проблемы**, решаемой в диссертационной работе.

Решение поставленной в работе проблемы базируется на гипотезе о том, что требуемый уровень защищенности объекта ТЭК в особых условиях может быть обеспечен за счет совершенствования автоматизации и интеллектуализации организационного управления пожаровзрывобезопасностью. Для достижения указанной цели была предложена и реализована программа исследований, представленная на рисунке 1.

**Объектом исследования** являются системы пожаровзрывобезопасности объектов топливно-энергетического комплекса.

**Предметом исследования** является реализуемая в особых условиях автоматизация организационного управления пожаровзрывобезопасностью объектов топливно-энергетического комплекса.

**Целью исследования** является разработка моделей, методов и алгоритмов автоматизации организационного управления пожаровзрывобезопасностью объектов топливно-энергетического комплекса.

Поставленная в работе цель достигается путем решения следующих задач:

1. Анализ потерь на объектах топливно-энергетического комплекса в результате пожаров и взрывов; анализ изменений, связанных с применением новых автоматизированных технологий.

2. Анализ функционирования объектов ТЭК в нормальных и особых условиях.

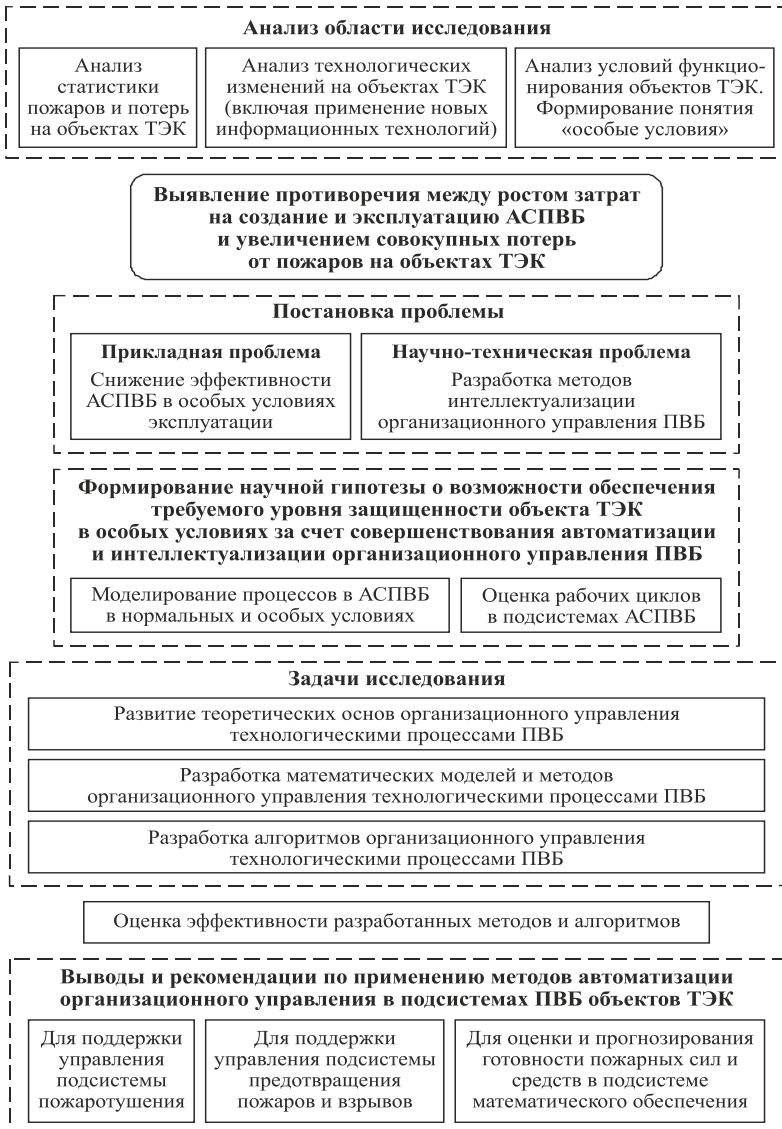
3. Выявление и оценка рабочих циклов в подсистемах автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности.

4. Модификация методов организационного управления технологическими процессами пожаровзрывобезопасности в особых условиях, а именно: введение понятия особых условий, отражающего неритмичность реализации противопожарных мероприятий; оценка и систематизация рабочих циклов подсистем автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности и связанной с этим проблемы повышения их эффективности.

5. Разработка математических моделей и методов организационного управления технологическими процессами пожаровзрывобезопасности.

6. Разработка алгоритмов автоматизации организационного управления процессами пожаровзрывобезопасности.

7. Оценка эффективности разработанных методов и алгоритмов.
8. Подготовка выводов и рекомендаций по повышению эффективности автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов топливно-энергетического комплекса в особых условиях.



**Рисунок 1** — Программа исследования

**Степень разработанности темы исследования.** Состав, структура и механизм применения автоматизированной системы

пожаровзрывобезопасности были глубоко проработаны в предыдущие годы. Большой вклад в развитие теоретической базы создания таких систем внесли Н.Г. Топольский, А.В. Федоров, С.Ю. Бутузов, В.А. Минаев, Ю.В. Прус, Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, А.А. Таранцев, Е.А. Мешалкин, С.А. Качанов, А.Н. Членов, А.В. Матюшин и др.

**Научная новизна** исследования состоит в том, что:

1) впервые в отечественной науке определено понятие «особые условия» функционирования автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности объектов топливно-энергетического комплекса. Для них разработаны специальные модели оценки эффективности мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности, отличающиеся от известных применением нового подхода на основе агрегатного показателя эффективности автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности для разных уровней информирования лица, принимающего решения, на объектах ТЭК;

2) предложены методы решения задач динамического планирования работы подсистем автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объекта ТЭК, а также методы параметрического анализа среднесрочных бюджетных планов в особых условиях, отличающиеся от существующих тем, что они основаны на учете важности отдельных мероприятий и особых условий функционирования;

3) на основе авторских моделей и методов впервые разработаны алгоритмы оценки работы управляющей и мониторинговой подсистем автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности; алгоритмы повышения эффективности работы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности при различном характере финансирования планируемых мероприятий; алгоритмы интеллектуализации организационного управления на основе обратного метода решающих матриц, а также алгоритм определения снижения интегрального риска реализации совокупности мероприятий;

4) разработаны модели и алгоритмы для автоматизированных систем общего назначения автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности по оценке и прогнозированию их готовности на объектах ТЭК, отличающиеся от существующих учетом особых условий;

5) создана технология повышения эффективности работы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объекта топливно-энергетического комплекса в особых условиях как взаимосвязанная совокупность разработанных моделей, методов и алгоритмов;

б) на основе созданной технологии разработано уникальное программное средство информационно-аналитической подсистемы планирования противопожарной деятельности объекта топливно-энергетического комплекса, позволяющее динамически оценивать эффективность планирования мероприятий.

**Теоретическая и практическая значимость** работы основана на развитии научных представлений и обосновании инженерных и программно-математических подходов к интеллектуализации организационного управления технологическими процессами в автоматизированных системах пожаровзрывобезопасности в особых условиях. Прикладные результаты, полученные автором в диссертационном исследовании, использованы в практической работе. Их внедрение подтверждено актами внедрения, актами ввода в эксплуатацию и свидетельствами Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ. Разработаны рекомендации и проекты нормативных актов по развитию и совершенствованию нормативно-правовой базы в области государственного стратегического планирования и безопасности объектов топливно-энергетического комплекса в особых условиях.

**Методы исследования.** Проведившиеся в работе исследования базируются на методах теории вероятности, теории графов, математической статистики, математического программирования, численных методах, методе анализа иерархий.

**Достоверность результатов исследования** подтверждается корректностью постановки задач, строгостью математического аппарата, ясностью выявляемых физических, технологических и социальных эффектов, основанных также на многолетней официальной статистике потерь от пожаров.

#### **На защиту выносятся:**

1. Новые принципы автоматизированного организационного управления технологическими процессами пожаровзрывобезопасности путем введения понятия «особые условия», задания динамического характера их изменений и решения задачи планирования мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности с учетом наличия особых условий и различий рабочих циклов подсистем автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности.

2. Технология повышения эффективности автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности в особых условиях как взаимосвязанная совокупность разработанных моделей, методов и алгоритмов, позволяющих обеспечить заданный уровень пожарной безопасности.

3. Новое программно-аналитическое средство, основанное на применении созданной технологии планирования противопожарных мероприятий.

4. Предложения и рекомендации по развитию средств поддержки организационного управления в подсистемах автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности:

- пожаротушения;
- предотвращения пожаров и взрывов;
- математического обеспечения.

**Апробация результатов работы.** Результаты диссертации были доложены и обсуждались на: юбилейной X Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности» (газ, нефть, энергетика), 8–11 октября 2013 г., Москва; XXVI Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: инновации в современном мире», Москва, 2014 г.; Международной научно-практической конференции «Технические науки: теория, методология и практика», Москва, 2014 г.; XV Международной научно-практической конференции «Современное состояние естественных и технических наук», Москва, 2014 г.; XXIV Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы технических наук», Москва, 2014 г.; XXXIII Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы технических наук», Москва, 2015 г.; III Международной научной конференции «Технические науки в России и за рубежом», Москва, 2014 г.; XXI Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России», 8–10 февраля 2016 г., Москва; IX Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности–2020», Москва, 2020 г.

**Практическая реализация результатов исследования.** Результаты, представленные в диссертационной работе автора, использованы и внедрены при подготовке и проведении совместных антитеррористических учений «Иссык-Куль – Антитеррор–2018» в части, касающейся организации тактики использования сил МЧС при ликвидации последствий террористических актов; при производстве строительно-монтажных работ по возведению технологического комплекса автотранспортного предприятия по перевозке газового



конденсата КС «Портовая» «Северный поток-1» в части, касающейся вопросов обеспечения пожаровзрывобезопасности объектов ТЭК; при модернизации центра обработки данных программно-аппаратного комплекса «Поисковая система «СЕУС», предназначенного для поиска, мониторинга и анализа информации, размещенной в открытом пространстве социальных сетей, в части, касающейся выявления угроз пожаровзрывобезопасности объектов топливно-энергетического комплекса; при подготовке изменений в Федеральный закон от 28.06.2014 №172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», в Федеральный закон от 21.07.2019 №256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса», а также при практическом применении разработанного программного обеспечения на ряде предприятий, осуществляющих деятельность по обеспечению пожарной безопасности.

**Публикации.** По теме диссертации опубликована 81 научная работа, в том числе 63 в изданиях, рекомендованных ВАК (включая индексируемые в международных базах данных), 3 монографии. Получено 14 свидетельств Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из 5 глав, введения, заключения, списка литературы из 301 наименования и приложений на 35 листах. В основную часть включено 411 страниц текста, 78 таблиц и 115 рисунков.

**Личный вклад автора.** Выносимые на защиту положения разработаны лично автором. Во всех публикациях (в том числе подготовленных совместно с другими авторами), где отражены основные результаты диссертации, автору принадлежат разработанные математические модели, алгоритмы и методы автоматизированного управления планированием технологических процессов в автоматизированных системах пожаровзрывобезопасности объектов топливно-энергетического комплекса в особых условиях.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** кратко изложена суть проблемы и обоснована актуальность ее решения; определена цель и поставлены задачи по ее достижению; показаны научная новизна и практическая значимость работы.

В главе 1 проведен анализ текущих условий применения и обозначена проблема необходимости повышения эффективности АСПВБ на объектах ТЭК.

В главе приводятся сведения о существующих подходах к планированию противопожарных мероприятий на объектах ТЭК с учетом отечественного и зарубежного опыта. Данные официальной статистики показывают, что в последние годы при тенденции к снижению количества пожаров на объектах ТЭК общий ущерб от них продолжает расти.

В последнее время с учетом развития проектов по производству сжиженного природного газа (СПГ) возросла зависимость отечественной промышленности от зарубежных технологий контроля пожарной безопасности. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) в проектах по получению СПГ во всех реализуемых проектах сегодня основаны на импортных комплектующих.

Несмотря на значительные инвестиции в создание отечественных аналогов зарубежной продукции, доля средств, направляемых на развитие пожарной тематики, слишком мала. В области пожарной безопасности многие составные части технологического оборудования на предприятиях по переработке сжиженного природного газа (ППСПГ) по-прежнему импортные, поскольку они интегрированы в общую технологическую производственную схему.

Введение международных санкций в отношении ряда отраслей российской экономики остро поставило вопрос о необходимости импортозамещения на объектах ТЭК, поиска новых источников финансирования и доступа к передовым технологиям. В новых условиях стало сложно находить новые эффективные способы обеспечения безопасности объектов, балансируя между импортными и отечественными компонентами при планировании мероприятий. Такие условия в работе названы «особыми». **Важно, что особые условия не являются постоянными во времени: как и сами санкции, они меняются динамически, охватывая новые отрасли и новые предприятия. Однозначно сказать, какими они будут в среднесрочной и долгосрочной перспективе, невозможно.** Это вносит серьезную неопределенность в планирование противопожарных мероприятий на объектах ТЭК. Особые условия вызвали потребность к пересмотру всех планов развития объектов ТЭК.

Для предотвращения опасных ситуаций и поддержания действенного контроля противопожарной обстановки на объектах ТЭК создаются и используются автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности (АСПВБ). Как правило, в состав АСПВБ входят 4 подсистемы первого уровня и 18 подсистем второго уровня (рисунок 2). В структуре АСПВБ полученные в диссертации результаты применены в ее подсистемах (на рисунке подсистемы выделены красным).

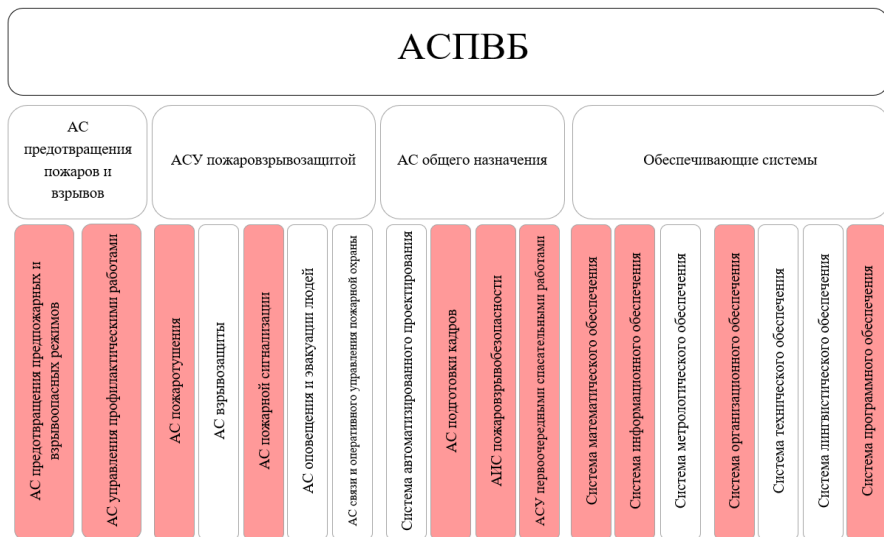


Рисунок 2 — Структура АСПВБ

Известно, что АСПВБ на объектах ТЭК присущи следующие особенности:

- нормативными документами задан требуемый и минимально допустимый уровень обеспечения пожарной безопасности, который является основой оценки эффективности работы АСПВБ;
- обеспечение требуемого уровня пожаровзрывобезопасности достигается согласованной работой всех подсистем; нарушение согласования ведет к разрушению единого цикла управления АСПВБ и, как следствие, к снижению эффективности ее работы;
- основа реагирования на чрезвычайные происшествия сосредоточена в подсистемах: предотвращения пожаро- и взрывоопасных режимов, управления профилактическими работами, пожаротушения (см. рисунок 2). Именно эти подсистемы в большей степени насыщены импортными комплектующими; именно они запускают большинство планов по реагированию на чрезвычайные

происшествия, оперативность выполнения которых в наибольшей степени влияет на общую эффективность АСПВБ;

- как и для любой сложной технической системы, для АСПВБ характерно возникновение неисправностей и отказов на уровне различных подсистем в процессе функционирования, что ведет к рассогласованию циклов управления и снижению эффективности АСПВБ в целом.

С учетом вышеизложенного поставленная в диссертационной работе проблема может быть формализована следующим образом.

Будем называть процесс фиксации предпосылок опасных ситуаций, связанный с выходом из строя противопожарного оборудования и возникновением ошибок в подсистемах АСПВБ, **разрушительным подпроцессом**, а подпроцесс восстановления и ремонта — **созидательным подпроцессом**.

Будем также считать, что:

1) эффективность АСПВБ зависит от времени, и обозначим ее через  $W$ , а ее снижение или восстановление в ходе указанных подпроцессов примем за  $\Delta W$ ;

2) разрушительный подпроцесс со временем ведет к снижению эффективности, созидательный — к ее росту.

Если обозначить через  $M$  число всех мероприятий созидательного подпроцесса, выполнение которых приведет к тому, что эффективность АСПВБ станет равна  $W_{\max}$ , то этот показатель логично представить в нормированном виде как

$$W_{\max} = \sum_{i=1}^M \alpha_i \beta_i = 1, \quad (1)$$

где  $\alpha_i$  — значимость  $i$ -го мероприятия;  $\alpha_i \in [0, 1]$ ;

$\beta_i$  — доля эффективности  $i$ -го мероприятия в общей целевой эффективности созидательного процесса (условное  $\Delta W$  для него);

$\beta_i \in [0, 1]$ .

Целевым значением для агрегатного показателя эффективности АСПВБ при проведении плановых мероприятий созидательного подпроцесса будет такое значение функции  $W(t)$ , при котором

$$W(t) \geq W_{\text{тр}}, \quad (2)$$

где  $W_{\text{тр}}$  — требуемая эффективность АСПВБ объекта ТЭК.

Существует такая эффективность АСПВБ объекта ТЭК, при которой его дальнейшая работа невозможна в принципе. Такую эффективность обозначим как  $W_{\text{кр}}$ .

Продолжение работы АСПВБ при значении агрегатного показателя эффективности на участке

$$W_{\text{тр}} \geq W(t) > W_{\text{кр}} \quad (3)$$

возможно, но при значительных ограничениях. Работа АСПВБ и, как следствие, всего объекта ТЭК, на котором она развернута, при  $W(t) \leq W_{\text{кр}}$  невозможна.

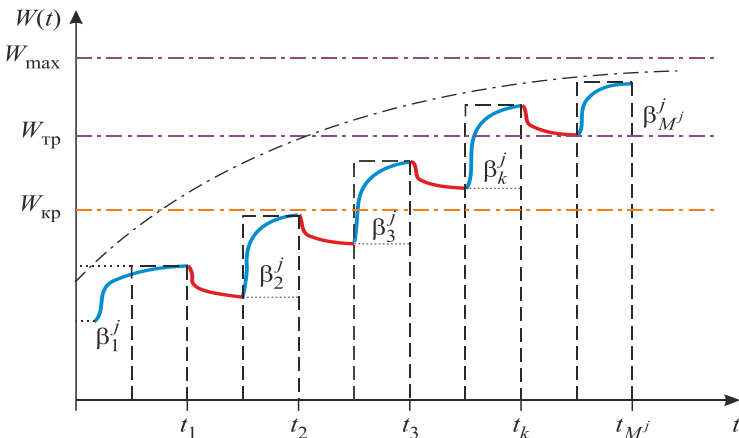
Каждый из планов проведения восстановительных мероприятий в созидательном подпроцессе можно считать условной суммой (или вектором) составляющих его мероприятий. Если обозначить эффективность  $j$ -го плана через  $\beta^j$ , то для каждого из таких планов можно записать:

$$\beta^j = \{\beta_1^j, \beta_2^j, \dots, \beta_{M^j}^j\}, \quad (4)$$

где  $\beta_i^j$  — доля эффективности  $i$ -го мероприятия в целевой эффективности восстановительного процесса в  $j$ -м плане;

$M^j$  — число мероприятий в  $j$ -м плане.

Мероприятия  $\beta_i^j$  в  $j$ -м плане проходят так, что конец мероприятия с номером  $i$  знаменует начало мероприятия с номером  $i + 1$  с некоторой задержкой. В этот промежуток времени эффективность АСПВБ снижается. Для такого случая график реального восстановления эффективности будет выглядеть так, как показано на рисунке 3.



**Рисунок 3** — График восстановления эффективности АСПВБ в обычных условиях

Доли эффективности мероприятий по пожарной безопасности  $\beta_i^j$  в своде планов объекта ТЭК зависят от времени и финансирования, так как они должны быть запланированы и проведены. Следовательно,

можно определить функции долей эффективности как функцию со следующими группами параметров:

$$\beta_i^j = f(t^{ij}, \varphi_{ij}, U_{ij}), \quad (5)$$

где  $t^{ij}$  — время, необходимое для проведения  $i$ -го мероприятия  $j$ -го плана, по прошествии которого будет реализован вклад  $\beta_i^j$  в совокупную эффективность  $W$ ;

$\varphi_{ij}$  — финансирование, необходимое для проведения  $i$ -го мероприятия  $j$ -го плана, при полном выделении которого будет реализован вклад  $\beta_i^j$  в совокупную эффективность  $W$ ;

$U_{ij}$  — управление, необходимое для проведения  $i$ -го мероприятия  $j$ -го плана (действие ЛПР, направленное на достижение определенной цели по эффективности АСПВБ).

Для условий

$$\sum_{i=1}^L \gamma_i = 1; \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} W(t, \varphi, U) \leq 1 \\ W(t, \varphi, U) \geq W_{\text{тр}} \\ \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{M^j} \beta_i^j \text{ запл} = 1 \\ U_{\text{тек}}^{ij} \geq U_{\text{тр}}^{ij} \end{array} \right. \quad (7)$$

суммарное значение агрегатного показателя эффективности при воздействии двух подпроцессов в АСПВБ в обычных условиях при проведении мероприятий по обеспечению ПБ определится как

$$W(t, \varphi, U) = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{M^j} \delta'_{ij} \beta_i^j(t, \varphi, U) - \sum_{k=1}^{L'} \gamma_k, \quad (8)$$

где  $L$  — общее число негативных воздействий при разрушительном процессе;

$\gamma_i$  — величина снижения эффективности АСПВБ из-за одного опасного события;

$\beta_i^j \text{ запл}$  — запланированная при выполнении доля эффективности  $i$ -го мероприятия  $j$ -го плана в общей эффективности созидательного процесса (максимальная для данного мероприятия);

$U_{\text{тек}}^{ij}$  — величина, характеризующая такое управление  $i$ -м мероприятием  $j$ -го плана, при котором данное мероприятие будет выполняться в течение всего времени, требуемого для его безусловного выполнения, и при котором будет обеспечено

полное необходимое для безусловного выполнения финансирования;

$U_{\text{тр}}^{ij}$  — «минимально необходимое» для получения эффективности

$\beta_i^{j \text{ запл}}$  управление  $i$ -м мероприятием  $j$ -го плана;

$\delta'_{ij} = \{0, 1\}$  — коэффициент, характеризующий выполнение мероприятия (1 — выполнено, 0 — нет);

$L'$  — негативные воздействия, которые произошли к текущему моменту;

$N$  — общее число планов в созидательном подпроцессе АСПВБ.

Для управления эффективностью АСПВБ на объекте ТЭК целесообразно использовать такую нормировку для  $L'$ , которая будет сравнима с суммарным числом мероприятий по всем планам:

$$L' \approx \sum_{i=1}^N M^i. \quad (9)$$

Рассматривая влияние особых условий на показатель эффективности АСПВБ, можно сказать, что их результатом станет изменение параметров  $t_{\text{тр}}^{ij}$ ,  $U_{\text{тр}}^{ij}$  и  $\varphi_{\text{тр}}^{ij}$  ( $\varphi_{\text{тр}}^{ij}$  — требуемое (полное необходимое) для безусловного выполнения  $i$ -го мероприятия  $j$ -го плана финансирование;  $t_{\text{тр}}^{ij}$  — время, требуемое для безусловного выполнения  $i$ -го мероприятия  $j$ -го плана).

Для обычных условий при выполнении корректирующих воздействий в отдельных подсистемах АСПВБ второго уровня следует учитывать три основных состояния используемых в планировании материальных ресурсов (таблица 1).

**Таблица 1** — Состояния материальных ресурсов объекта ТЭК

Номер состояния	Описание	Условия
1	Ресурс закуплен, находится на складе объекта ТЭК и может быть использован	Обычные
2	Ресурс отсутствует на складе объекта ТЭК (на нем есть только часть необходимого ресурса). Должны быть проведены мероприятия по его закупке и доставке	Обычные
3	Ресурс отсутствует в продаже. До его фактической закупки и доставки должны быть проведены НИОКР или иные работы	Особые

Наиболее подходящим для динамичного проведения корректирующих воздействий в созидательном подпроцессе является состояние ресурсов № 1.

В обычных условиях

$$t_{\text{мер}} = t_{\text{проц}} + t_{\text{прим}}, \quad (10)$$

где  $t_{\text{мер}}$  — время планирования и проведения мероприятия в созидательном подпроцессе с учетом (8);

$t_{\text{проц}}$  — время выполнения предварительных закупочных процедур для обеспечения дальнейшего проведения мероприятия в созидательном подпроцессе;

$t_{\text{прим}}$  — время проведения мероприятия по применению закупленного оборудования в созидательном подпроцессе.

Тогда для состояния № 1

$$t_{\text{мер}} = t_{\text{прим}}. \quad (11)$$

Для нескольких единиц противопожарного оборудования формулу расчета времени  $t_{\text{мер}}^{(1)}$  можно записать как

$$t_{\text{мер}}^{(1)} = \sum_{i=1}^N t_{\text{прим}}^{i(1)}, \quad (12)$$

где  $t_{\text{мер}}^{(1)}$  — время планирования и проведения мероприятия в созидательном подпроцессе при выполнении запланированного комплекса корректирующих действий при условии, что материальные ресурсы находятся в состоянии № 1;

$t_{\text{прим}}^{i(1)}$  — время  $i$ -го действия по замене (ремонту)  $i$ -й единицы противопожарного оборудования;

$N$  — число единиц противопожарного оборудования, подлежащего замене (ремонту).

Для сравнения различных значений времени мероприятий, проводимых для обеспечения пожарной безопасности объекта ТЭК при наличии или отсутствии материального ресурса либо при иных обстоятельствах, введем параметр относительного времени, определяемого как

$$\tau_{\text{мер}}^{kj} = t_{\text{мер}}^k / t_{\text{мер}}^j, \quad (13)$$

где  $\tau_{\text{мер}}^{kj}$  — величина, характеризуемая отношением времени мероприятия в  $k$ -м состоянии ко времени мероприятия в  $j$ -м состоянии.

При наступлении особых условий в (10) появится еще одно слагаемое:

$$t_{\text{мер}}^{(3)} = t_{\text{проц}} + t_{\text{прим}} + t_{\text{доп}}, \quad (14)$$

где  $t_{\text{мер}}^{(3)}$  — время планирования и проведения мероприятия в созидательном подпроцессе при условии, что материальные ресурсы находятся в состоянии № 3;



$t_{\text{проц}}$  — время проведения предварительных закупочных процедур;

$t_{\text{прим}}$  — время проведения мероприятия;

$t_{\text{доп}}$  — дополнительное время, связанное с особыми условиями.

С учетом особенностей рассматриваемой проблемы параметр  $t_{\text{доп}}$  наиболее значимым образом будет определяться временем планирования и проведения НИОКР, а также временем появления соответствующего продукта на рынке с учетом его постановки в серийное производство. Рассчитаем это время и представим данные в таблице 2.

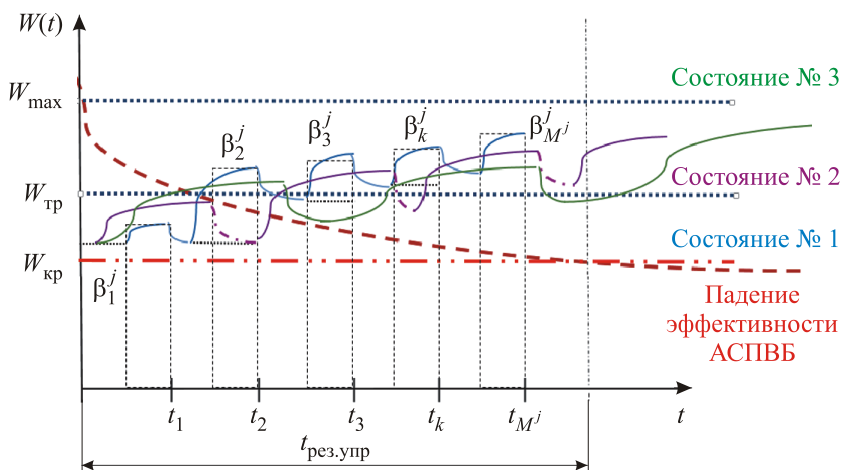
У ЛПП объекта ТЭК в обычных и особых условиях есть некоторый резерв времени, определяемый интенсивностью снижения эффективности АСПВБ в разрушительном подпроцессе до  $W_{\text{кр}}$ . Этот резерв времени целесообразно называть «резервом управления»  $t_{\text{рез.упр.}}$ .

Исходя из данных таблицы 2 и рисунка 4, можно говорить о том, что для разных состояний ресурсов время восстановления эффективности АСПВБ при проведении одинаковых мероприятий различно. Как видно из рисунка 4, ЛПП необходимо в течение резерва управления таким образом спланировать и провести мероприятия по обеспечению ПБ, чтобы общая эффективность АСПВБ была выше либо равна  $W_{\text{тр}}$ .

**Таблица 2** — Время проведения мероприятий для разных состояний ресурсов

Состояние материальных ресурсов	Условия	Краткое описание необходимых мероприятий	Время, часы
Состояние № 1	Обычные	Замена элемента оборудования	1
		Замена группы элементов оборудования	5
Состояние № 2	Обычные	Простая закупка, оплата, доставка на склад, замена элемента оборудования	$4,9 \cdot 10^1$
		Закупка в соответствии с требованиями 44-ФЗ и 223-ФЗ*, оплата, доставка на склад, замена элемента оборудования	$2,16 \cdot 10^2$
Состояние № 3	Особые	Планирование и проведение НИОКР, простая закупка, оплата, доставка на склад, замена элемента оборудования	$2,63 \cdot 10^4$
		Планирование и проведение НИОКР, закупка в соответствии с требованиями 44-ФЗ и 223-ФЗ, оплата, доставка на склад, замена элемента оборудования	$2,64 \cdot 10^4$

\* Федеральный закон № 44-ФЗ от 5 апреля 2013 г. «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»; Федеральный закон от 18 июля 2011 г. № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».



**Рисунок 4** — Графики восстановления эффективности при различных состояниях ресурсов с учетом резерва управления ЛППР

В главе 2 проанализированы существующие подходы к планированию мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности и предложены математические модели оценки их эффективности.

В данной части исследования установлено, что разработанные ранее методы и модели, представляющие собой теоретические основы создания АСПВБ, не решают задач динамического планирования в особых условиях и при изменении вызванных ими ограничений. В этой связи необходимо развитие существующей теоретической базы за счет разработки новых моделей и методов, учитывающих необходимость их динамической адаптации к особым условиям.

С этой целью в главе выполнены построения моделей, содержащих различные варианты представления интегральных показателей эффективности работы АСПВБ. Модели строятся отдельно для обычных и особых условий для наглядности сравнения результатов их применения. Отдельно подчеркнута необходимость динамического изменения планов работы по поддержанию эффективного функционирования подсистем АСПВБ в особых условиях при изменениях внешней среды объектов ТЭК.

Понятие потенциала  $\mathfrak{Z}$  как совокупности возможностей объекта ТЭК (по выпуску продукции, оказанию услуг, обеспечению ПБ и т.п.) дает один из вариантов интегрального показателя эффективности организационного управления на объекте ТЭК.

При проведении мероприятий по обеспечению пожаровзрывобезопасности возможности предприятия по ее поддержанию изменяются. Для количественного определения этого изменения в рассмотрение вводится параметр  $\eta$ :

$$\eta = \{\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n\}, \quad (15)$$

где  $\eta_i$  — степень проработанности проблемных вопросов в  $i$ -м мероприятии;  $\eta_i \in [0, 1]$ ;

$n$  — количество предполагаемых для реализации мероприятий.

Для обоснования методов динамического планирования в работе рассмотрено стратегическое бюджетное планирование. Успешность выполнения мероприятий по повышению эффективности работы АСПВБ в обычных и особых условиях в этом случае обуславливается только финансовыми затратами. Тогда величина  $\eta_i$  будет зависеть от полноценного ( $S_i$ ) и реального ( $s_i$ ) уровней финансирования работ:  $\eta_i = 1$ , если  $s_i = S_i$ . В этом случае приращение потенциала  $\Delta \mathfrak{Z}$  даст повышение эффективности  $W$  по завершению всего комплекса работ:

$$W = \mathfrak{Z}(\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_n) - \mathfrak{Z}(0, 0, 0, \dots, 0), \quad (16)$$

где  $\mathfrak{Z}(\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_n)$  — величина потенциала при условии частичной или полной реализации всех или части запланированных мероприятий (работ);

$\mathfrak{Z}(0, 0, 0, \dots, 0)$  — величина потенциала при условии, что ни одно из мероприятий в плановом периоде не реализуется.

Для потенциала  $\mathfrak{Z}(\eta_1, \eta_2, \eta_3, \dots, \eta_n)$  устанавливается обобщенная функциональная зависимость изменения возможностей  $W^*$  предприятия по обеспечению требуемого уровня эффективности АСПВБ в течение очередного планового периода от реального финансирования  $s_i$  предполагаемых мероприятий:

$$W^*(s_1, s_2, s_3, \dots, s_n) = \sum_{i=1}^n \beta_i \eta_i(s_i) = \sum_{i=1}^n R_i(s_i), \quad (17)$$

где  $\beta_i$  — результат (вклад) от реализации различных мероприятий в повышение эффективности пожаровзрывобезопасности при их полноценном финансировании;

$R_i(s_i)$  — результат (вклад) от реализации различных мероприятий в изменение возможностей предприятия по совершенствованию мер ПБ в зависимости от уровня их реального финансирования  $s_i$ .

Для заданного фиксированного варианта финансирования мероприятий из разных источников оптимизационная задача формирования среднесрочного бюджетного плана для максимальной эффективности имеет следующий вид:

$$W_0^* = \max_{v \leq V} \left\{ \max \left[ W^*(s_1, s_2, \dots, s_n, V) \right] \right\} =$$

$$= \max_{v \leq V} \left\{ \max \left[ \sum_{k'(v)} R_i(s_i) + \sum_{m'(v)} R_i(s_i) + \sum_{j'(v)} R_i(s_i) + \dots + \sum_{q'(v)} R_i(s_i) \right] \right\} \quad (18)$$

при ограничениях:

$$\sum_{k'(v)} s_i \leq S_1; \quad (19)$$

$$\sum_{m'(v)} s_i \leq S_1; \quad (20)$$

$$\sum_{j'(v)} s_i \leq S_1; \quad (21)$$

$$\dots$$

$$\sum_{q'(v)} s_i \leq S_1; \quad (22)$$

$$s_i \leq S_i, \quad i = 1, \dots, n; \quad (23)$$

$$s_i \leq S_{\min}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (24)$$

где  $W_0^*$  — максимальное значение целевой функции (наивысший показатель регистрируемой ЛПР эффективности АСПВБ);

$v \leq V$  — номер варианта финансирования мероприятий из различных источников финансирования при общем количестве вариантов  $V$ ;

$S_1 \dots S_b$  — объемы финансового ресурса, содержащегося в разных источниках финансирования;

$b$  — количество источников финансирования для обеспечения мероприятий безопасности;

$S_i, S_{\min}, s_i$  — максимальный, минимальный и установленный в процессе планирования уровни финансирования  $i$ -го предполагаемого мероприятия соответственно;

$k'(v), m'(v), j'(v), \dots, q'(v)$  — количество мероприятий по повышению эффективности работы АСПВБ, финансирование которых предполагается из разных источников, соответствующее варианту финансирования с номером  $v$ .

Очевидно, что общее количество вариантов  $V$  финансирования мероприятий равно произведению количеств вариантов для всех мероприятий. Чтобы учесть и стоимостное ограничение, т.е. ограничение на финансовый ресурс, необходимо записать:

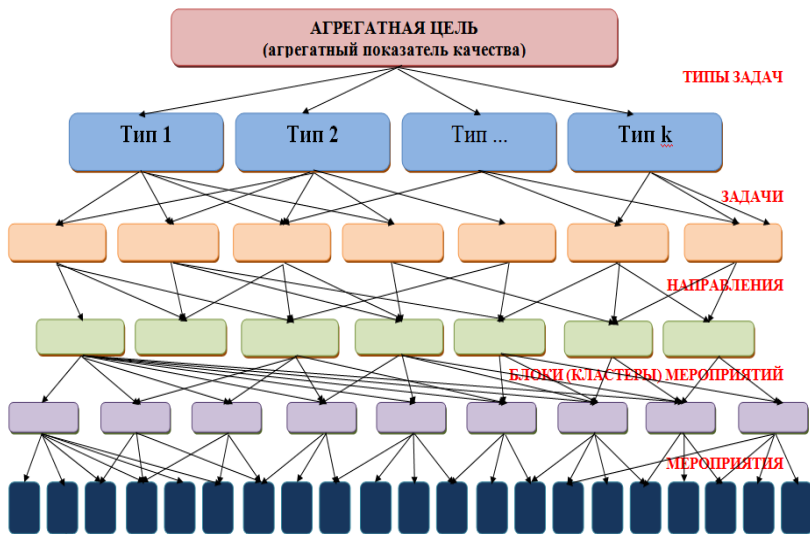
$$\begin{aligned} \min\{s_i, \min(\gamma_{i1} \cdot t_{i1}, \gamma_{i2} \cdot t_{i2}, \gamma_{i3} \cdot t_{i3}, \dots, \gamma_{ip} \cdot t_{ip})\} = \\ = \min\{s_i, \min(\gamma_{ip} \cdot t_{ip})\} \quad (\gamma_{ip} > 0), \end{aligned} \quad (25)$$

где  $p$  — номер вида ресурса;

$P$  — общее количество ресурсов.

По результатам решения задач динамического планирования для повышения эффективности работы АСПВБ в особых условиях с использованием математического программирования в общих и частных постановках были разработаны алгоритмы решения задачи повышения эффективности работы АСПВБ в особых условиях (с ограничением: полноценное финансирование включенных в план работ), повышения эффективности работы АСПВБ в особых условиях (с ограничением: произвольное финансирование включенных в план работ), повышения эффективности работы АСПВБ в особых условиях с несколькими ограничениями (несколькими источниками финансирования) и общего случая решения оптимизационной задачи для повышения эффективности работы АСПВБ в особых условиях.

Исходя из того, что достижение цели планирования реализуется в несколько этапов, составными частями которых являются отдельные мероприятия, для постепенной детализации действий по определению вкладов отдельных мероприятий в целевую эффективность был предложен граф стратегического планирования (рисунок 5). Он включает в себя иерархические взаимосвязи необходимых мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта ТЭК и обобщенной стратегической цели. В рассматриваемом конкретном случае стратегической целью является обеспечение требуемого уровня эффективности работы подсистем АСПВБ в особых условиях.



**Рисунок 5** — Граф стратегического планирования (схема взаимосвязи мероприятий и обобщенной стратегической цели)

Как видно из рисунка 5, на самом нижнем уровне представлены мероприятия по повышению эффективности АСПВБ. Затем данные мероприятия постепенно объединяются в блоки, и из них формируются планы (направления, задачи). Самый верхний уровень в графе — заданная цель, ради которой составляются планы и выполняются мероприятия. Это 1-й уровень графа. Для типов функциональных задач сформирован 2-й уровень и т.д.

Граф стратегического планирования (см. рисунок 5) позволяет сформировать количественную оценку эффективности мероприятий динамического планирования по повышению эффективности работы АСПВБ в особых условиях.

Значимости отдельных направлений для заданного уровня эффективности работы АСПВБ могут быть определены экспертами методом парных сравнений. Зададим их нормированные значения как  $x'_i$ . Тогда для них можно задать вектор  $x'$ :

$$x' = (x'_1, x'_2, \dots, x'_k), \quad (26)$$

где  $k$  — общее количество рассматриваемых направлений деятельности;

$x'_i$  — нормированная значимость для каждого из направлений.

Для 1-го уровня в графе стратегического планирования имеем следующий набор значимостей для 1-го типа функциональных задач:

$$y'_1 = (y'_{11}, y'_{12}, y'_{13}, \dots, y'_{1r}), \quad (27)$$

где  $y'_{11}, y'_{12}, y'_{13}, \dots, y'_{1r}$  — относительная значимость задач (факторов 3-го уровня) внутри 1-го типа (фактора 2-го уровня) для достижения первой промежуточной цели;  
 $r$  — максимальное количество типов функциональных задач в рассматриваемом плановом периоде. Если какая-то среднесрочная задача не связана с 1-м типом деятельности предприятия по ПБ, то соответствующий элемент матрицы-строки должен быть равен 0.

Для 2-го типа функциональных задач получаем набор значимостей на основании данных экспертов:

$$y'_2 = (y'_{21}, y'_{22}, y'_{23}, \dots, y'_{2r}). \quad (28)$$

Поступив аналогичным образом для других направлений деятельности, расположим полученные строки одну под другой в виде матрицы:

$$Y' = \begin{pmatrix} y'_{11} & y'_{12} & y'_{13} & \dots & y'_{1r} \\ y'_{21} & y'_{22} & y'_{23} & \dots & y'_{2r} \\ y'_{31} & y'_{32} & y'_{33} & \dots & y'_{3r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y'_{k1} & y'_{k2} & y'_{k3} & \dots & y'_{kr} \end{pmatrix}. \quad (29)$$

Такие матрицы принято называть решающими. Они строятся для всех уровней иерархической схемы (см. рисунок 5). Если теперь умножить строку  $x'$  на матрицу  $Y'$

$$x' \times Y' = (x_1, x_2, \dots, x_k) \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} & \dots & y_{1r} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} & \dots & y_{2r} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} & \dots & y_{3r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{k1} & y_{k2} & y_{k3} & \dots & y_{kr} \end{pmatrix} = y^*, \quad (30)$$

то в получившейся матрице-строке  $y^*$  будут содержаться относительные значимости типов задач по отношению к агрегатной цели.

Далее выполняем данную операцию последовательно по всем уровням (см. рисунок 5). В результате можем получить вектор-строку  $\hat{u}^*$  значимостей различных мероприятий:

$$h^* \times E' = x' \times Y' \times Z' \times H' \times E' = \hat{u}^*. \quad (31)$$

Для задачи анализа эффективности мероприятий в шести-уровневой иерархии получение матрицы  $v^*$  (см. (31)) является конечным результатом.

**В главе 3** разработана интеллектуальная технология организационного управления эффективностью систем пожаровзрывобезопасности.

Она включает в себя совокупность разработанных моделей, методов и алгоритмов и представляет собой технологию управления эффективностью мероприятий пожаровзрывобезопасности с учетом различных (в том числе особых) условий. В основе ее реализации заложен принцип адаптации, что позволяет говорить о ней как об интеллектуальной информационной технологии. В данной главе описана ее реализация в общей постановке для условно-расчетного предприятия ТЭК.

Целью применения интеллектуальной технологии выбрано «обеспечение пожаровзрывобезопасности на объекте ТЭК». Предложенная выше шестиуровневая иерархическая схема (граф стратегического планирования, см. рисунок 5), содержащая постепенную детализацию целей и задач, стоящих перед ЛПР при достижении выбранной цели (см. рисунок 5 и таблицу 3), послужила ее основой. В такой иерархии для целей нижестоящего уровня формируются цели и задачи (см. таблицы 3 и 4), используемые как входные данные. А затем для них строятся связующие таблицы (таблица 5) и решающие матрицы (таблица 6) по уровням. Размерность матриц задана числом целей и задач соответствующего уровня.

**Таблица 3** — Структура типов задач объекта ТЭК по пожаровзрывобезопасности (2-й уровень)

Номер типа	Описание типа задач
2.1	Предотвращение пожаров и взрывов
2.2	Обеспечение пожаровзрывозащиты
2.3	Организационно-технические мероприятия по пожаровзрывозащите
2.4	Обеспечение квалифицированными кадрами

Долгосрочные задачи условно разбиты на четыре блока — типы задач. Из них выбраны наиболее значимые для целей исследования мероприятия по пожаровзрывозащите (см. таблицу 4). В графе 3 таблицы 4 для каждой среднесрочной задачи обозначены формирующие ее основные целевые типы долгосрочных задач. Например, если для некоторой задачи указано «1, 4», то это означает, что эта задача



«работает» главным образом на типы 2.1 и 2.4 в таблице 3. Связь факторов 3-го уровня с факторами 2-го уровня в иерархии связей (см. рисунок 5) приведена в таблице 5.

**Таблица 4** — Структура целей объекта ТЭК по пожаровзрывобезопасности (3-й уровень)

Номер задачи	Описание задачи	Номер типа задач
1	2	3
	<b>1. Предотвращение пожаров и взрывов</b>	
3.1	Предотвращение образования взрывоопасной газо- и паровоздушной среды	1, 4
3.2	Предотвращение образования горючей среды	1, 4
3.3	Предотвращение образования во взрывоопасной и горючей средах (или внесения в них) источников зажигания	1
3.4	Взаимодействие с пожарной охраной МЧС, с городскими и другими заводскими системами и службами безопасности, с АСУТП	1
	<b>2. Обеспечение пожаровзрывозащиты</b>	
3.5	Применение средств пожаротушения и пожарной техники	2, 4
3.6	Применение автоматических систем локализации и подавления взрывов, установок пожарной сигнализации и пожаротушения	2
3.7	Применение основных строительных конструкций и материалов с нормированными показателями пожаровзрывобезопасности	2
3.8	Применение пропитки конструкций антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных красок (составов)	2
3.9	Применение устройств, ограничивающих распространение пожара	2
	<b>3. Организационно-технические мероприятия по пожаровзрывозащите</b>	
3.10	Применение средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожаров и взрывов	1, 2, 3
3.11	Применение средств автоматической и автоматизированной защиты технологического оборудования от несанкционированных ошибочных действий персонала и техногенного терроризма, которые могут явиться причинами пожаров и взрывов	1, 2, 3
3.12	Обеспечение необходимой информацией работников пожарной охраны и персонала	1, 3
	<b>4. Обеспечение квалифицированными кадрами</b>	
3.13	Поиск и закрепление квалифицированного персонала	1, 4
3.14	Организация обучения персонала правилам пожаровзрывобезопасности и пропаганда мер по борьбе с пожарами и взрывами	1, 2, 4

**Таблица 5** — Связь факторов 3-го уровня с факторами 2-го уровня

Номер типа задач	Номер функциональной задачи													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														
3														
4														

**Таблица 6** — Решающая матрица 4-го уровня (значения увеличены в 1000 раз)

Номер направления	Номер кластера (блока) мероприятий																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	181		369	181				287										
2		129			397	191	90	154					38					
3							229	122		648								
4		166	166	83				243	340									
5	111	228	164		332				164									
6	222		111						444				222					
7								210					437		210	141		
8										124	256	179				182	257	
9										250	500	250						
10								369					254					375
11														132	132	190	272	272
12															221		453	324

Закрашенные темным цветом ячейки определяют взаимосвязь факторов нижнего уровня (их номера указаны в графах таблицы 5) и факторов более высокого иерархического уровня (их номера представлены в строках таблицы 5) — целевые матрицы. Из них, в частности, видно, что с некоторой промежуточной целью 2-го уровня связаны не все, а только часть факторов 3-го уровня. Постепенное уточнение при таком решении типовой задачи планирования выполнено в обобщенной постановке и позволяет определить значимости:

- среднесрочных задач при реализации стратегической цели условно-расчетного предприятия ТЭК по пожаровзрывобезопасности;

- основных направлений деятельности при реализации стратегической цели условно-расчетного предприятия ТЭК по пожаровзрывобезопасности;

- блоков (кластеров) мероприятий при реализации стратегической цели условно-расчетного предприятия ТЭК по пожаровзрывобезопасности;

- мероприятий по реализации стратегической цели условно-расчетного предприятия ТЭК по пожаровзрывобезопасности.

Рассчитанные значения значимостей мероприятий сведены в таблицы (решающие матрицы). Так, например, решающая матрица 4-го уровня для кластеров (блоков) мероприятий по пожаровзрывобезопасности представлена в таблице 6. Разработанная и приведенная в данной главе технология является практическим воплощением теоретических обобщений, предложенных в главе 2.

**В главе 4** разработан ряд научно обоснованных прикладных методов, использующих предложенные в исследовании математические построения. Так, в частности, в данной главе математически обоснована возможность использования обратного метода решающих матриц для проведения мониторинга на объектах ТЭК по различным направлениям его деятельности. В этом методе расчеты основываются на стандартной математической процедуре — последовательном перемножении решающих матриц, полученных в предыдущей главе. Подставляя в формулы нужные формальные параметры, можно определить ожидаемые уровни реализации не только агрегатной, но и всех промежуточных целей объекта ТЭК, что крайне важно для особых условий.

Помимо этого, в данной главе приводится также решение задачи определения интегрального стратегического риска реализации совокупности мероприятий. Для этого метода прогнозирования результатов комплекса мероприятий для оценки ЛПР состояния различных направлений деятельности используются вероятности отдельных мероприятий, получаемые статистическим путем. Для этого предлагается проводить такое количество статистических испытаний  $L_{ст}$ , которое будет превышать некоторое минимально необходимое количество  $L_{min}$ , и рассматривать  $k$  интервалов для значений агрегатного показателя эффективности.

Математическое ожидание  $m_j$  степени реализуемости рассматриваемого  $j$ -го мероприятия и дисперсия  $d_j$  этой величины определяются следующим образом:

$$m_j = \sum_{s=1}^k [p_{sj} (2k-1) / 10]; \quad (32)$$

$$d_j = \sum_{s=1}^k \{p_{sj} [(2k-1) / 10 - m_j]^2\}, \quad (33)$$

где  $k$  – количество рассматриваемых интервалов;

$p_{sj}$  – экспертная оценка вероятности реализации относительных значений показателя качества некоторого мероприятия в  $j$ -м диапазоне.

Если величина диапазона  $(0,2)$  недостаточно мала для получения необходимого разрешения, то можно разделить каждый интервал еще на несколько частей. Интегральная степень завершенности  $\Omega_3$  всего комплекса  $n$  мероприятий имеет вид:

$$\Omega_3 = \sum_{j=1}^{n'} \beta_j \xi_j, \quad (34)$$

где  $n'$  — количество только вошедших в план (а не всех) мероприятий;  
 $\beta_j$  — вклад реализации  $j$ -го мероприятия в достижение агрегатной цели;

$\xi_j$  — прогнозируемая степень выполнимости  $j$ -го мероприятия.

Если вероятности попадания значений случайной величины (агрегатного показателя эффективности) в различные интервалы подчинены закону редких событий (закону Пуассона), то среднеквадратическое отклонение  $\rho_{\text{разр}}$  количества попаданий  $K$  в любой из наименее значимых интервалов определяется как:

$$\rho_{\text{разр}} = \sqrt{\{L_{\min} (R_{\text{разр}} \mu_{\text{разр}})\}}, \quad (35)$$

где  $L_{\min}$  — минимально необходимое количество статистических испытаний;

$R_{\text{разр}}$  — количество разрядов представления значений агрегатного показателя эффективности;

$\mu_{\text{разр}}$  — коэффициент, определяющий разрешающую способность метода статистических испытаний;  $\mu_{\text{разр}} > 1$ .

Для обеспечения точности  $\epsilon_{\text{разр}}$  определения относительного количества попаданий величины агрегатного показателя эффективности деятельности  $W^{\Phi}$  в рассматриваемый интервал  $L_{\min}$  величина  $\epsilon_{\text{разр}}$  должна определяться исходя из следующего условия:

$$\frac{\rho_{\text{разр}}}{\{L_{\min}(R_{\text{разр}} \mu_{\text{разр}})\}} = \frac{1}{\sqrt{\{L_{\min}(R_{\text{разр}} \mu_{\text{разр}})\}}}. \quad (36)$$

Отсюда необходимое количество статистических испытаний

$$L_{\text{ст}} \geq L_{\min} = \frac{1}{\varepsilon_{\text{разр}}^2 R_{\text{разр}} \mu_{\text{разр}}}. \quad (37)$$

При  $R_{\text{разр}} = 20$ ,  $\mu_{\text{разр}} = 5$  (с относительной точностью 0,01 определяются вероятности реализации агрегатного показателя эффективности, которые в 5 раз меньше средних значений, т.е. порядка  $10^{-2}$ ) и  $\varepsilon_{\text{разр}} = 0,001$  получим  $L_{\text{ст}} \geq L_{\min} = 10^4$ .

Кроме того, в главе рассмотрен метод параметрического анализа среднесрочных бюджетных планов работы объекта ТЭК по пожаро-взрывобезопасности, а также подход к решению задачи оценки значимости отдельных мероприятий для достижения поставленной цели — обеспечения пожаровзрывобезопасности в отраслевом масштабе. Частным примером достижения этой цели является реализация программы по внедрению ГОС «Инерген».

Применение предложенных в исследовании алгоритмов, моделей и методов стратегического планирования в АСПВБ на реальных предприятиях ТЭК логично дополняет уже используемые в настоящее время средства контроля ЛПР пожарной обстановки. Для этого в данной главе приведены рекомендации по использованию разработанных методов стратегического планирования.

**В главе 5** показано, каким образом разработанные в ходе исследования методы, модели и алгоритмы могут найти практическое применение в составных частях АСПВБ, в частности в подсистемах информационного, математического и программного обеспечения. Результаты моделирования показали, что применение полученных результатов позволяет повысить эффективность составных частей АСПВБ за счет проведения научно обоснованного и качественного планирования как самих мероприятий по пожарной безопасности, так и мер, обеспечивающих их подготовку.

В ходе оценки применения методов динамического планирования в информационно-аналитическом средстве стратегического планирования (ИАССП) в качестве средства поддержки управления ЛПР в АСПВБ на объекте ТЭК установлено, что это позволяет существенно улучшить информирование ЛПР о реальном положении дел в системе пожаротушения. Применение описанных инструментов моделирования

особенно актуально в особых условиях и при использовании современных достижений при управлении предприятием с помощью инструментов «Индустрии 4.0». В связи с этим в первой части главы даны рекомендации по применению методов динамического планирования в подсистемах АСПВБ (подсистемах пожаротушения и предотвращения пожаров и взрывов) в качестве инструмента моделирования для принятия решений ЛПП.

Применение методов динамического планирования в ИАССП с учетом использования технологий обработки больших данных как средства поддержки управления ЛПП в АСПВБ на объектах ТЭК существенно повышает эффективность управления в целях предотвращения предпожарных и взрывоопасных режимов на объектах ТЭК благодаря обоснованному принятию управленческих решений (средний выигрыш во времени составляет от 17 до 22%<sup>1</sup>). Статистическая обработка данных по инцидентам и планирование мероприятий по их уменьшению (независимо от того, были ли это ложные или реальные срабатывания) дают ЛПП инструмент мониторинга, позволяющий влиять практически на любую опасную ситуацию.

Применение в модулях ИАССП подсистем АСПВБ на объектах ТЭК модели определения готовности к работе оборудования АСПВБ первого уровня в особых условиях дает возможность получить новое средство поддержки управления в АСПВБ. Проведенные в данной части исследования преобразования могут быть легко использованы в случае разделения данного оборудования на классы и подклассы, а также при изменении характера ограничений или использовании нескольких ограничений. Благодаря такому масштабированию создан удобный алгоритм поддержки управления ЛПП в АСПВБ, что, в свою очередь, при наличии особых условий позволит поддерживать пожарную безопасность объекта ТЭК на требуемом уровне.

В данной главе также предложены математическая модель и алгоритм оценки эффективности мероприятий по приведению в готовность оборудования АСПВБ. Они позволяют обеспечить одну из важнейших задач ЛПП — плановую работу по проведению силами ремонтных бригад объектов ТЭК восстановительных мероприятий на указанном оборудовании АСПВБ в соответствии с графиком несмотря на особые условия.

---

<sup>1</sup> Акт ООО «Центр пожарной безопасности» от 25.07.2019.

Для получения оценок, необходимых ЛПР, используется метод, аналогичный методу последовательных приращений.

В такой постановке задача может рассматриваться как целевая функция

$$\psi(x_3) = \max_{\Psi}(x) = \max_{\Sigma} \left\{ \sum_{i=1}^u \alpha_i x_i \right\}; \quad (38)$$

$$g(x) = \sum_{i=1}^n \beta_i x_i; \quad (39)$$

$$x = \{x_1, x_2, \dots, x_u\}; \quad (40)$$

$$g(x) \leq b, \quad b > 0, \quad (41)$$

где  $x_3$  — значение вектора, при котором целевая функция  $\psi(x)$  принимает максимальное значение;

$x$  — вектор независимых параметров (плановых работ по приведению источников информации первого уровня АСПВБ в «правильное» состояние);

$u$  — число единиц необходимого оборудования;

$\alpha_i$  — коэффициенты важности элементов в цели;

$\alpha_i \geq 0 \forall i = 1, \dots, u$ ; определяются в соответствии с построенной решающей матрицей для выбранной в графе стратегического планирования иерархии;

$n$  — общее число мероприятий, проводимых в соответствии с планами (в общем случае  $u$  и  $n$  не равны, так как в соответствии с графом стратегического планирования для его уровней, которые выше нижнего, также следует предусмотреть значимость; не равны они будут и в случае, когда запланированные мероприятия будут проведены не в полной мере);

$\beta_i$  — коэффициенты интенсивности использования ресурсов при проведении работ в соответствии с планами;  $\beta_i > 0 \forall i = 1, \dots, n$ ;

$b$  — предельно допустимая величина некоторого ресурса с учетом особых условий.

При этом

$$\sum_{i=1}^u \alpha_i = 1; \quad (42)$$

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1. \quad (43)$$

Условие (39) регулирует загрузку персонала, наличие финансовых или материальных средств с учетом (43) в соответствии с деревом мероприятий, описываемым в планах. При этом считается, что при их реализации ЛПР стремится к достижению поставленной на определенном направлении агрегатной цели — максимальной готовности к работе оборудования АСПВБ в особых условиях.

Максимальная эффективность деятельности в соответствии с планами при решении такой задачи (см. (38)–(41)) реализуется при равенстве левой и правой частей в (41). Выбрав мероприятие  $x_k$ , использующее ресурс так, что

$$\exists k, \frac{\partial \psi(x)}{\partial x_k} = \max_{x_i} \frac{\partial \psi(x)}{\partial x_i}, \quad (44)$$

имеем:

$$\psi(x) = \psi \left( x_1, x_2, \dots, x_{k-1}, \frac{b}{\beta_k} - \sum_{i \neq k} \left( \frac{\beta_i}{\beta_k} \right) \cdot x_{k+1}, \dots, x_n \right). \quad (45)$$

Следовательно,

$$d\psi(x) = \left\{ \frac{\Delta b}{\beta_k} \frac{d\psi}{dx_k} - \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial \psi}{\partial x_i} - \frac{\beta_i}{\beta_k} \frac{\partial \psi}{\partial x_k} \right) dx_i \right\} \quad (46)$$

или

$$d\psi(x) = \left\{ \frac{\Delta b}{\beta_k} \frac{d\psi}{dx_k} - \sum_{i=1}^n \beta_i \left( \beta_k^{-1} \frac{\partial \psi}{\partial x_i} - \beta_k^{-1} \frac{\partial \psi}{\partial x_k} \right) dx_i \right\}, \quad (47)$$

где

$$k = \arg \left\{ \max_i \left( \beta_i^{-1} \frac{d\psi}{dx_i} \right) \right\}. \quad (48)$$

Исходя из того что все величины в (46) или (47) под знаком суммы не положительны при распределении  $\Delta b$ , можем считать, что оптимальное решение в этом случае состоит в использовании всего ресурса  $\Delta b$  только для одного мероприятия с номером  $k$ . Последовательно решая данную задачу для различных  $\Delta b$ , можно видеть, что в каждом случае решения значение  $\max_x \psi(x)$  будет найдено для различных мероприятий.

Принимая, что всего будет распределено  $T$  порций ресурса, где

$$T = b / \Delta b, \quad (49)$$



можно записать следующую формулу интегральной готовности оборудования АСПВБ для  $T$  восстановительных мероприятий, для которых возможно использование ресурса  $b$ , причем его части  $\Delta b$  хватит для полного проведения указанных мероприятий:

$$d\psi^t(x_s) = \Delta b \sum_{k=1}^T (\beta_k^t)^{-1} \times \frac{\partial \Psi}{\partial x_k^t}, \quad (50)$$

где  $t$  — номер шага;

$k$  — индекс мероприятия из плана, для которого целевая функция на  $t$ -м шаге принимает максимальное значение.

Таким образом, решена задача, в которой, используя последовательные приращения значения ресурса, ограниченного в силу особых условий, можно оценить эффективность запланированных мероприятий по восстановлению оборудования АСПВБ.

Модель оценки эффективности по приведению в готовность оборудования АСПВБ условно-расчетных объектов ТЭК в особых условиях, которую предполагается применить в системе математического обеспечения АСПВБ, использует граф стратегического планирования, аналогичный тому, который показан на рисунке 5. В данной модели он применяется для оценки готовности оборудования АСПВБ для объекта ТЭК.

В общем случае интенсивность работ на оборудовании АСПВБ  $\beta_i^{\text{общ}}$  состоит из эффективности работ на каждом из типов оборудования. Для  $i$ -го типа оборудования эта величина  $\beta_i^{\text{общ}}$  есть функция нескольких переменных, поэтому

$$\beta_i^{\text{общ}} = f_i(A, B, I, T', F, C), \quad (51)$$

где  $A$  — множество запланированных мероприятий на оборудовании;  
 $B$  — множество имеющихся ресурсов для оборудования (запасные части или целые агрегаты);

$I$  — множество имеющихся у персонала инструментов и приборов;

$T'$  — множество резервов запланированного производственного времени, которым располагает персонал для проведения данного вида работ;

$F$  — множество имеющихся запланированных финансовых ресурсов;

$C$  — множество других факторов, оказывающих влияние на проведение запланированных работ.

Все ресурсы объекта ТЭК  $B$  можно представить множеством

$$B = \{B_1, B_2, \dots, B_{u'}\}, \quad (52)$$

где  $u'$  — число типов ресурсов;

$B_i$  — объем в числовых единицах ресурса  $i$ -го типа, которым располагает персонал объекта ТЭК;  $i = 1, 2, \dots, u'$ .

Так как построение модели в данной постановке инвариантно по отношению к типу ресурсов, для каждого из них в множестве (52) задача будет решаться одинаково. В простейшем случае, когда важность каждой из запланированных  $n$  работ одинакова и на каждую из них требуется одинаковое количество ресурса, можно говорить, что расход ресурса  $\Delta b_i$  на отдельную работу равен отношению

$$\Delta b_i = B/n. \quad (53)$$

При этом потребное количество ресурса  $b^{\text{потр}}$  задается множеством

$$b_i^{\text{потр}} = \{b_1^{\text{потр}}, b_2^{\text{потр}}, \dots, b_N^{\text{потр}}\}, \quad (54)$$

где  $b_i^{\text{потр}}$  — потребное количество ресурса  $B$  для  $i$ -го элемента оборудования при проведении для него мероприятия.

При этом

$$\sum_{i=1}^n b_i^{\text{потр}} = B. \quad (55)$$

Помимо данного условия, для  $b_i^{\text{потр}}$  необходимо также и другое условие:

$$\forall i, i = 1, \dots, n : b_i^{\text{потр}} \geq 0. \quad (56)$$

Интенсивность использования ресурса  $B$  в нормированном виде

$$\sum_{i=1}^n \beta_{ni}^{\text{pec}} = \sum_{i=1}^N \beta_{ni}^{\text{общ}} = 1, \quad (57)$$

где  $\beta_{ni}^{\text{pec}}$  — нормированная интенсивность расходования ресурса  $B$  на  $i$ -е мероприятие;

$$\beta_{ni}^{\text{pec}} = \beta_i^{\text{pec}} / \beta_{\Sigma}^{\text{pec}}; \quad \beta_{\Sigma}^{\text{pec}} = \sum_{i=1}^n \beta_i^{\text{pec}}. \quad (58)$$

Агрегатная функция готовности оборудования информирования АСПВБ первого уровня (датчиков пожарной сигнализации и т. п.)  $f^{\text{гот}}$  будет определена как множество

$$f^{\text{гот}} = \{f_1^{\text{гот}}, f_2^{\text{гот}}, \dots, f_L^{\text{гот}}\}, \quad (59)$$

где  $f_i^{\text{гот}}$  — интегральная функция готовности оборудования  $i$ -го класса;

$L$  — количество классов оборудования.

Элементы множества (59) следует определить как

$$f_i^{\text{гот}} = \sum_{j=1}^{d_i} f_{ij}^{\text{гот}}, \quad (60)$$

где  $f_{ij}^{\text{гот}}$  — функция готовности  $j$ -го элемента  $i$ -го класса.

Показателем качества готовности к применению оборудования  $i$ -го класса в АСПВБ на объекте ТЭК может служить отношение

$$\gamma_i = f_i^{\text{гот}} / d_i, \quad (61)$$

где  $d_i$  — число единиц оборудования  $i$ -го класса.

Дополнительное ранжирование мероприятий внутри классов мероприятий необходимо для того, чтобы определить, можно ли их провести в принципе, исходя из количества ресурса соответствующего типа. Для оценки следует использовать алгоритм поддержки управления ЛПР состоянием готовности пожарного оборудования АСПВБ. Его применение позволит получить интегральный показатель оценки готовности:

$$W_i^{\text{гот}} = \sum_{j=1}^{d_i} \alpha_{ij} \cdot f_{ij}^{\text{гот}}, \quad (62)$$

где  $\alpha_{ij}$  — коэффициент важности мероприятия для  $j$ -й единицы оборудования  $i$ -го класса в АСПВБ.

$W_i^{\text{гот}}$  — интегральный показатель эффективности использования ресурсов для обеспечения готовности оборудования  $i$ -го класса с учетом ранжирования мероприятий;

Для прогнозирования готовности АСПВБ условно-расчетных объектов ТЭК в особых условиях используются различные факторы оценки, связанные с факторами эксплуатации АСПВБ. Моменты их переходов из одного состояния в другое случайны, поэтому динамику изменения их готовности можно рассматривать как случайный процесс с дискретными состояниями.

Для данного процесса можно использовать формулы, которые затем могут применяться многократно, например, в соответствии с планами восстановления готовности пожарных единиц как при их

агрегировании (укрупнении), так и при детализации (движение вниз по уровням).

Вероятность пребывания  $P_i^{(3)}$  в  $i$ -м из рассматриваемых состояний для 3-го уровня иерархии планов дает:

$$P_{\text{общ } i}^{(3)} = (P_0^{(3)}, P_i^{(3)}, P_{ij}^{(3)}, P_{ijk}^{(3)}, \dots, P_{ij\dots z}^{(3)}), \quad (63)$$

где  $P_0^{(3)}$  – состояние 3-го уровня, при котором все агрегированные единицы исправны;

$P_i^{(3)}, P_{ij}^{(3)}, P_{ijk}^{(3)}, \dots, P_{ij\dots z}^{(3)}$  — вероятности того, что от одной до  $z$  агрегированных единиц на данном уровне будут требовать восстановительных действий.

Если учитывать зависимость всех составляющих (61) от времени, то

$$P_{\text{общ } i}^{(3)}(t) = (P_0^{(3)}(t), P_i^{(3)}(t), P_{ij}^{(3)}(t), P_{ijk}^{(3)}(t), \dots, P_{ij\dots z}^{(3)}(t)). \quad (64)$$

Соответственно, начальное состояние определяется как

$$P_{\text{общ } i}^{(3)}(0) = (P_0^{(3)}(0), P_i^{(3)}(0), P_{ij}^{(3)}(0), P_{ijk}^{(3)}(0), \dots, P_{ij\dots z}^{(3)}(0)). \quad (65)$$

Тогда для 3-го уровня агрегированных единиц пожарного оборудования уравнения готовности пожарных сил и средств соответствующего подобъекта ТЭК могут задаваться уравнениями Колмогорова, которые удобно использовать для прогноза готовности пожарных сил и средств при управлении в АСПВБ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, задачи исследования решены, поставленная цель достигнута. В диссертационной работе предложено решение научной проблемы, имеющей важное народнохозяйственное значение: путем разработки и внедрения интеллектуальной информационной технологии автоматизации организационного управления эффективностью автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности на объектах ТЭК удалось снизить совокупные затраты на планирование и реализацию противопожарных мероприятий более чем на 15 %.

Лично соискателем получены следующие основные результаты.

1. Впервые в отечественной науке введено понятие «особые условия» эксплуатации АСПВБ, характеризующее воздействие на них последствий экономических и политических санкций.

2. Обоснованы место и роль динамического режима планирования при формировании планов противопожарной защиты. Предложены варианты введения интегрального критерия оценки эффективности предлагаемых для защиты от пожаров и взрывов мероприятий и планов, реализуемых на объектах топливно-энергетического комплекса в различных условиях.

3. Разработаны математические модели, используемые для создания планов по предотвращению пожаров и защите объектов ТЭК от пожаров и взрывов за счет формализации обоснования планирования противопожарных мероприятий на условно-расчетном предприятии топливно-энергетического комплекса.

4. Разработаны методы решения задач динамического планирования для повышения эффективности автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности в особых условиях, в том числе для получения агрегатного показателя эффективности работы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности с учетом особых условий, для параметрического анализа среднесрочных бюджетных планов по пожаровзрывобезопасности в особых условиях, для проведения стратегического мониторинга выполнения комплекса мероприятий по заданному направлению контроля.

5. Разработанные методы реализованы практически в виде интеллектуальной информационной технологии организационного управления эффективностью автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объекта топливно-энергетического комплекса в особых условиях.

6. Предложены варианты использования разработанной технологии в работе подсистем автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности по планированию мероприятий по предотвращению пожаров и взрывов. Для этого обоснованы и разработаны:

- алгоритм получения агрегатного показателя эффективности работы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности на условно-расчетном объекте топливно-энергетического комплекса и целевой функции в задаче планирования противопожарных мероприятий на объекте топливно-энергетического комплекса с учетом особых условий;

- алгоритм общего случая решения оптимизационной задачи повышения эффективности автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности в особых условиях;

- алгоритм оценки работы управляющей системы объекта защиты по модели с учетом координат;

- алгоритм работы мониторинговой подсистемы автоматизированной системы управления технологическими процессами с учетом стабилизирующих процедур;

- алгоритмы оценки работы управляющих и мониторинговых подсистем автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности, которые включают в себя:

- алгоритм поддержки управления по оценке эффективности мероприятий по приведению в готовность оборудования;

- алгоритмы в интересах лица, принимающего решения, по различным направлениям по обратному методу решающих матриц, а также определения интегрального стратегического риска реализации совокупности мероприятий в автоматизированных системах пожаровзрывобезопасности объекта топливно-энергетического комплекса;

- алгоритмы повышения эффективности работы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объекта топливно-энергетического комплекса в особых условиях при различном характере финансирования мероприятий.

7. Предложен метод мониторинга запланированных мероприятий на объекте топливно-энергетического комплекса в интересах лица, принимающего решения на объекте топливно-энергетического комплекса в особых условиях.

8. Предложен метод достижения заданного уровня эффективности планирования в отрасли промышленности на основе разработанных методов и технологии.

9. Разработан прототип нового программно-аналитического средства с применением предложенных моделей и методов динамического планирования на объекте топливно-энергетического комплекса в особых условиях. Предложенный вариант доработки программного обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами для решения задач формирования планов деятельности объекта топливно-энергетического комплекса по обеспечению комплексной безопасности с различным уровнем ресурсного обеспечения успешно внедрен в практику объекта топливно-энергетического комплекса по перевозке газового конденсата, приписанного к производственному объединению, обеспечивающему работу комплекса сооружений «Северный поток-1».

10. Предложены варианты практического применения разработанных методов для поддержки управления подсистемами автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности на объектах топливно-энергетического комплекса в особых условиях. Установлены принципы доработки комплекса программных средств автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности за счет применения алгоритмов стратегического планирования в деятельности структур управления объектами топливно-энергетического комплекса. С этой целью:

- разработаны рекомендации по применению методов стратегического планирования в системах пожаротушения и в автоматизированных системах предотвращения пожаров и взрывов в качестве инструмента моделирования для принятия решений;

- разработаны модели определения готовности к работе оборудования автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности первого уровня условно-расчетных объектов топливно-энергетического комплекса в особых условиях, оценки эффективности по приведению в готовность оборудования автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности условно-расчетных объектов топливно-энергетического комплекса в особых условиях, прогнозирования готовности автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности условно-расчетных объектов топливно-энергетического комплекса в особых условиях.

11. Для практической реализации и внедрения в практику результатов исследования внесены предложения по доработке законов РФ № 172-ФЗ от 28.06.2014 «О стратегическом планировании в Российской Федерации», № 256-ФЗ от 27.07.2011 «О безопасности объектов ТЭК», Приказ МЧС России от 09.02.2016 № 50 «Об организации стратегического планирования, а также мониторинга и контроля реализации документов стратегического планирования в системе МЧС России».

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК

1. Самарин, И. В. Формализация задачи обоснования среднесрочного плана деятельности для построения автоматизированной системы управления стратегического планирования на предприятии / И. В. Самарин // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 4. – С. 177–183.
2. Самарин, И.В. О некоторых закономерностях формирования рационального плана закупок для создания обеспечивающей подсистемы АСУ стратегического планирования / И. В. Самарин, А. И. Орлов // Естественные и технические науки. – 2014. – № 3(71). – С. 158–164.
3. Самарин, И.В. Актуальные проблемы на пути модернизации высокотехнологичных отраслей российской промышленности / И. В. Самарин, П. К. Калашников, А.И. Орлов // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 5. – С. 148–158.
4. Самарин, И.В. АСУ стратегического планирования: методика устранения разногласий между заказчиком и единственным исполнителем по цене продукции при формировании государственного оборонного заказа для создания обеспечивающей подсистемы поддержки принятия решений / И. В. Самарин // Транспортное дело России. – 2014. – № 2. – С. 72–75.
5. Самарин, И. В. Стратегическое планирование на предприятии: применение метода анализа иерархий для анализа системы целевых установок / И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 6. – С. 132–141.
6. Самарин, И.В. Стратегическое планирование на предприятии: численные методы оптимизации многопараметрических функций в задачах стратегического планирования / И.В. Самарин, А.И. Орлов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2014. – № 4. – С. 167–173.
7. Самарин, И.В. Оборонно-промышленный комплекс России в условиях глобальной конкуренции / И.В. Самарин // Стратегическая стабильность. – 2013. – № 2(63). – С. 16–23.
8. Самарин, И.В. Стратегическое планирование ОПК: актуальность и научно-методическое обеспечение / И.В. Самарин // Стратегическая стабильность. – 2013. – № 2(63). – С. 67–73.
9. Самарин, И.В. Государственно-частное партнерство в оборонно-промышленном комплексе: перспективы и проблемы / И.В. Самарин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2014. – № 5(2). – С. 178–182.
10. Самарин, И.В. Состояние кадрового потенциала оборонно-промышленного комплекса / И.В. Самарин // Вестник Академии военных наук. – 2013. – № 4(45). – С. 117–124.
11. Самарин, И.В. Методические подходы к рейтингованию высших учебных заведений / И.В. Самарин // Инновации и инвестиции. – 2013. – № 3. – С. 67–76.
12. Самарин, И.В. Стратегическое планирование ОПК: к вопросу повышения конкурентоспособности высокотехнологичных отраслей российской промышленности / И.В. Самарин // Армия и общество. – 2014. – № 3(40). – С. 19–24.
13. Самарин, И.В. Стратегическое планирование на предприятии: применение метода анализа иерархий для стратегического мониторинга деятельности / И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2014. – № 5. – С. 84–89.



14. Самарин, И.В. Стратегическое планирование на предприятии: основные закономерности среднесрочных бюджетных планов деятельности предприятия / И. В. Самарин, А. И. Орлов // Естественные и технические науки. – 2014. – № 5(73). – С. 125–133.
15. Самарин, И.В. К вопросу о сертификации систем автоматизации и об обеспечении их информационной безопасности / И.В. Самарин, А.И. Орлов // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 7. – С. 95–98.
16. Самарин, И.В. Применение метода парных сравнений для оценки величин затрат при стратегическом бюджетном планировании комплекса мероприятий / И.В. Самарин // Научное обозрение. – 2014. – № 8-2. – С. 821–827.
17. Самарин, И.В. О целесообразности иерархии в системе стратегического планирования и управления крупным предприятием / И.В. Самарин // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 8. – С. 109–114.
18. Самарин, И.В. Показатели качества жизни в системе государственного стратегического планирования / П.К. Калашников, А.И. Орлов, И.В. Самарин, А. Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 9. – С. 49–56.
19. Самарин, И.В. Формализация задачи повышения качества жизни граждан как элемент управления в социальных и экономических системах государства / П. К. Калашников, А.И. Орлов, И.В. Самарин, А. Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 10. – С. 209–214.
20. Самарин, И.В. Методика оценки эффективности оперативного управления предприятием / И.В. Самарин // Естественные и технические науки. – 2014. – № 9-10(77). – С. 228–235.
21. Самарин, И.В. О некоторых свойствах планового решения на проведение комплекса приоритетных фундаментальных, поисковых и прикладных исследований в задачах управления в социальных и экономических системах / И.В. Самарин // Инновации и инвестиции. – 2014. – № 12. – С. 173–177.
22. Самарин, И.В. Феноменологическая математическая модель влияния нефтяных цен на основные макроэкономические параметры российской экономики как элемент системы стратегического планирования для выбора рациональных способов управления социально-экономической системой страны / П. К. Калашников, А.И. Орлов, И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 1. – С. 157–163.
23. Самарин, И.В. Феноменологическая математическая модель взаимосвязи нефтяных цен с величинами денежных агрегатов, федерального и консолидированного бюджетов как элемент системы стратегического планирования для выбора рациональных способов управления социально-экономической системой страны / П.К. Калашников, А.И. Орлов, И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Естественные и технические науки. – 2015. – № 3. – С. 167–179.
24. Самарин, И.В. Феноменологическая математическая модель взаимосвязи нефтяных цен с величинами показателей уровней жизни населения как элемент системы стратегического планирования для выбора рациональных способов управления социально-экономической системой страны / П.К. Калашников, А.И. Орлов, И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 2. – С. 68–72.
25. Самарин, И.В. Стратегическое планирование ОПК: оценка военных потенциалов стран по данным рейтинга Business Insider / В.А. Рябошапко, И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 3. – С. 166–171.
26. Самарин, И.В. Стратегическое планирование ОПК: оценка военных потенциалов стран на основе индексов военной мощи Global Firepower Index / В.А. Рябошапко, И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 4. – С. 101–107.

27. Самарин, И.В. Стратегическое государственное планирование: освоение энергетических ресурсов Арктического шельфа в контексте обеспечения безопасности Российской Федерации / П.К. Калашников, И.В. Самарин // Научное обозрение. – 2015. – № 13. – С. 325–335.
28. Самарин, И.В. Стратегическое антикризисное планирование: методы прогнозирования глобальных финансово-экономических кризисов / П.К. Калашников, И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 7. – С. 36–42.
29. Самарин, И.В. Стратегическое антикризисное планирование: методы прогнозирования финансово-экономических кризисов в России / П.К. Калашников, И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 8. – С. 48–55.
30. Самарин, И.В. Развитие государственно-частного партнерства в оборонно-промышленном комплексе как перспективное направление повышения его конкурентоспособности / В.В. Баскаков, А.А. Рязанов, И.В. Самарин // Вестник Академии военных наук. – 2015. – № 2(51). – С. 139–143.
31. Самарин, И.В. Стратегическое антикризисное планирование: анализ ситуации на мировом финансовом рынке / П.К. Калашников, И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 9. – С. 79–88.
32. Самарин, И.В. АСУ стратегического планирования: методы определения параметров нелинейных функций в задачах эконометрики при разработке математических моделей / И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 10. – С. 206–212.
33. Самарин, И.В. Стратегическое планирование: модифицированный метод парных сравнений для задач высокой размерности / И.В. Самарин // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2016. – № 1/282. – С. 121–134.
34. Самарин, И.В. Стратегическое планирование на предприятии: факторы минимума при формировании целевой функции деятельности предприятия / И.В. Самарин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – № 4. – С. 38–43.
35. Самарин, И.В. АСУ стратегического государственного планирования: применение военных потенциалов для формирования рационального плана экспорта российского вооружения / И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – № 1. – С. 44–49.
36. Самарин, И.В. АСУ стратегического планирования на предприятии: уточнение методологических и инструментальных основ схемы планирования / И.В. Самарин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – № 2. – С. 31–44.
37. Самарин, И.В. Модификация распределения Парето для решения задач автоматизации процессов стратегического планирования и мониторинга / И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов, И.Я. Шарова, А.Н. Фомин // Перспективы науки. – 2018. – № 4(103). – С. 31–37.
38. Самарин, И.В. Стратегическое государственное планирование: автоматизация процесса оценки рациональных уровней финансирования национальной обороны / И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2018. – № 6. – С. 136–144.
39. Самарин, И.В. Модель оценки обеспечения комплексной безопасности на рассредоточенном объекте защиты в обычных условиях при помощи булевых извещателей в АСУП без учета координат для построения автоматизированной системы управления формированием плана мероприятий по защите объектов ТЭК /

И.В. Самарин // Естественные и технические науки. – 2018. – № 8(122). – С. 180–186. <https://doi.org/10.25633/ETN.2018.08.09>.

40. Самарин, И.В. Эволюция подходов к автоматизации и управлению технологическими процессами и производствами в промышленности и их роль в обеспечении эффективного планирования и успешного развития деятельности современного предприятия / И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов, И.Я. Шарова, А.Н. Фомин // Естественные и технические науки. – 2018. – № 8(122). – С. 187–203. <https://doi.org/10.25633/ETN.2018.08.11>.

41. Самарин, И.В. Метод количественного расчета совокупного фактора влияния персонала на устойчивость специального программного обеспечения автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности / С.Ю. Бутузов, А.В. Крючков, И.В. Самарин // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27. – № 7-8. – С. 60–66. <https://doi.org/10.18322/PVB.2018.27.07-08.60-66>.

42. Самарин, И.В. Устойчивость программного обеспечения в автоматизированной системе пожаровзрывобезопасности / С.Ю. Бутузов, А.В. Крючков, И.В. Самарин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2018. – № 9. – С. 50–54.

43. Самарин, И.В. Модель оценки обеспечения комплексной безопасности на рассредоточенном объекте защиты в обычных условиях при помощи булевых извещателей в АСУП с учетом координат для построения автоматизированной системы управления стратегическим планированием технологических процессов повышения живучести АСУ пожаровзрывобезопасности объектов топливно-энергетического комплекса / И.В. Самарин // Естественные и технические науки. – 2018. – № 9(123). – С. 123–133. <https://doi.org/10.25633/ETN.2018.09.13>.

44. Самарин, И.В. Модель оценки обеспечения комплексной безопасности в АСУП в обычных условиях при помощи булевых извещателей на сосредоточенном объекте защиты для построения автоматизированной системы интеллектуальной поддержки процессов управления пожаровзрывобезопасностью объектов топливно-энергетического комплекса / И.В. Самарин // Естественные и технические науки. – 2018. – № 10(124). – С. 154–161. <https://doi.org/10.25633/ETN.2018.10.12>.

45. Самарин, И.В. Модель оценки обеспечения комплексной безопасности в АСУП с применением диагностики пожарных извещателей для построения автоматизированной системы поддержки управления пожаровзрывобезопасностью / Н.Г. Топольский, И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27. – № 11. – С. 15–22. <https://doi.org/10.18322/PVB.2018.27.11.15-22>.

46. Самарин, И.В. Методика поддержки принятия решений при определении согласованной стоимости базового комплекта услуг оценки обеспечения пожарной безопасности на объектах топливно-энергетического комплекса с использованием методов стратегического планирования для создания автоматизированной обеспечивающей подсистемы поддержки принятия решений / С.Ю. Бутузов, И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // Естественные и технические науки. – 2018. – № 11(125). – С. 381–390. <https://doi.org/10.25633/ETN.2018.11.32>.

47. Самарин, И.В. Методика оценки эффективности управления мероприятиями пожарной безопасности на объектах ТЭК в составе автоматизированной системы поддержки управления / Н.Г. Топольский, И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27. – № 12. – С. 19–26.

48. Самарин, И.В. Модель оценки пожарной безопасности на объектах топливно-энергетического комплекса с помощью их временных характеристик на графах стратегического планирования в составе автоматизированной системы поддержки управления / И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2018. – № 4/293. – С. 143–153.

49. Самарин, И.В. Алгоритм мониторинга пожаровзрывобезопасности в АСУП на объектах топливно-энергетического комплекса с применением методов стратегического планирования / И.В. Самарин // *Естественные и технические науки*. – 2018. – № 12(126). – С. 368–375. <https://doi.org/10.25633/ETN.2018.12.14>.
50. Самарин, И. В. Модель оценки эффективности приведения в готовность оборудования автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности / С.Ю. Бутузов, И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // *Технологии техносферной безопасности*. – 2019. – № 1(83). – С. 113–125. <https://doi.org/10.25257/TTS.2019.1.83.113-125>.
51. Самарин, И.В. Методика прогнозирования готовности единиц противопожарного оборудования АСУТП на предприятиях ТЭК / Ю.В. Прус, А.В. Крючков, И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. – 2019. – № 3/2. – С. 96–103.
52. Самарин, И.В. Методика оценки ущерба предприятию ТЭК с учетом полученной с помощью стратегического планирования группы компенсирующих негативные последствия мероприятий при функционировании автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности / И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. – 2019. – № 3/2. – С. 129–135.
53. Самарин, И.В. Математические модели динамики численности населения Земли для долгосрочного прогнозирования мировых потребностей в энергоресурсах и стратегического планирования развития нефтегазового комплекса / И.В. Самарин, А.Н. Фомин // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. – 2019. – № 3/2. – С. 111–128.
54. Самарин, И.В. Модель оценки влияния мероприятий пожарной безопасности на агрегатную цель для цифровых двойников объектов ТЭК / Н.Г. Топольский, И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов, Кйеу Туан Ань // *Пожаровзрывобезопасность*. – 2019. – Т. 28. – № 3. — С. 50–58. <https://doi.org/10.18322/2019.28.03.50-58>.
55. Самарин, И. В. Обеспечение информационной безопасности АСУ ТП с использованием метода предиктивной защиты / С.В. Гарбук, Д.И. Правиков, А.В. Полянский, И.В. Самарин // *Вопросы кибербезопасности*. – 2019. – № 3(31). – С. 63–71. <https://doi.org/10.21681/2311-3456-2019-2-63-71>.
56. Samarina, I.V. Evaluation model of integrated safety of fuel and energy complex facilities / I.V. Samarina, A.Yu. Strogonov, S.Yu. Butuzov // *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. – 2019. – Vol. 8. – Issue 5. – P. 2162–2167.
57. Самарин, И.В. Методика оценки готовности к работе оборудования АСПВБ первого уровня информирования на объектах ТЭК в особых условиях / Н.Г. Топольский, И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // *Пожаровзрывобезопасность*. – 2019. – Т. 28. – № 1. — С. 35–56. <https://doi.org/10.18322/2019.28.01.35-46>.
58. Самарин, И.В. Управление пожаровзрывобезопасностью на объектах ТЭК в особых условиях / И.В. Самарин // *Пожаровзрывобезопасность*. – 2020. – Т. 29. – № 2. — С. 44–52. <https://doi.org/10.18322/2020.29.02.44-42>.
59. Samarina, I.V. Substantiation of application of the strategic planning methods in order to improve efficiency of the automated systems of fire and explosion protection at the fuel and energy complex facilities in the special conditions / I. V. Samarina, S. N. Grinyaev, A. Yu. Strogonov, N. G. Topolskiy, A. V. Kruchkov // *Journal of Applied Engineering Science*. – 2021. – Vol. 19. – No. 3. – P. 667–675.
60. Самарин, И.В. Расчет регламентированного количества мероприятий калибровки для термохимических датчиков, установленных вокруг открытых установок НПЗ / И.В. Самарин, А.В. Крючков, А.Ю. Строгонов // *Труды Российского*

государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. – 2020. – № 4/301. – С. 129–140. DOI 10.33285/2073-9028-2020-4(301)-129-140.

61. Самарин, И.В. Расчет времени и состава бригады для мероприятий калибровки термохимических датчиков, установленных вокруг открытых установок НПЗ / И.В. Самарин, А.В. Крючков, А.Ю. Строгонов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2020. – № 12/569. – С. 38–43. DOI: 10.33285/0132-2222-2020-12(569)-38-43.

62. Самарин, И.В. Модель оценки готовности термохимических газоанализаторов / И.В. Самарин, А.В. Крючков, А.Ю. Строгонов // Пожаровзрывобезопасность. – 2020. – Т. 29. – № 6. — С. 61–74.

63. Samarin, I.V. Creation of principles for the implementation of operating systems for high-precision fire equipment / I.V. Samarin, A.V. Kruchkov, A.Yu. Strogonov // Periodicals of Engineering and Natural Sciences. – 2021. – Vol. 9, Issue 4. – P. 589–604. DOI: 10.21533/pen.v9i4.2388.

### **Свидетельства Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ**

64. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661760 от 25.06.2022. Программа для расчета эффективности работы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объекта топливно-энергетического комплекса / И. В. Самарин. – № 2022661497; заявл. 25.06.2022, опубл. 25.06.2022.

65. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661759 от 25.06.2022. Программа для определения интегрального стратегического риска реализации совокупности мероприятий в автоматизированных системах пожаровзрывобезопасности объекта топливно-энергетического комплекса с помощью статистических испытаний / И.В. Самарин. – № 2022661495; заявл. 25.06.2022, опубл. 25.06.2022.

66. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022661758 от 25.06.2022. Программа для мониторинга в интересах лица, принимающего решения, по различным направлениям в автоматизированных системах управления технологическими процессами (по обратному методу решающих матриц) / И.В. Самарин. – № 2022661494; заявл. 25.06.2022, опубл. 25.06.2022.

67. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021666189 от 09.10.2021. Программа расчета регламентного числа установленных газоанализаторов в пожаровзрывоопасных зонах открытых площадок прямоугольной формы на объектах нефтегазового комплекса / И.В. Самарин, А.В. Крючков, А.Ю. Строгонов; заявл. 08.10.2021, опубл. 09.10.2021.

68. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019667534 от 24.12.2019. Программа для моделирования условий комплексной безопасности в АСУТП на объектах ТЭК при диагностике пожарных извещателей / И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов; заявл. 10.12.2019, опубл. 24.12.2019.

69. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019667020 от 18.12.2019. Программа для мониторинга мероприятий пожарной безопасности на объектах ТЭК с оценкой риска их невыполнения в составе автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности / И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов; заявл. 03.12.2019, опубл. 18.12.2019.

70. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019666844 от 16.12.2019. Программа для оценки интегрального ущерба объекту ТЭК с учетом вероятных пожарных рисков / И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов; заявл. 03.12.2019, опубл. 16.12.2019.

71. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019616753 от 29.05.2019. Программа для моделирования и оценки эффективности работы автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности / И. В. Самарин. – № 2019615555; заявл. 19.05.2019, опубл. 29.05.2019.

71. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019616752 от 29.05.2019. Программа для моделирования и оценки влияния мероприятий пожарной безопасности на агрегатную цель для цифровых двойников объектов ТЭК / И.В. Самарин. – № 2019615554; заявл. 19.05.2019, опубл. 29.05.2019.

73. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019616672 от 28.05.2019. Программа для прогнозирования готовности единиц противопожарного оборудования АСУТП на предприятиях ТЭК / И.В. Самарин. – № 2019615488; заявл. 18.05.2019, опубл. 28.05.2019.

74. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019616656 от 28.05.2019. Программа для моделирования и оценки эффективности приведения в готовность оборудования автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности / И.В. Самарин. – № 2019615710; заявл. 19.05.2019, опубл. 28.05.2019.

75. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018664997 от 28.11.2018. Программа для автоматизированного формирования плана мероприятий по защите объектов топливно-энергетического комплекса на основе модели оценки обеспечения комплексной безопасности на рассредоточенном объекте защиты в обычных условиях при помощи булевых извещателей в АСУП с учетом координат / И.В. Самарин. – № 2018661112; заявл. 15.10.2018, опубл. 28.11.2018.

76. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018664077 от 12.11.2018. Программа для автоматизированного формирования плана мероприятий по защите объектов ТЭК на основе модели оценки обеспечения комплексной безопасности на рассредоточенном объекте защиты в обычных условиях при помощи булевых извещателей в АСУП без учета координат / И.В. Самарин. – № 2018661259; заявл. 14.10.2018, опубл. 12.11.2018.

77. Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015613679 от 23.03.2015. Программный комплекс для решения задач стратегического планирования на предприятии / А.И. Орлов, И.В. Самарин. – № 2014664161; заявл. 31.12.2014, опубл. 20.04.2015.

## Монографии

78. Самарин, И.В. Теоретические и программно-инструментальные основы стратегического планирования на предприятиях оборонно-промышленного комплекса в современных условиях: монография / В.В. Баскаков, И.В. Самарин, С.А. Федосеев, А.Н. Фомин. – М.: МО РФ, 2015. – 447 с.

79. Самарин, И.В. Автоматизация контроля и испытаний систем управления противопожарной защитой объектов топливно-энергетического комплекса: монография / А.В. Федоров, А.А-Б. Гаплаев, Н.Г. Топольский, И.В. Самарин. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Академия ГПС МЧС России, 2019. – 184 с.

80. Самарин, И.В. Информационно-аналитические технологии в работе пожарноспасательных формирований с использованием радаров и инфракрасных технологий: монография / Н.Г. Топольский, А.В. Мокшанцев, И.В. Самарин, До Хоанг Тхань. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – 163 с.

### Публикации в других изданиях

81. Самарин, И.В. Проблемы оборонно-промышленного комплекса России в условиях глобализации / С.Н. Гриняев, И.В. Самарин // Экономика обороны и безопасности и аналитика: сборник статей по материалам общественных слушаний и заседаний «круглых столов» Комиссии Общественной палаты Российской Федерации по проблемам национальной безопасности и социально-экономическим условиям жизни военнослужащих, членов их семей и ветеранов / Под ред. А.Н. Каньшина. – М., 2013. – С. 126–135.

82. Самарин, И.В. Стратегическое планирование на предприятии: формализация задачи обоснования среднесрочного плана деятельности / А.И. Орлов, И.В. Самарин // Тезисы докладов юбилейной десятой Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности (газ, нефть, энергетика)», Москва, 8–11 октября 2013 г. – М., 2013. – С. 198.

83. Самарин, И.В. К вопросу о создании автоматизированной обеспечивающей подсистемы поддержки принятия решений для формирования среднесрочного плана деятельности предприятия / И. В. Самарин // Материалы XXVI Международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: инновации в современном мире»: сборник статей. – № 6(26). – М.: Изд-во «Международный центр науки и образования», 2014. – С. 32–44.

84. Самарин, И.В. К вопросу о создании автоматизированной обеспечивающей подсистемы поддержки принятия решений о цене продукции при формировании государственного оборонного заказа / И. В. Самарин // XVI Международная заочная научно-практическая конференция «Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии». Секция 2.2: Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям): сборник статей. – № 4(16) – М., 2014. – С. 63–73.

85. Самарин, И.В. К вопросу о создании специального программного обеспечения для поддержки принятия решений с целью эффективного формирования рационального плана закупок / И.В. Самарин, А.И. Орлов // Международная научно-практическая конференция «Технические науки: теория, методология и практика», Москва, 17 июня 2014 г. – М., 2014. – С. 34–44.

86. Самарин, И.В. Алгоритмы решения задачи формирования рационального плана деятельности предприятия в современных условиях / И.В. Самарин // Материалы XV Международной научно-практической конференции «Современное состояние естественных и технических наук. – М., 2014. – С. 78–98.

87. Самарин, И.В. Разработка и совершенствование методов получения и обработки информации для задач управления крупным предприятием / И. В. Самарин // III Международная научная конференция «Технические науки в России и за рубежом», Москва, июль 2014 г. – М., 2014. – С. 48–54.

88. Самарин, И.В. Методы и алгоритмы оптимизации в задачах принятия решений в социальных и экономических системах / И.В. Самарин, А.И. Орлов // XXIII-XXIV Международная заочная научно-практическая конференция «Научная

дискуссия: вопросы технических наук»: сборник статей. – № 6-7(19). – М., 2014. – С. 32–44.

89. Самарин, И.В. Краткосрочные прогнозы нефтяных цен: аналитический доклад / И.В. Самарин, А.Н. Фомин // АНО «Центр стратегических оценок и прогнозов». – М., 2016. – 37 с.

90. Самарин, И.В. Автоматизация выработки плановых управленческих решений: факторы минимума при формировании целевой функции деятельности предприятия / И.В. Самарин // XI Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России», 8–10 февраля 2016 г.: сборник тезисов. – М., 2016. – С. 346.

91. Самарин, И.В. К вопросу о создании модуля АСУ стратегического государственного планирования для применения военных потенциалов при формировании рационального плана экспорта российского вооружения / И.В. Самарин, А.Н. Фомин // Международная научная конференция «Высокие технологии и инновации в науке»: сборник избранных статей. – СПб.: ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ», 2017. – С. 15–26.

92. Самарин, И.В. К вопросу выбора эффективной ERP-системы для управления предприятием / А.Ю. Строгонов, И.В. Самарин // XII Всероссийская конференция молодых ученых, специалистов и студентов: сборник тезисов. – М.: ПАО «Газпром», РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, 2017. – С. 293.

93. Самарин, И.В. Пример применения АСУ стратегического планирования на крупном предприятии для повышения эффективности управления им / А.Ю. Строгонов, И.В. Самарин // XII Научно-техническая конференция «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России», 12–14 февраля 2018 г.: сборник тезисов. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, 2018. – С. 400.

94. Самарин, И.В. Методы, модели и алгоритмы автоматизации организационного управления пожаровзрывобезопасностью объектов топливно-энергетического комплекса / И.В. Самарин, А.Ю. Строгонов // Материалы IX международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности 2020». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 93–98.

95. Самарин, И.В. Кризис и безопасность социально-экономических систем / И.В. Самарин, А.Ю. Силантьев, С.Н. Гриняев // Материалы XXVIII Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем». – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН Минобрнауки РФ, 2020. – С. 159-164.

---

Подписано в печать 07.07.2022 г. Формат 60×90 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,0. Тираж 100 экз.

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина  
119991, Москва, Ленинский проспект, д. 65, корп. 1